

Exercices de microéconomie¹²

Pr. Pascal FAVARD

29 janvier 2017

1. Ces exercices sont écrits en Latex et les graphiques en Tikz. Ils font une large place aux graphiques et sont d'un niveau intermédiaire. Les corrections sont très détaillées mais elles n'ont aucun intérêt si vous n'avez pas tout d'abord passé du temps à faire ces exercices par vous même. Il est impossible de citer toutes mes sources d'inspiration mais sachez que rien n'est jamais vraiment original...

2. Merci de me signaler les erreurs ou les coquilles.

Sommaire

	Page
1 Consommation	1
2 Production	13
3 Risque & Dynamique	20
4 Équilibre partiel	30
5 Équilibre général	40
6 Monopole	46
7 Équilibre de Nash	59
Références bibliographiques	70
Liste des figures	71
Liste des tables	72
Index	73

Avant-propos : « La segmentation client, une méthode obsolète ? » [LesEchos.fr Ariane Gaudetroy 18/01/2016 à 07:00.](#)

La compréhension du prix que les clients sont **prêts à payer** peut être utilisée pour augmenter la profitabilité des entreprises. Analyse de Kai Bandilla, vice-président exécutif de Simon-Kucher & Partners.

« Le prix est le levier de profitabilité le plus important pour les entreprises, mais c'est celui qu'elles maîtrisent le moins », révèle Kai Bandilla, vice-président exécutif du cabinet Simon-Kucher & Partners. Une étude menée par le ca-

binet, l'année dernière, démontre que si les entreprises misent sur l'innovation pour échapper à la guerre des prix, seuls 28% des lancements atteignent leurs objectifs en termes de profitabilité. En cause, la méconnaissance du potentiel du marché et des clients.

Les méthodes traditionnelles

« Depuis cinq ans, les clients surinformés comparent les offres sur Internet et en boutiques. Le prix est devenu un critère d'achat fondamental, qu'il faut absolument prendre en compte dans la compréhension du client », assure Kai Bandilla. Selon lui, les méthodes traditionnelle-

ment utilisées par le marketing et le contrôle de gestion pour fixer les prix sont obsolètes. Couramment appliquée, l'approche dite de « **cost plus** » consiste à établir le coût réel pour l'entreprise et à y ajouter la marge souhaitée. « Cette méthode génère une forte volatilité des coûts, notamment à cause des variations de prix des matières premières, analyse Kai Bandilla. Mais elle engendre surtout une **perte de marge potentielle** car elle ne tient pas compte de **la volonté de payer du client.** »

Le « value management »

L'expert prône une stratégie de pricing dynamique qui se base sur « la **valeur perçue** par les clients ». Tout l'enjeu pour l'entreprise est de proposer le bon produit ou la bonne offre au bon client, au bon moment, sur le canal adéquat, au bon prix et toujours avec le meilleur

bénéfice pour l'entreprise. « Le marketing doit réviser ses segments de référence », préconise-t-il. Outre l'examen des données clients, les marketeurs doivent s'attacher à analyser les questionnaires sur les critères d'achats, les tickets de caisse et **l'élasticité croisée entre les produits.** Autant d'éléments qui permettent de dégager des groupes homogènes de comportements de clients. « Relativement jeune, la fonction de pricing revenue management devrait jouer un rôle fondamental, insiste Kai Bandilla. Garante de l'orientation client, elle doit être rattachée à la direction générale. »

À noter : 50% des entreprises de l'univers BtoC estiment cruciale pour leur croissance la stratégie de pricing flexible. Source : Étude Quartet FS, novembre 2015.

Chapitre 1

Consommation

Sommaire

1.1 Exercices appliqués	3
Trois biens, bonjour les dégâts!	3
Pépé	4
Le fer à dix sous	4
Une ça va, quatre...	4
Des ronds dans l'eau	5
Travailler c'est trop dur	5
Faguo	6
Monte pas sur la table	6
Pourquoi pas Kevin?	6
Obélix parle trop	6
Uh-oh, Sammy	7
Les mots verts	8
E.T. en voit de toutes les couleurs	9
Dyslexie	10
1.2 Exercices théoriques	11
Relation de préférence	11
Propriétés correspondance de demande	11
À la chaîne	11
Propriétés fonction d'utilité indirecte	12
Surplus et niveau d'utilité	12

Avant-propos : « Le neuromarketing, entre fantasmes publicitaires et réalités scientifiques »
LesEchos.fr Yann Verdo 01/12/2014 à 06:00.

Acheter un produit, voir ou entendre une publicité : ces actes de la vie de tous les jours mobilisent des processus cérébraux complexes. Les industriels s'y intéressent de plus en plus.

Le mois dernier, à Dubaï, les participants au Sommet sur l'agenda global, dont les recommandations alimenteront la réflexion des grands de ce monde au Forum de Davos de janvier prochain, ont pu voir une série de clichés montrant d'étranges cyborgs déambulant dans les allées des grandes surfaces. Sur le nez : des lunettes munies d'une caméra intégrée à la monture et couplée à un oculomètre (ou « eye-tracker ») mesurant le temps de fixation des yeux sur chaque stimulus visuel présent dans le champ de vision. Sur le crâne : des électrodes enregistrant en temps réel les variations de l'activité électrique des neurones du cortex cérébral. Le tout relié à un smartphone collectant les données.

Ces consommateurs du 3e type sont les cobayes d'une expérience d'envergure conduite à la demande des organisateurs du Forum de Davos par Olivier Oullier, professeur à Aix-Marseille Université, où il enseigne la psychologie et les neurosciences. Initiée en septembre 2013 et menée dans plusieurs pays (Etats-Unis, Angleterre, Inde, Chine...), elle vise à mieux cerner comment les jeunes de la « génération Y » (15-35 ans) réagissent aux messages environnementaux mis en avant par les fabricants.

Il y a une quinzaine d'années, une telle étude aurait reposé exclusivement sur les méthodes classiques d'enquête : sondages, questionnaires, entretiens... Mais le développement rapide des technologies d'imagerie cérébrale - électroencéphalographie (EEG) ou imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) - a changé la donne. Et permis d'affiner considérablement les

résultats. Car toute enquête fondée sur la verbalisation par les individus de leurs propres jugements ou préférences est nécessairement biaisée par des distorsions bien connues des psychologues (rationalisation a posteriori, désirabilité sociale). Pour connaître ce que les gens ont réellement dans la tête, rien de tel que de la sonder par imagerie !

Pas de bouton « achat »

Plusieurs expériences sont venues mettre en lumière cet écart entre ce que les gens disent (de bonne foi) qu'ils ressentent et ce qu'ils ressentent réellement, entre ce qu'ils disent qu'ils vont faire et ce qu'ils font en effet. L'une des plus révélatrices est celle conduite en 2010 par la neuroscientifique américaine Emily Falk. Une vingtaine de personnes à qui étaient montrées des affiches préconisant l'usage de crème solaire cependant qu'elles étaient soumises à une IRMf devaient dire si elles avaient l'intention ou pas d'en utiliser, après quoi elles pouvaient rentrer chez elles avec un tube de crème. Une semaine plus tard, leur attitude vis-à-vis de ce tube était contrôlée à l'improviste. Il est apparu que leur comportement effectif concordait rarement avec leurs déclarations d'intention... mais bien davantage avec les résultats de l'IRMf : chez les personnes qui avaient effectivement utilisé de la crème, une certaine zone du cerveau (le cortex préfrontal médian) s'était activée au moment de l'examen. En d'autres termes, l'imagerie cérébrale s'est révélée un meilleur prédicteur du comportement des sujets que leurs propres déclarations.

Il ne faudrait cependant pas croire que notre cerveau est devenu transparent comme du cristal pour les spécialistes des neurosciences du consommateur. Car cette discipline brosse, d'étude en étude, un tableau toujours plus complexe et nuancé de ce qui se passe à l'intérieur de notre boîte crânienne au moment où nous décidons d'acheter ou non un produit ou lorsque

nous regardons un spot publicitaire. « Il n’y a pas de correspondance directe entre les aires du cerveau et les fonctions cognitives, pas de relation univoque entre l’activité cérébrale et un comportement aussi complexe que, par exemple, la décision d’achat. Une aire du cerveau n’est jamais dévolue à une seule fonction. Elle peut avoir des rôles différents selon le réseau cérébral dans lequel elle s’intègre », explique Olivier Oullier. Rien donc dans notre cerveau ne ressemble de près ou de loin à ce bouton « achat » qui a tant fait fantasmer...

Une expérience conduite l’an dernier par le neuroscientifique américain Seung-Lark Lim a montré que l’évaluation d’un simple tee-shirt mobilisait trois zones différentes du cerveau et se faisait en deux temps : dans un premier temps, le gyrus fusiforme évalue la couleur du tee-shirt (attribut visuel) tandis que la partie postérieure du gyrus temporal supérieur évalue le logo imprimé dessus (attribut sémantique); puis ces deux évaluations indépendantes sont intégrées dans une troisième zone, le cortex préfrontal ventromédian, qui joue un rôle clef dans nos prises de décision.

Evidemment, ce méli-mélo cérébral n’est pas de nature à faciliter la tâche des experts en neuromarketing chargés de vendre leurs analyses... Mais les neurosciences du consommateur n’en continuent pas moins de progresser, à leur rythme, dans leur exploration de nos méandres

cérébraux. « Notre discipline n’a pris son essor que dans les années 1990, grâce au développement des techniques d’imagerie. Nous en sommes encore à la première phase, qui consiste à identifier les différents réseaux cérébraux d’intérêt », reconnaît Olivia Petit, qui a soutenu sa thèse l’an dernier à Aix-Marseille Université sous la direction d’Olivier Oullier. Pour une jeune chercheuse comme elle, c’est le moment parfait pour se lancer !

Un marché florissant

Aujourd’hui, quelque 150 officines privées se disputent le marché du neuromarketing. Parmi elles, quelques grands noms : le britannique Neurosense, créé en 1999 à Oxford par le professeur Gemma Calvert, pionnière des neurosciences du consommateur ; l’américain Brighthouse, basé à Atlanta, à un jet de pierre du siège de Coca-Cola ; ou encore Neurofocus, une firme née à Berkeley, rachetée en 2008 par Nielsen et ayant fait venir dans son board le neuropsychiatre américain Eric Kandel, prix Nobel de médecine 2000 pour ses travaux sur la mémoire. Tous ces cabinets ne travaillent pas avec le même sérieux. Pour faire le ménage dans leurs rangs, les professionnels ont créé il y a deux ans la Neuromarketing Science and Business Association (NSBA), présente dans une trentaine de pays. Son premier travail a été d’établir un code de bonnes pratiques.

1.1 Exercices appliqués

Exercice 1 : Trois biens, bonjour les dégâts !

Casimir, étudiant en 2^{ème} année d’économie, est brillant. Comme il dit : « j’ai dépassé le stade des deux biens ». Casimir consomme des livres, x_1 , du Gloubi-boulga au restaurant universitaire, x_2 , et des vêtements, x_3 . On suppose que ces biens ne sont pas discrets. Le prix unitaire des livres, p_1 est de 20€, celui des repas, p_2 , est de 3€ et celui des vêtements, p_3 , est de 60€. Ses parents lui versent, m , 400€.

1 – Quel est l’ensemble de consommation de Casimir ?

- 2 – Donnez l'équation de la contrainte budgétaire de Casimir.
- 3 – Donnez la contrainte budgétaire de Casimir s'il ne consomme que deux des trois biens.
- 4 – Représentez la contrainte budgétaire de Casimir.

Exercice 2 : Pépé

Sidonie a un grand père singulier, « Pépé ». Pépé aime prendre ses déjeuners à midi pile et il est très avare en ce qui concerne les dépenses associées à ses déjeuners. Pépé dispose de 15€ par jour pour payer son déjeuner et ses autres achats, représentés par un bien agrégé dont le prix unitaire est normalisé à un. Le restaurant pratique la tarification suivante, si le repas est pris à midi il coûte 5€ et s'il est pris à t heures avant ou après midi, il coûte $(5 - t)$ €. On supposera que le repas est pris entre 11h et 15h, sinon ce n'est plus un déjeuner..

- 1 – Quel est l'ensemble de consommation de Pépé ?
- 2 – Pourquoi le restaurant propose cette tarification ?
- 3 – Faites un graphique où sont dessinées les combinaisons (heure repas/unités de bien agrégé) que Pépé peut se payer.
- 4 – Dessinez des courbes d'indifférence de Pépé cohérentes avec ce que vous savez sur ses goûts, telles que le meilleur choix de Pépé ne soit pas de manger à midi pile, lorsqu'il maximise sa satisfaction.
- 5 – Refaites un dessin avec des courbes d'indifférence telles que Pépé mange à midi, lorsqu'il maximise sa satisfaction.

Exercice 3 : Le fer à dix sous

La fonction d'utilité de Popeye est la suivante : $U(x, y) = x + y$ où x est la quantité consommée de boîtes de conserve d'épinards et y est la quantité consommée d'épinards frais vendus en botte¹. Le revenu de Popeye est de 100€. Ce revenu est intégralement utilisé à l'achat d'épinards. Le prix de la boîte d'épinards est de 20€ et celui de la botte d'épinards de 25€.

- 1 – Calculer le TmS. Quelle est la nature des deux biens considérés, pour Popeye ?
- 2 – Déterminer le panier de consommation qui va maximiser l'utilité de Popeye. Justifier votre résultat (une justification graphique est possible). Quelle est la valeur de l'utilité en ce point ?
- 3 – L'État décide de taxer les boîtes d'épinards. Il met alors en place une taxation unitaire de 5€, payée pour chaque boîte d'épinards achetée au-delà de la deuxième boîte (les deux premières boîtes d'épinards achetées ne sont donc pas taxées). Quelle va être la consommation optimale de Popeye ? Quel est l'effet de cette taxe sur son utilité maximale ? Commenter et dessiner.
- 4 – Sous quelle(s) condition(s) une taxe n'a-t-elle pas d'influence sur la satisfaction de Popeye ?

Exercice 4 : Une ça va, quatre...

Considérons deux friandises, les Rochers au chocolat noir (le bien 1) et les sucettes Chupa (le bien 2), et les quatre filles de monsieur et madame Versaire : Laure, Elsa, Annie et Rose, consommant, a priori, ces deux biens. Les quatre sœurs ont six ans aujourd'hui. Les biens 1 et 2 sont vendus respectivement 1€ et 0,5€ l'unité. Chacune a 10€ d'argent de poche. Les préférences de nos consommatrices sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes :

- Laure : $u_L(x_1, x_2) = \min \{x_1 + 1, x_2 + 2\}$,

1. La quantité d'épinards est la même dans les deux cas : boîte ou botte.

- Elsa : $u_E(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$,
 - Annie : $u_A(x_1, x_2) = \frac{1}{2}(x_1)^2 + 4x_2$,
 - Rose : $u_R(x_1, x_2) = 2x_1x_2$.
- 1 – Ecrire les contraintes budgétaires de chacune des quatre sœurs.
 - 2 – Quelle est la particularité des préférences de :
 - i) Laure
 - ii) Elsa
 - iii) Annie
 - iv) Rose
 - 3 – Calculez le Taux marginal de Substitution de :
 - i) Laure
 - ii) Elsa
 - iii) Annie
 - iv) Rose
 - 4 – Après avoir défini leur programme, déterminez le « meilleur » panier de consommation de :
 - i) Laure
 - ii) Elsa
 - iii) Annie
 - iv) Rose

Exercice 5 : Des ronds dans l'eau

Calvin préfère consommer au goûter huit tartines, x_1 , et quatre verres de lait, x_2 , à toute autre combinaison de ces deux biens. Sa mère lui donne chaque jour, treize tartines et un verre de lait. Un jour, c'est la tante de Calvin qui le garde. Elle lui donne deux tartines et sept verres de lait. Calvin ne trouve pas que ce que lui donne sa mère est idéal mais ce que lui donne sa tante, c'est pire!

- 1 – Quel est l'ensemble de consommation de Calvin?
- 2 – Représentez à main levée des courbes d'indifférence de Calvin cohérentes avec ce que vous savez de ses goûts.
- 3 – Donnez une forme fonctionnelle qui caractérise les préférences de Calvin et tracez-les.
- 4 – Supposez que le prix d'une tartine soit le même que celui d'un verre de lait et normalisez-le à un. Donnez l'ensemble des paniers de biens choisis par Calvin lorsque son argent de poche est noté, m . Tracez cette courbe. Comment s'appelle cette courbe?
- 5 – Tracez les courbes d'Engel.

Exercice 6 : Travailler c'est trop dur

Fanée Kô suit un cours d'économie. Durant ce cours, il y aura deux contrôles notés sur 20. La note finale sera le maximum des deux notes. Elle dispose de 400 minutes en tout pour préparer ces deux contrôles. Elle ne peut pas profiter du temps non utilisé pour travailler ses examens. Elle n'a aucune désutilité du travail. Si elle ne travaille pas un contrôle, elle aura zéro, et toutes les dix minutes (vingt minutes) de travail, sa note du premier (second) contrôle augmente d'un point. Son niveau d'utilité est donné par sa note finale.

- 1 – Représentez la « droite de budget » en violet et les courbes d'indifférence en bleu de Fanée Kô.

- 2 – Déterminez le(s) meilleur(s) choix de Fanée. Représentez-les en rouge sur le graphique précédent.
- 3 – Que se passe-t-il si le professeur prend le minimum des deux notes ?
- 4 – Pédagogiquement, quel système devrait choisir le professeur ?

Exercice 7 : Faguo

La fonction d'utilité de Zheng Fang est la suivante : $u(x_1, x_2) = (x_1 + 4)(x_1 + x_2)$ où x_1 est la quantité consommée de viande et x_2 est la quantité consommée de soupe. Le revenu de Zheng est de R euros. Ce revenu est intégralement utilisé à l'achat de ces deux biens. Le prix du kilo de viande est de 3€ et celui du litre de soupe est de 2€.

- 1 – Quel est l'espace de consommation de Zheng Fang ?
- 2 – Écrivez l'équation de la contrainte budgétaire de Zheng Fang.
- 3 – Représentez, après une étude mathématique détaillée, la courbe d'indifférence de niveau \bar{u} .
- 4 – Déterminez le meilleur choix de Zheng Fang.
- 5 – Déterminez l'équation du sentier d'expansion revenu et dessinez-le sur un nouveau graphique.
- 6 – Déterminez les équations des courbes d'Engel et dessinez-les sur un nouveau graphique.
- 7 – Caractérissez ces biens, viande et soupe, pour Zheng Fang.

Exercice 8 : Monte pas sur la table

Ping a une fonction d'utilité $u(x_1, x_2) = \min\{x_1 + 2x_2, 2x_1 + x_2\}$ et Pong, $v(x_1, x_2) = \min\{2x_1 - x_2, 2x_2 - x_1\}$.

- 1 – Tracez les courbes d'indifférence, en bleu pour Ping et en rouge pour Pong.
- 2 – Expliquez les préférences de chacun de nos amis.
- 3 – Déterminez, pour Ping et Pong, l'équation de leur sentier consommation-revenu.

Exercice 9 : Pourquoi pas Kevin ?

Job Lazy est un garçon qui travaille à l'université. La fonction d'utilité de Job est la suivante :

$$u(C, T) = C - \sqrt{T}$$

où T est le temps de travail qui ne peut pas être supérieur à seize heures et C , la quantité agrégée des autres biens consommés (nourriture, vêtements, logement, etc.). Le salaire horaire est $w > 0$ et le prix du bien agrégé est normalisé à un. Sa grand-mère lui a donné une somme de R €.

- 1 – On sait que cette fonction d'utilité est quasi-linéaire mais a-t-elle une autre caractéristique remarquable ?
- 2 – Étudiez et dessinez avec une très grande rigueur les préférences de Job avec C sur l'axe des ordonnées.
- 3 – Déterminez le meilleur choix pour Job.

Exercice 10 : Obélix parle trop

Tout le monde sait qu'Obélix aime consommer des sangliers et des litres de cervoise. Notons x_1 , la quantité consommée de cervoise et x_2 la quantité consommée de sanglier. La fonction d'utilité d'Obélix est telle que : $U(x_1, x_2) = \min\{x_1 + 1, x_2 + 2\}$. La monnaie est le sesterce : S.

- 1 – Tracer des courbes d'indifférence.
- 2 – Sachant que le prix d'un litre de cervoise p_1 est de 1S, le prix d'un sanglier p_2 est de 4S et le

- revenu m d'Obélix est égal à 16S, déterminer le panier de consommation qui maximise l'utilité d'Obélix.
- 3- Déterminer pour chaque cas, le revenu qui permet d'atteindre le panier de consommation obtenu à la question précédente, sachant que les prix des biens sont :
- $p_1 = 2S$ et $p_2 = 2S$
 - $p_1 = 4S$ et $p_2 = 1S$
 - $p_1 = 0,5S$ et $p_2 = 4S$
- 4- Définir et déterminer la courbe de demande de sanglier (bien 2) sachant que :
- $p_1 = 1S$ et $m = 16S$
 - p_1 et m sont quelconques (Tracez cette demande)
- 5- Définir et calculer l'élasticité de la demande de sanglier par rapport au prix de ce bien lorsque :
- $p_1 = 1S$ et $m = 16S$
 - p_1 et m sont quelconques, avec $p_1 < m$
- 6- Calculez la perte de surplus brut et net d'Obélix lorsque le prix du sanglier sur le marché passe de 4S à 14S par unité, dans le cadre de la question 4.a. Déterminez l'effet revenu et l'effet substitution.

Illustration : « The growth of the global mobile Internet economy » [Feb 10, 2015 by Wolfgang Bock, Dominic Field, Paul Zwillenberg, and Kristi Rogers](#). [...] Consumers realize an enormous benefit from all this activity, which can be quantified using an economic concept called *consumer surplus* that is, the perceived value that consumers themselves believe they receive, over and above what they pay for devices, apps, services, and access. The mobile Internet's **total consumer surplus** across the 13 countries in our sample is about \$3.5 trillion a year, or about \$4,000 per individual user. In the developed countries surveyed, the per capita surplus is \$5,600, while in the sample's developing mar-

kets it averages \$2,250. Consumer surplus and the other benefits of the mobile Internet are only set to grow potentially exponentially. An entire generation of 18-to 34-year-olds, a larger group than the baby boomers, already accesses the Internet primarily through their mobile devices. A 2014 Nielsen survey in the U.S. found that more than 85 percent of these people own a smartphone. Young people in the 18-to 24-year-old age bracket spend an average of 37 hours and 6 minutes per month the equivalent of almost a full working week using their phones. Another survey found that almost 20 percent of U.S. Millennials use only their smart devices to go online. [...]

Exercice 11 : Uh-oh, Samy

Sacha consomme des pommes, x_1 , des poires, x_2 et des Scoubidou x_3 . Le Scoubidou est un bien durable dont la production a été arrêtée il y a fort longtemps, le « commerce » des Scoubidou ayant été interdit en 1968 par le Général¹. Sacha en possède un, donné, comme son prénom, par son père, Yéyé dans sa jeunesse.

La fonction d'utilité de Sacha est : $U(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_2 x_3$. Le prix du kilo de pommes est normalisé à un et celui du kilo de poires est de p_a , son revenu est R .

1. Lors des manifestations, les CRS avaient été molestés avec des Scoubidou. Certains groupuscules contestataires ont tenté de reprendre cette production, en toute illégalité, dans les années 80, mais la police y a mis bon ordre.

- 1 – Déterminez très rigoureusement le meilleur choix, noté $\vec{x}_a = (x_{1a}, x_{2a}, x_{3a})$, de Sacha.
- 2 – Si le prix unitaire des poires est p_b quel est le meilleur choix, noté $\vec{x}_b = (x_{1b}, x_{2b}, x_{3b})$, de Sacha ?
- 3 – Si le revenu de Sacha, lorsque le prix des poires change, pouvait-être modifié de telle façon que Sacha maintienne son pouvoir d'achat et donc qu'il puisse toujours acheter \vec{x}_a , quel devrait être ce nouveau revenu R' ?
- 4 – Quel est le meilleur choix, en fonction des paramètres initiaux, noté $\vec{x}' = (x'_1, x'_2, x'_3)$ de Sacha si son revenu est R' et si le prix unitaire des poires est p_b ?
- 5 – Calculez $x_{1b} - x_{1a}$ et $x_{2b} - x_{2a}$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 6 – Calculez $x'_1 - x_{1a}$ et $x'_2 - x_{2a}$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 7 – Calculez $x_{1b} - x'_1$ et $x_{2b} - x'_2$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 8 – Faire un graphique pour représenter tous les calculs précédents (x_1 en abscisse).
- 9 – Si le revenu de Sacha, lorsque le prix des poires change, pouvait-être modifié de telle façon que Sacha maintienne le niveau de satisfaction procuré par \vec{x}_a , quel devrait être ce nouveau revenu R' ?
- 10 – Quel est le meilleur choix, en fonction des paramètres initiaux, noté $\vec{x}' = (x'_1, x'_2, x'_3)$ de Sacha si son revenu est R' et si le prix unitaire des poires est p_b ?
- 11 – Calculez $x_{1b} - x_{1a}$ et $x_{2b} - x_{2a}$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 12 – Calculez $x'_1 - x_{1a}$ et $x'_2 - x_{2a}$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 13 – Calculez $x_{1b} - x'_1$ et $x_{2b} - x'_2$, discutez le signe de ces deux variations, comment les appelle-t-on ?
- 14 – Faire un graphique pour représenter tous les calculs précédents (x_1 en abscisse).
- 15 – Comparez les deux méthodes de décomposition.

Exercice 12 : Les mots verts

Al Manak est un garçon « raisonnable ». Il a toutefois une grande passion : les livres de calembours. La fonction d'utilité d'Al est la suivante : $U(A, L) = \sqrt{A} + L$ où L est la quantité de livres et A , la quantité agrégée des autres biens consommés (nourriture, vêtements, logement, etc.) Le revenu d'Al est de R euros. Le prix d'un livre est p , ($p > 0$). Le prix du bien agrégé est normalisé à un.

- 1 – Comment appelle-t-on ce type de fonction d'utilité ?
- 2 – Étudiez et dessinez avec une très grande rigueur les préférences d'Al (livres en ordonnée).
- 3 – Pourquoi Al est « raisonnable » ?
- 4 – Calculez la demande de livres d'Al. Dessinez après étude cette courbe.
- 5 – Déterminez le sentier consommation-revenu. Tracez-le sur le premier graphique.
- 6 – Dessinez les courbes d'Engel.
- 7 – Calculez les surplus d'Al, générés par la consommation des livres, si son revenu est de 100€ et que le prix de chaque livre est de 23€.
- 8 – Calculez la variation de surplus net d'Al, générée par la consommation des livres, si son revenu est de 100€ et que le prix de chaque livre passe de 6€ à 3€.
- 9 – Calculez l'effet revenu et l'effet substitution dans le cas précédent.
- 10 – Calculez pour chacun des biens l'élasticité-revenu dans le cas $R = 100€$ et $p = 6€/livre$.
- 11 – Qualifiez, en utilisant les résultats obtenus, les deux biens.

Exercice 13 : E.T. en voit de toutes les couleurs

E.T. est un petit homme vert sur Mars, il consomme des barres de plutonium, x , et des m^2 de maison, y . La monnaie locale est le « lion », notée \mathcal{L} . Le prix unitaire du plutonium est noté p_x , le prix de location du m^2 de maison est noté p_y et son revenu est de \mathcal{R} . La fonction, u , d'utilité d'E.T. avec a strictement positif, est telle que :

$$u : \begin{cases} \mathbb{R}_+^2 & \longrightarrow \mathbb{R}_+ \\ (x, y) & \longmapsto \min\{ax, y\} \end{cases} \quad (1.1)$$

- 1 – Écrivez la contrainte budgétaire d'E.T. et représentez-la. (Plutonium en abscisse)
- 2 – Comment sont les biens pour E.T. ?
- 3 – Dessinez sur un nouveau graphique des courbes d'indifférence d'E.T. (Plutonium en abscisse)
- 4 – Calculez le meilleur choix d'E.T. et représentez tout cela sur un nouveau graphique. (Plutonium en abscisse)
- 5 – Déterminez la demande marshallienne de plutonium d'E.T.
- 6 – Faites l'étude mathématique de cette fonction de demande et dessinez-la.
- 7 – Pour cette demande déterminez les élasticité prix et l'élasticité revenu. Commentez.
- 8 – Déterminez la fonction d'utilité indirecte d'E.T. Montrez que cette fonction est homogène de degré zéro, expliquez pourquoi ce résultat est logique.
- 9 – Déterminez la demande hicksienne de plutonium d'E.T. et dessinez-la.
- 10 – Déterminez la fonction de dépense d'E.T. Montrez que cette fonction est homogène de degré un, expliquez pourquoi ce résultat est logique.
- 11 – Quel est le lien mathématique entre la demande hicksienne et la fonction de dépense, expliquez pourquoi ce lien est logique. Vérifiez-le pour le plutonium.
- 12 – Montrez que les équations de Slutsky sont vérifiées pour le plutonium.
- 13 – En réarrangeant la « bonne » équation de Slutsky montrer que si le prix du m^2 augmente cela a un impact sur la demande marshallienne de plutonium d'E.T. et que cet impact est décomposable en deux effets.
- 14 – Calculez ces deux effets et commentez.

En avril ¹ 3012, le parti « Bleu » gagne les élections. Ce parti souhaite, sous la pression populaire suite au « Tsunami ² de Mars » survenu au printemps précédent, diminuer la consommation de plutonium de chaque martien, le plus possible. Pour ce faire, la consommation individuelle est limitée à cinq barres. Rappelons que ce Tsunami avait détruit une usine fabriquant des barres de plutonium, rendant tout blanc certains martiens, et comme vous le savez, le blanc, couleur associée à la rage, est une couleur interdite sur Mars la « pacifique ». La peur avait contaminé toute la population verte... On supposera $p_x = 2$ et $p_y = 3$.

- 15 – Écrivez la contrainte budgétaire d'E.T. et représentez-la. (Plutonium en abscisse)
- 16 – Cette politique a-t-elle un « impact budgétaire » sur E.T. ? Comment appelle-t-on ce genre de politique en économie ?

1. Le mois de mars n'existe pas sur Mars.

2. Tempêtes de sable qui surviennent lorsqu'au pôle, le givre de dioxyde de carbone (CO₂) se sublime dans un environnement printanier.

- 17 – Calculez le meilleur choix d'E.T. Faites un graphique si cela apporte quelque chose à votre propos.
- 18 – Cette politique est-elle efficace ? Pourquoi ?
- 19 – Pouvez-vous conseiller aux Bleus une politique qui ferait diminuer la consommation de plutonium à coup sûr ? Laquelle ? Faites un graphique, sans calcul, pour justifier votre réponse.
- 20 – Dans quel cas la politique des Bleus, par rapport à l'objectif qu'ils souhaitent atteindre, est meilleure que celle que vous avez proposée ?

Exercice 14 : Dyslexie

Mett Ramniu consomme des litres de Caco-Calo en quantité x_1 et des litres de Pipe-Calo en quantité x_2 . Les prix unitaires en euros, donnés pour Mett, de ces biens, sont

respectivement p_1 et p_2 . Il a un revenu exogène, en euros, de R . Soit $u : \begin{cases} \mathbb{R}_+^2 & \longrightarrow \mathbb{R}_+ \\ u(x_1, x_2) & \longmapsto x_1 + x_2 \end{cases}$,

la fonction d'utilité de Mett.

- 1 – Quel est l'espace de consommation de Mett ?
- 2 – Écrivez l'équation de la contrainte budgétaire de Mett et tracez-la.
- 3 – Représentez, après une étude mathématique détaillée, la courbe d'indifférence de niveau \bar{u} sur le graphique précédent.
- 4 – Déterminez v , la fonction d'utilité indirecte de Mett. Commentez.
- 5 – Déterminez D_1 , la demande marshallienne de Caco-Calo. Tracez-la.
- 6 – Déterminez H_1 , la demande hicksienne de Caco-Calo. Tracez-la.
- 7 – Déterminez e , la fonction de dépense de Mett. Commentez.

- 8 – Si la fonction d'utilité de Mett avait eu cette forme : $\begin{cases} \mathbb{R}_+^2 & \longrightarrow \mathbb{R}_+ \\ u(x_1, x_2) & \longmapsto \min\{x_1 + x_2, 16\} \end{cases}$,
- quelle aurait été la différence, question par question, avec le problème précédent ? Soyez très précis.

Illustration : « Pepsi, Coca et la bataille du cortex préfrontal » LesEchos.fr Yann Verdo 01/12/2014 à 06:00.

Etes-vous plutôt Pepsi ou Coca ? Quelle que soit votre réponse, vous êtes convaincu d'une chose : ce n'est pas la marque, Pepsi ou Coca, qui fait votre préférence, mais le goût, rien que le goût. Eh bien, détrompez-vous, car ce n'est pas le cas. Ou plutôt, cela ne serait le cas que si vous aviez subi un traumatisme crânien ayant endommagé une certaine zone bien précise de votre cerveau. Dans une expérience qui a fait date, publiée en 2007 dans « Nature », les neurologues américains Michael Koenigs et Daniel Tranel ont

fait déguster en aveugle les deux sodas à des patients présentant une lésion au niveau du cortex préfrontal ventro-médian (vmPFC pour les initiés), petite région du cerveau enfouie dans les profondeurs du lobe frontal, jouant un rôle important dans le traitement des émotions et dont on sait depuis les travaux fondateurs du neurologue Antonio Damasio au milieu des années 1990 qu'elle est également nécessaire à la prise de décision. Ces patients cérébro-lésés se sont majoritairement prononcés en faveur du Pepsi, tout comme le groupe témoin constitué de personnes au cerveau intact. Mais, quand il a ensuite été procédé à une seconde dégustation, les marques

étant cette fois apparentes, les deux groupes ont divergé. Tandis que les patients cérébro-lésés ont maintenu leur préférence pour Pepsi, c'est Coca qui a rallié les suffrages des sujets sains. Quelle conclusion en tirer ? Que la simple vue de la marque Coca-Cola et l'ensemble d'émotions que celle-ci a suscitées dans le cerveau des sujets sains ont été assez puissantes pour modifier à leur insu leur perception et leur préférence ! Petite précision : cette étude n'a pas été financée par Pepsi...

1.2 Exercices théoriques

Exercice 15 : Relation de préférence Supposons que la relation de préférence \succsim soit rationnelle et notons X l'ensemble de consommation.

- 1 – Donnez les deux propriétés que vérifie une relation de préférence rationnelle.
- 2 – Soit $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \in X$, montrez que si $\vec{x} \succ \vec{y}$ et $\vec{y} \succsim \vec{z}$ alors $\vec{x} \succ \vec{z}$.
- 3 – Montrez que la relation \succ est irréflexive et transitive.
- 4 – Montrez que la relation \sim est réflexive, transitive et symétrique.
- 5 – Soit $\vec{x}, \vec{y} \in X$ et $u : X \rightarrow \mathbb{R}$ une fonction, montrez que si $u(\vec{x}) = u(\vec{y})$ entraîne $\vec{x} \sim \vec{y}$ et que si $u(\vec{x}) > u(\vec{y})$ entraîne $\vec{x} \succ \vec{y}$ alors u est une fonction d'utilité représentant la relation de préférence \succsim .
- 6 – Montrez que si $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ est une fonction strictement croissante et $u : X \rightarrow \mathbb{R}$ est une fonction d'utilité représentant la relation de préférence \succsim , alors la fonction $v : X \rightarrow \mathbb{R}$ définie par $v(\vec{x}) = f(u(\vec{x}))$, $\vec{x} \in X$, est aussi une fonction d'utilité représentant la relation de préférence \succsim .
- 7 – Donnez un exemple de préférences qui ne peuvent pas être représentées par une fonction d'utilité.

Exercice 16 : Propriétés correspondance de demande Soit une fonction d'utilité continue, $u(\cdot)$, représentant le relation de préférence \succsim définie sur l'espace de consommation $X = \mathbb{R}_+^L$ et vérifiant la propriété de non-satiété locale. On notera $\vec{p} \in \mathbb{R}_{*+}^L$ le vecteur des prix unitaires des biens et $\mathcal{R} \in \mathbb{R}_+$, le revenu du consommateur. La correspondance de demande, notée $\vec{x}(\vec{p}, \mathcal{R})$, est l'ensemble des meilleurs choix pour tous les vecteurs des paramètres possibles. Montrez que :

- 1 – $\forall (\vec{p}, \mathcal{R})$ et $\alpha > 0 : \vec{x}(\alpha \vec{p}, \alpha \mathcal{R}) = \vec{x}(\vec{p}, \mathcal{R})$,
- 2 – $\forall \vec{x} \in \vec{x}(\vec{p}, \mathcal{R}) : \vec{p} \cdot \vec{x} = \mathcal{R}$,
- 3 – si \succsim est convexe et donc que $u(\cdot)$ est quasi-concave alors $\vec{x}(\vec{p}, \mathcal{R})$ est un ensemble convexe,
- 4 – si \succsim est strictement convexe et donc que $u(\cdot)$ est strictement quasi-concave alors $\vec{x}(\vec{p}, \mathcal{R})$ est unique.

Exercice 17 : À la chaîne Soit un consommateur consommant L biens dont les ressources sont égales à \mathcal{R} . Dans cette économie le vecteur prix est noté $\vec{p} = (p_1, \dots, p_L)$. Sa demande de bien ℓ , $\ell \in [0, L]$, est notée $x_\ell(\vec{p}, \mathcal{R})$ et supposée de classe \mathcal{C}^1 .

- 1 – À quoi est égale $\varepsilon_{\ell k}(\vec{p}, \mathcal{R})$, l'élasticité prix croisée de la demande de bien ℓ par rapport au prix du bien k , $k \in [0, L]$?

2– Montrez que :

$$\epsilon_{\ell k}(\vec{p}, \mathcal{R}) = \frac{d \ln(x_{\ell}(\vec{p}, \mathcal{R}))}{d \ln p_k}. \quad (1.1)$$

3– À quoi est égale $\epsilon_{\ell \mathcal{R}}(\vec{p}, \mathcal{R})$, l'élasticité revenu de la demande de bien ℓ ?

4– Montrez que :

$$\epsilon_{\ell \mathcal{R}}(\vec{p}, \mathcal{R}) = \frac{d \ln(x_{\ell}(\vec{p}, \mathcal{R}))}{d \ln \mathcal{R}}. \quad (1.2)$$

5– Un économètre de la société ABCConsulting vient vous voir et vous dit qu'il a estimé les paramètres $(\alpha_1, \alpha_2, \beta)$ dans l'équation suivante :

$$x_{\ell}(\vec{p}, \mathcal{R}) = A p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \mathcal{R}^{\beta}. \quad (1.3)$$

Pouvez-vous lui dire ce qu'il a en fait estimé? Justifiez rigoureusement votre réponse.

Exercice 18 : Propriétés fonction d'utilité indirecte

Soit une fonction d'utilité continue, $u(\cdot)$, représentant le relation de préférence \succsim définie sur l'espace de consommation $X = \mathbb{R}_+^L$ et vérifiant la propriété de non-satiété locale. On notera $\vec{p} \in \mathbb{R}_{*+}^L$ le vecteur des prix unitaires des biens et $\mathcal{R} \in \mathbb{R}_+$, le revenu du consommateur. La fonction d'utilité indirecte est notée $v(\vec{p}, \mathcal{R})$. Montrez que :

- 1– $v(\vec{p}, \mathcal{R})$ est strictement croissante par rapport à \mathcal{R} et non-croissante par rapport à $p_{\ell}, \forall \ell \in L$,
- 2– $\forall (\vec{p}, \mathcal{R})$ et $\alpha > 0 : v(\alpha \vec{p}, \alpha \mathcal{R}) = v(\vec{p}, \mathcal{R})$,
- 3– $v(\vec{p}, \mathcal{R})$ est quasi-concave,
- 4– $v(\vec{p}, \mathcal{R})$ est continue en \vec{p} et en \mathcal{R} .

Exercice 19 : Surplus et niveau d'utilité

Un consommateur, consommant deux biens en quantités x_1 et x_2 , a comme fonction d'utilité $u(x_1, x_2) = x_1 + g(x_2)$; $g(\cdot) \in \mathcal{C}^2$ est une fonction concave croissante et $g(0) = 0$. Le prix du bien 2 est $p > 0$ et celui du bien 1 est normalisé à un. Le revenu exogène de ce consommateur est $\mathcal{R} > 0$.

- 1– Comment est qualifié le bien 1 en économie?
- 2– De quel type est la fonction d'utilité $u(\cdot)$?
- 3– Qu'implique l'hypothèse $g(0) = 0$?
- 4– Écrivez le programme que doit résoudre ce consommateur pour trouver le(s) panier(s) de consommation qu'il va acheter.
- 5– Montrez que le surplus net généré par sa consommation de bien 2 est égal à l'utilité que lui procure la consommation de son (ses) meilleur(s) choix.
- 6– L'hypothèse que $g(0) = 0$ est-elle déterminante pour établir le résultat précédent?
- 7– Montrez que la variation compensatoire et la variation équivalente, pour une augmentation potentielle de p , sont égales.

Chapitre 2

Production

Sommaire

2.1 Exercices appliqués	15
Des CDs	15
Complex Industrie	15
Air Lot : trajectoire pas linéaire mais presque	16
That's all Folks!	16
Tourse	16
Mais pas résolu	17
Économies de gamme : Toursgnole & Patiactol	17
À l'université on travaille!	18
Il est libre Max	18
2.2 Exercices théoriques	19
Irréversibilité	19
Rendements et homogénéité	19
Concave & Convexe	19
Additivité	19

Avant-propos : « Coûts des énergies renouvelables » [ADEME Décembre 2016](#). Extrait : « Le coût de production est calculé sur une durée de fonctionnement en pleine puissance hors appoint (électrique par exemple quand il s'agit des pompes à chaleur). Cette durée de fonctionnement pleine puissance de l'équipement EnR dépend de la qualité de la ressource renouvelable au site de production. Le coût ainsi calculé varie en fonction de la durée de vie économique des installations et du **taux d'actualisation** choisi. Pour les EnR utilisant une source d'énergie conventionnelle pour leur fonctionnement (pompes à chaleur), il a été fait le choix de ne prendre en compte aucune hypothèse d'évolution de prix de l'électricité consommée sur la durée de vie de l'installation. Le taux d'actualisation est le **coût d'opportunité** du capital investi, c'est-à-dire le rendement qu'il serait possible d'obtenir en investissant ailleurs le même capital. Ce taux intègre une **prime de risque** lié au projet, qui traduit sa probabilité d'échec. A priori le risque est différent selon les filières, notamment du fait de leur maturité, et le taux d'actualisation devrait donc être différent selon les filières. Par exemple, nous obtenons un taux d'actualisation autour de 13% pour retrouver le **coût de production moyen** résultant des appels d'offre de la CRE pour l'éolien offshore sur la base des données européennes. Les investisseurs allemands retiennent quant à eux un taux de 9% pour cette technologie, qui est relativement moins risquée en Allemagne qu'en France. »

« Michelin prépare une vaste offensive pour réduire ses coûts en France » [LesEchos.fr](#)
[Maxime Amiot 9/02/2016 à 17:42](#).

En pleine guerre des prix, le groupe peaufine une série de décisions pour combler le retard de compétitivité. On friserait presque l'embouteillage. En ce début d'année, les sujets sociaux s'accumulent chez Michelin en France et

devraient donner lieu, de manière imminente, à des décisions. Bibendum doit d'abord dévoiler, d'ici à fin mars, son plan de réorganisation de l'ingénierie. L'objectif : rationaliser la conception et l'utilisation des machines nécessaires à la fabrication des pneus Bibendum.

Alors que le groupe avait l'habitude maison de spécifier entièrement les équipements à ses exigences souvent élevées, il veut développer l'achat sur étagère, afin de réduire les coûts et de simplifier la structure. Les syndicats s'attendent à un plan de restructuration dans les semaines à venir, qui pourrait potentiellement toucher plusieurs centaines d'emplois à Clermont-Ferrand. De même, des annonces d'économies sont attendues dans les services administratifs (finance, informatique, juridique, communication...), domaine où le groupe avait indiqué en septembre « manquer d'agilité ».

Assouplir l'organisation du temps de travail

Bibendum ne compte pas s'arrêter pas là. Le manufacturier poursuit aussi la rationalisation de son activité poids lourds, qui pourrait aboutir à la fermeture de l'atelier « rechapage » de La Combaude, près de Clermont – plus de 300 salariés –, ainsi qu'à la baisse de l'empreinte industrielle du groupe en Europe. Enfin, dans les autres usines françaises de pneus tourisme, Michelin a engagé plusieurs négociations en vue de signer des accords de flexibilité.

Après la signature d'un accord à Roanne, qui a permis de sécuriser l'avenir du site en le reconvertissant sur la production de pneus haut de gamme, le groupe a entamé des négociations à la Roche-sur-Yon (poids lourds) et a lancé, fin 2015, des groupes de travail du même type à Vannes (Morbihan), Cholet (Vendée) et Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).

L'objectif : assouplir l'organisation du temps de travail, afin de répondre rapidement aux

changements de charges, tout en pérennisant les sites. « Nous voulons passer par des négociations locales, qui est le niveau le plus adapté pour bien prendre en compte les spécificités de chaque site », indiquait début décembre Rémi de Verdilhac, le patron France de Michelin. Une stratégie qui suit l'échec, il y a deux ans, de la mise en place d'un accord de compétitivité global, signé par la CFDT et la CFE-CGC mais rejeté par la CGT.

Comblant le retard

La liste des chantiers est encore plus impressionnante si l'on y ajoute les actions de ces dernières années (fermeture de l'usine de Joué-lès-Tours en 2013, restructuration dans la logistique en 2014, fermeture de trois usines poids lourds européennes en novembre 2015). « Nous n'avons jamais eu autant de dossiers en si peu de temps. Pour un groupe de notre culture, c'est exceptionnel », juge Patrick Bovolenta, de la CFDT. Michelin est pourtant loin d'être aux abois. Il devrait publier, la semaine prochaine, un résultat opérationnel proche de 2,2 milliards d'euros pour 2015, selon le consensus, maintenir un niveau de cash-flow attractif et profiter du rebond du marché européen des pneus tourisme.

Reste que le président du groupe, Jean-Dominique Sénard a fait de la compétitivité du site France sa priorité stratégique. Une démarche qui vise à combler le retard par rapport aux références du secteur – comme Continental, qui a concentré sa production sur de gros sites, principalement en Europe de l'Est.

Guerre des prix

Michelin doit aujourd'hui accélérer car il fait face à une véritable guerre des prix, attisée par la chute des cours du caoutchouc (-25% en 2015). Les analystes s'attendent à ce que le résultat 2015 du manufacturier soit amputé de 100 millions d'euros du fait de baisses de prix supérieures aux gains générés par les achats de matières premières ou l'amélioration du mix produits (pneus de grande taille...), alors que le différentiel devait être positif en début d'année...

De quoi mettre sous tension l'entreprise alors que la concurrence se durcit. Symbole parmi d'autres, les coréens Hankook – qui vient d'augmenter la capacité de son site en Hongrie – et Nexen – qui construit sa première usine européenne en République tchèque – commencent à venir chasser sur les terres du groupe...

2.1 Exercices appliqués

Exercice 20 : Des CDs

L'entreprise Cobb-Douglas & Sons produit des CDs en utilisant du capital k , dont le prix unitaire est p_k et du travail l , dont le prix unitaire est p_l . Sa fonction de production $f(k, l) = Ak^\alpha l^\beta$ avec A , α et β des réels strictement positifs.

- 1 – Comment sont les rendements d'échelle dans cette industrie ?
- 2 – Étudiez et dessinez avec une très grande rigueur des courbes d'isoproduction.
- 3 – Calculez et étudiez la fonction de coût de cette entreprise.
- 4 – Dessinez sur le graphique précédent le sentier d'expansion si $\alpha = \beta$ et si $p_l = 2p_k$.
- 5 – Supposons que Cobb-Douglas & Sons vende ses CDs sur un marché concurrentiel. Le prix unitaire de cet output est noté p , calculez la fonction d'offre de l'entreprise.

Exercice 21 : Complex Industrie

Complex Industrie produit du Zéon, z , en utilisant du Xéon,

x et du Yaenpasbcp, y . La fonction de production de Complex Industrie est :

$$z = f(x, y) = \max \{0, \sqrt{xy} - a\}, \quad (2.1)$$

avec $a > 0$. Le vecteur des prix est $\vec{p} = (p_z, p_x, p_y)$ dans ce secteur concurrentiel.

- 1 – Déterminez les fonctions de coût moyen et de coût marginal de Complex Industrie si la quantité de Yaenpasbcp est fixée à $\bar{y} > 0$, lorsque Complex Industrie produit.
- 2 – Déterminez les fonctions de coût moyen et de coût marginal de Complex Industrie à long terme.
- 3 – Représentez les fonctions de coûts trouvées dans toutes les questions précédentes sur un même graphique. Portez une très grande attention aux points de tangence, d'intersection et aux asymptotes. Commentez.

Exercice 22 : Air Lot : trajectoire pas linéaire mais presque

Considérons l'entreprise Air Lot,

sa fonction de production a la forme suivante :

$$f(A, L) = \sqrt{A} + L$$

où (A, L) sont les quantités de facteurs utilisées, avec $p_A > 0$ et $p_L > 0$ les prix unitaires de ces inputs.

- 1 – Comment appelle-t-on ce type de fonction de production ?
- 2 – Étudiez et dessinez avec une très grande rigueur des courbes d'isoproduction.
- 3 – Déterminez et étudiez les fonctions de demandes conditionnelles de facteurs.
- 4 – Dessinez les courbes associées à ces demandes conditionnelles dans le cas $q = 100$ et $p_A = p_L = 1$.
- 5 – Déterminez le sentier d'expansion et tracez-le sur le premier graphique.
- 6 – Calculez, étudiez et dessinez la fonction de coût $C(\cdot)$ d'Air Lot.
- 7 – Calculez la fonction d'offre $S(\cdot)$ d'Air Lot.

Exercice 23 : That's all Folks!

La fonction de coût de l'entreprise grecque Acmé est $C(q) = aq^2 + b$, q étant la quantité d'output qu'elle produit et (a, b) un couple de réels strictement positifs. Le marché de l'output est concurrentiel et le prix unitaire de l'output est noté p .

- 1 – Déterminez les fonctions de coût : moyen, $CM(q)$; marginal, $Cm(q)$; fixe, CF ; variable, $CV(q)$; variable moyen, $CVM(q)$.
- 2 – Calculez les seuils de fermeture et de rentabilité d'Acme.
- 3 – Donnez l'expression de la fonction d'offre, $S(p)$. Représentez graphiquement tout ce que vous venez de calculer.

Exercice 24 : Tourse

La fonction de coût de production de l'entreprise Tourse est donnée par la relation suivante :

$$C(q) = \frac{1}{2}q^2 + 2 \quad (2.1)$$

- 1 – Définir, calculer et représenter les fonctions de coût.
- 2 – Sommes-nous à court terme ou à long terme, pourquoi ?
- 3 – Calculer, après les avoir définis, les seuils de fermeture et de rentabilité.
- 4 – Déterminer la fonction d'offre de Tourse.

- 5 – Calculer, pour les trois situations de prix de vente unitaire suivantes, le profit dégagé par Tourse :
- $p = 1$,
 - $p = 2$,
 - $p = 3$.

Exercice 25 : Mais pas résolu

L'entreprise française Apogée produit un output en quantité q en utilisant z_1 unités du premier input et z_2 unités du second. On notera \vec{y} le vecteur input-output. Tous les marchés sont concurrentiels, le prix unitaire de l'output est égal à 1 et le prix unitaire de l'input i , ($i = 1, 2$), est noté $w_i > 0$. Apogée peut choisir parmi trois technologies : $f(\cdot)$, $g(\cdot)$ ou $h(\cdot)$.

- Supposons que cette entreprise choisisse $f(z_1, z_2) = \sqrt{z_1 + z_2}$.
 - Déterminez le (les) \vec{y}^* , en fonction de (w_1, w_2) , d'Apogée.
 - Déterminez le profit, $\pi^*(w_1, w_2)$, d'Apogée.
 - Supposons que cette entreprise choisisse $g(z_1, z_2) = \sqrt{\min\{z_1, z_2\}}$.
 - Déterminez le (les) \vec{y}^* , en fonction de (w_1, w_2) , d'Apogée.
 - Déterminez le profit, $\pi^*(w_1, w_2)$, d'Apogée.
 - Supposons que cette entreprise choisisse $h(z_1, z_2) = (\sqrt{z_1} + \sqrt{z_2})^2$.
 - Déterminez le (les) \vec{y}^* , en fonction de (w_1, w_2) , d'Apogée.
 - Déterminez le profit, $\pi^*(w_1, w_2)$, d'Apogée.
- 4 – Êtes-vous en mesure d'aider Apogée dans son choix ?

Exercice 26 : Économies de gamme : Toursgnole & Patiactol

Hercule Tub dit souvent à ses amis qu'il empile des racines. Son activité est évidemment un peu plus compliquée. En fait, il distille des pommes de terre pour fabriquer de la Toursgnole en quantité q_1 . Pour ce faire, il utilise deux facteurs de production, des pommes de terre en quantité x_j et du travail en quantité x_l . La fonction de production pour ce type d'activité est donnée par l'équation suivante :

$$q_1 = \sqrt{\sqrt{x_l} x_j}.$$

On supposera que les deux facteurs de production ont le même prix unitaire et que celui-ci est égal à 1.

- Comment appelle-t-on ce type de fonction de production ?
- Quelle est la nature des rendements d'échelle ? (justifiez par le calcul votre réponse)
- Calculez les fonctions de demande de facteur.
- Étudiez ces fonctions de demandes très précisément et représentez-les sur un même graphique.
- Déterminez la fonction de coût total $C(q_1)$ de cette entreprise.
- Étudiez cette fonction très précisément et dessinez la courbe de coût total.
- Déterminez la fonction d'offre de cette entreprise, sachant que le marché des spiritueux est concurrentiel.
- Étudiez et dessinez cette fonction.
- Quel est le surplus net de l'entreprise si le prix de la Toursgnole sur le marché est de 8 euros

par litre ?

10 – Calculez l'élasticité prix de l'offre.

Hercule a un fils de quinze ans qui a quelques problèmes de peau. Par hasard, Hercule découvre que les résidus de la distillation (i.e. les restes de matières organiques), sont très efficaces pour la peau de son fils. Il se dit qu'il pourrait faire d'une pierre deux coups, s'il produisait à partir de ces résidus, le Patiactol, en plus de produire de la Toursgnole. La quantité x_j de pommes de terre contribue donc à la production des deux biens. En plus du facteur de production pomme de terre commun aux deux productions, pour fabriquer q_1 litres de Toursgnole il faut x_{11} unités de travail et pour fabriquer une quantité q_2 de Patiactol, il faut x_{12} unités de travail. Les fonctions de production de cette entreprise sont données par les équations suivantes :

$$q_1 = \sqrt{\sqrt{x_{11}} x_j} \text{ et } q_2 = \sqrt{\sqrt{x_{12}} x_j}.$$

On supposera que tous les facteurs ont le même prix unitaire et que celui-ci est égal à 1.

11 – Déterminez la fonction de coût total $C(q_1, q_2)$ de cette entreprise.

12 – Montrez que : $C(q_1, q_2) < C(q_1, 0) + C(0, q_2)$.

13 – Qu'implique le résultat précédent ?

Exercice 27 : À l'université on travaille !

L'université de Tours utilise du travail T et du capital K pour produire la quantité de cerveaux Q , vendue au prix unitaire, $p > 0$. Dans cette économie tous les marchés sont concurrentiels. La technologie de production est $Q = K^\alpha \sqrt{T}$, avec $\alpha > 0$. Le prix unitaire du travail est $w > 0$ et celui du capital est normalisé à un.

1 – Comment appelle-t-on ce type de fonction de production ?

2 – Comment s'appelle la courbe réunissant l'ensemble des couples de quantités d'inputs qui permettent de produire la même quantité d'output ?

3 – Étudiez et dessinez avec une très grande rigueur cette courbe avec K sur l'axe des ordonnées.

4 – Étudiez, commentez et dessinez avec une très grande rigueur la fonction de coût, notée $C(\cdot)$, de l'université.

5 – Étudiez, commentez et dessinez avec une très grande rigueur la fonction d'offre, notée $Q(\cdot)$, de l'université.

6 – Calculez le surplus net de l'université, généré par la production si $\alpha < \frac{1}{2}$.

7 – Calculez l'élasticité prix de l'offre si $\alpha < \frac{1}{2}$, notée $\mu_p(\cdot)$, et interprétez.

Exercice 28 : Il est libre Max

Un État autarcique a dans son sous-sol un énorme gisement de charbon affleurant, la « Min' ». Pour que le marché du charbon soit concurrentiel, l'État a décidé d'allouer le droit d'extraire¹ du charbon à un très grand nombre d'entrepreneurs, chacun pouvant « faire son trou ». Max fait partie de ces entrepreneurs. Pour produire une quantité q de charbon, il lui faut utiliser k unités de capital et l heures de travail. Les marchés des inputs sont des marchés concurrentiels. La fonction de production de Max est :

$$q = \max\{\min\{k - 1, \sqrt{l}\}, 0\}. \quad (2.1)$$

1. On appelle ce droit : une « minette » ; il ne dure qu'une unité de temps.

On notera p le prix unitaire du charbon, r le prix unitaire du capital et w le salaire horaire. Dans cet exercice on ne s'intéressera qu'au problème statique.

- 1 – Tracez les isoquantes de niveau : 0, $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$, 3 et 4. Prêtez une attention toute particulière à celle de niveau 0.
- 2 – Écrivez le programme que Max doit résoudre pour déterminer sa fonction de coût.
- 3 – Déterminez la fonction de coût, $C(\cdot)$.
- 4 – Représentez la fonction de coût sur un graphique.
- 5 – Déterminez le seuil de rentabilité, s_r , et le seuil de fermeture, s_f .
- 6 – Représentez ces seuils sur un graphique.
- 7 – Écrivez le programme que doit résoudre Max pour déterminer sa fonction d'offre.
- 8 – Déterminez la fonction d'offre, $S(\cdot)$.
- 9 – Représentez la fonction d'offre inverse sur un graphique.
- 10 – Calculez l'élasticité prix de l'offre, $\mu_p(\cdot)$. Donnez son interprétation, comment est l'offre de Max?
- 11 – Pourquoi il est libre Max?

2.2 Exercices théoriques

Exercice 29 : Irréversibilité Considérons Y un ensemble de production et $\vec{y} \in Y$ avec $\vec{y} \neq \vec{0}$. La propriété d'irréversibilité implique que : $-\vec{y} \notin Y$. Dessinez deux ensembles de production : un qui vérifie la propriété d'irréversibilité et l'autre pas.

Exercice 30 : Rendements et homogénéité Soit $f(\cdot)$ la fonction de production associée à une technologie monoproduit et Y l'ensemble de production. L'output n'est pas un input, il y a $L > 2$ biens dans cette économie. Montrez qu' Y vérifie la propriété de rendements constants à l'échelle si et seulement si $f(\cdot)$ est homogène de degré un.

Exercice 31 : Concave & Convexe Soit $f(\cdot)$ la fonction de production associée à une technologie monoproduit et Y l'ensemble de production. L'output n'est pas un input et il y a $L - 1$ inputs. Montrez que Y est convexe si et seulement si $f(\cdot)$ est concave.

Exercice 32 : Additivité Un output peut être produit en utilisant séparément ou simultanément deux technologies. Une n'utilise que l'input 1, en quantité z_1 , et l'autre que l'input 2, en quantité z_2 . Soit $g_i(y_i)$ la quantité minimale d'input i suffisante pour produire la quantité d'output y_i , $i = 1, 2$. La fonction $g_i(\cdot)$ est supposée croissante et $g_i(0) = 0$ pour $i = 1, 2$.

- 1 – Définir l'ensemble de production, noté Y .
- 2 – Montrez que si $\forall (y_i, y'_i) \in \mathbb{R}_+^2 : g_i(y_i + y'_i) \leq g_i(y_i) + g_i(y'_i)$ avec $i = 1, 2$ alors Y vérifie la propriété d'additivité.

Chapitre 3

Risque & Dynamique

Sommaire

3.1 Exercices appliqués	24
Double coque sinon rien!	24
A plogut	24
Loterie	25
Joe t'assures?	25
Les trois petits cochons	26
À Sue vaillante rien d'impossible	26
CAC39	27
Conjoncture	28
3.2 Exercices théoriques	28
Plus concave	28
Approximation d'Arrow-Pratt	29

Avant-propos : « La maladie derrière les taux d'intérêt trop bas » [LesEchos.fr Jean-Marc Vittori 09/06/2016 à 7:00](#)

Le phare de l'Europe va rentrer sous l'eau... Tel est l'étrange message des marchés financiers européens. Le phare, c'est le taux d'intérêt à dix ans sur les obligations émises par l'État allemand. La référence absolue sur le Vieux Continent. Certains experts expliquent volontiers que le prix de tous les actifs financiers se définit par un écart avec ce taux d'intérêt, un « spread » comme disent les Anglo-Saxons. Et sa rentrée sous l'eau, c'est tout simplement le fait qu'il va sans doute devenir négatif. Il est déjà descendu à 0.04%, son plus bas historique. Bien sûr, un taux zéro, ce n'est pas le zéro degré Kelvin, un niveau au-dessous duquel il est impossible de descendre et où la vie a disparu depuis longtemps. Malgré des taux à dix ans déjà inférieurs à zéro en Suisse ou au Japon, la terre continue de tourner. Mais c'est clairement le signal que la finance, elle, tourne à l'envers. **Les créanciers paient pour placer leur argent, les débiteurs sont payés pour emprunter.** C'est le résultat d'une formidable demande des investisseurs pour des actifs dits « sûrs » comme sont censés l'être les emprunts d'État, et donc le signe d'une terrible **aversion au risque**. C'est aussi le fruit d'une politique monétaire de la banque centrale européenne toujours plus aventureuse pour tenter de ramener la hausse des prix vers les 2%. Une politique qui renforce encore les achats de « Bund » allemand. Mais il n'y a pas seulement une anomalie profonde du côté de la demande. Le déséquilibre vient aussi d'un problème d'offre. Il n'y a pas assez d'obligations allemandes. Globalement, État, Länder et collectivités locales équilibrent leur budget. Berlin n'emprunte plus que pour refinancer son stock de dettes. Le pays déborde d'épargne, ce que reflète l'excédent de ses comptes courants proche

de 9%, bien-delà du plafond de 6% considéré comme raisonnable par les accords européens. Cela peut paraître sage dans un pays vieillissant. C'est dramatique pour le pays, pour la zone euro et pour l'Union européenne dans son ensemble. La première puissance économique du continent investit trop peu, alors que l'emprunt est gratuit. Elle oublie de préparer son avenir, alors qu'elle en aurait les moyens. En ne cessant de répéter que « les pays ayant des marges de manoeuvre budgétaire devraient faire davantage pour soutenir la demande, par exemple en accroissant l'investissement public », le FMI vise évidemment d'abord et surtout l'Allemagne. Mais la question de l'investissement ne touche pas seulement ce pays. Elle se pose à l'Europe toute entière. Les langueurs du plan Juncker montrent qu'elle manque pour l'instant de réponses. Ce qui renvoie à d'autres questions encore plus vitales : quel avenir voulons-nous ? Et comment le construire ?

« Une société malade de sa peur du risque ? » [LesEchos.fr Yann Verdo 17/06/2016 à 18:34](#)

Notre **perception des risques** sanitaires ou de ceux engendrés par la technoscience est faussée par de multiples biais, explique un rapport de l'Académie des technologies. « La **risquophobie** », mère du **principe de précaution**, envahit nos sociétés. Quitte à freiner le progrès.

Des barrières de deux mètres de haut isolant les zones en travaux des piétons. Des ouvriers aux allures de « liquidateurs » post-Tchernobyl (masques, gants, combinaisons). Un système d'arrosage pour éviter que les poussières ne s'envolent et se disséminent par les rues...

L'arrêt brutal du chantier de prolongement du tramway T3, entre la porte de la Chapelle et celle d'Asnières, au nord de Paris, est la dernière illustration en date de la fébrilité s'emparant des pouvoirs publics et de la société chaque fois qu'un nouveau « risque » putatif est décou-

vert. En l'occurrence, la présence d'actinoline, une forme d'amiante naturel, dans certains granulats servant à la fabrication du bitume. En attendant que l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) ait réuni son panel d'experts pour dire si cette fibre est cancérigène (comme l'amiante industriel) ou pas, ce chantier et de nombreux autres sur le territoire ont été stoppés net. En application du désormais fameux « principe de précaution », gravé dans le marbre constitutionnel.

Cet exemple est loin d'être isolé. Les récentes controverses sur les vaccins ont marqué les esprits : tantôt ressurgit l'hypothèse d'un lien entre tel vaccin et telle maladie (vaccin contre l'hépatite B et sclérose en plaques, vaccin contre la rougeole et autisme), tantôt l'on s'inquiète sur la présence d'adjuvants suspects (comme l'aluminium), tantôt l'on s'interroge sur l'opportunité de vacciner une personne immunodéprimée ou porteuse d'une maladie auto-immune. Fait remarquable au pays de Louis Pasteur, la défiance à l'égard des vaccins, nourrie et relayée par des activistes antivaccinalistes faisant grand usage du Web (en inondant de vidéos des sites comme YouTube ou en « prêchant » les internautes venus sur les forums de discussion comme Doc-tissimo), ne cesse de croître. D'après une étude réalisée en 2013, près de 40% (38.2%) des Français étaient défavorables à la vaccination en 2010, contre 8.5% dix ans auparavant.

Rapport ambivalent à la science

Ces chiffres sont cités dans le petit rapport sur la perception des risques que le physicien Etienne Klein et le sociologue Gérald Bronner viennent de réaliser pour l'Académie des technologies. Pour synthétique qu'il soit, ce document d'une quarantaine de pages met remarquablement bien en lumière notre rapport de plus en plus ambivalent à la science et à la technologie

et, plus encore, notre « risquophobie » aiguë.

Spécialiste des croyances, Gérald Bronner est un bon connaisseur de la façon dont des peurs parfois irrationnelles peuvent s'emparer brutalement d'une collectivité. « La perception des risques, explique-t-il, résulte toujours d'une hybridation entre des invariants mentaux et des variables socioculturelles. » Les variables socioculturelles font que l'on n'appréhende pas un même risque de la même façon dans tous les pays, à toutes les époques : tantôt ce seront les OGM qui occuperont le devant de la scène (comme dans la France de José Bové, au plus fort des campagnes des faucheurs volontaires), tantôt le nucléaire (après Fukushima).

Plus intéressants sont les invariants mentaux, ces biais cognitifs qui nous empêchent bien souvent de nous faire une idée juste du risque réellement encouru. Notre cerveau est ainsi fait qu'il a naturellement tendance à surestimer (d'un facteur 10 à 15) les risques présentant à la fois une très faible probabilité d'occurrence et des conséquences catastrophiques s'il se réalise. Ce fait a été établi par le pionnier de la neuroéconomie et professeur à la MIT Sloan School of Management, Drazen Prelec. Or beaucoup de risques technico-scientifiques entrent dans cette catégorie. « Lorsque le grand accélérateur de particules du CERN s'est lancé dans sa quête du boson de Higgs, raconte Gérald Bronner, deux plaintes ont été déposées devant les tribunaux au motif que cette débauche d'énergie risquait de provoquer un mini-trou noir : un événement aux conséquences apocalyptiques, mais à la probabilité infinitésimale. »

Un autre biais bien connu des spécialistes de la psychologie cognitive concerne les risques à effet de seuil - là encore, la technoscience en offre de nombreux exemples. « Le cerveau humain a beaucoup de difficultés à penser correctement ce type de risques. Il perçoit de la continuité là où il

y a en réalité des discontinuités », poursuit le sociologue, qui cite l'exemple des antennes-relais. Alors que les études ont montré que celles-ci étaient sans danger pour les riverains (l'intensité du champ électromagnétique se diluant très vite avec la distance), cela ne dissipe pas l'inquiétude des personnes concernées. « Le raisonnement que l'on se fait tous intuitivement, et qui est faux dans le cas d'espèce, est le suivant : même à bonne distance, l'effet ne s'annule pas tout à fait ; à la longue, les petits ruisseaux faisant les grandes rivières, il finit par ne plus être négligeable du tout. »

Même lorsque nous tentons une approche rationnelle, fondée sur **l'évaluation la plus objective possible du rapport bénéfice-risque**, nous ne sommes pas à l'abri de ces distorsions faussant notre jugement comme des illusions d'optique. Les travaux du prix Nobel Daniel Kahneman, père fondateur de ce domaine d'études et auteur du best-seller « Système 1, Système 2. Les deux vitesses de la pensée », ont montré qu'il fallait en moyenne 2.50 euros de bénéfice pour compenser psychologiquement le risque de perdre 1 euro.

Les conséquences de l'inaction

Par définition, ces invariants mentaux ont toujours existé, pourrait-on objecter. Mais, soulignent les coauteurs du rapport, deux phénomènes relativement récents sont venus en amplifier les effets. Le premier est ce qu'ils appellent la « dérégulation du marché de l'information » (blogs, réseaux sociaux...) qui permet une diffusion massive des peurs irrationnelles. « Ce qui restait naguère cantonné à la sphère de l'intime s'expose désormais sur l'espace public », constate Gérard Bronner. Le second est la course à la concurrence de plus en plus effrénée que subissent les chercheurs - le fameux « publish or perish » (publier ou périr). « Cela a un effet mécanique à la baisse sur la qualité moyenne des publications », note le sociologue. Résultat : sur

tous les sujets, la littérature scientifique est telle que l'on est pratiquement assuré de trouver au moins une étude - pas forcément reproductible, ni surtout représentative - qui sera susceptible de venir à l'appui des thèses des contempteurs de la technoscience.

Qu'il s'agisse des nanotechnologies, des manipulations génétiques sur l'homme, du nucléaire ou de la géo-ingénierie, toutes les craintes ne sont pas, loin s'en faut, infondées. Le problème est que l'attitude consistant à rejeter toute prise de risque - la stratégie « ceinture et bretelles » - n'est elle-même pas sans risque. « Tout se conjugue pour que nous soyons obnubilés par les conséquences de notre action, mais sans jamais envisager les conséquences de notre inaction », résume Gérard Bronner. Or, estime-t-il, « on prend d'énormes risques à ne pas en prendre ».

Le principe de précaution

- Il trouve ses prémices dans l'Allemagne des années 1970 avec le philosophe Hans Jonas (« Le Principe de responsabilité », 1979).
- Il est formulé pour la première fois en 1992 dans la Déclaration de Rio (Principe 15) et introduit la même année dans le traité de Maastricht.
- L'article 5 de la Charte de l'environnement, l'un des quatre textes de la Constitution depuis 2005, le définit ainsi : « Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent (...) à la mise en oeuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage. »

3.1 Exercices appliqués

Exercice 33 : Double coque sinon rien!

Les pétroliers peuvent éliminer le risque de naufrage en construisant une « double coque ». Supposez que le risque de naufrage pour un navire à simple coque soit de 1%, et qu'un naufrage génère un dommage à l'environnement évalué à 10 milliards d'euros. Le coût de fabrication d'un pétrolier à simple coque est égal à 500 millions d'euros. Ce coût grimpe à 550 millions d'euros pour un navire à double coque. On suppose la neutralité au risque.

- 1 – Est-il socialement désirable d'exiger que les armateurs construisent des doubles coques? Pour répondre à cette question, calculez et comparez l'espérance de perte (dommage environnemental + perte du bateau) selon le mode de construction.
- 2 – Supposez que les États ne soient pas capables de faire payer aux armateurs propriétaires d'un pétrolier abîmé les dommages environnementaux dus au naufrage. Déterminez le choix de construction (simple ou double coque) des armateurs. Ce choix est-il socialement efficace?
- 3 – Supposez que les États soient capables de faire payer aux armateurs l'ensemble des dommages environnementaux que leur activité génère. Déterminez, dans ce cas, le choix des armateurs.

Exercice 34 : A plogut

Les inondations causent des dégâts considérables mais évacuer les zones inondables est coûteux. L'agence Enaigada, bénévole, veut établir des critères d'évacuation des zones inondables. La probabilité d'inondation est de 1%. Il y a quatre réalisations possibles :

- i. pas d'évacuation et pas d'inondation (NENI),
- ii. évacuation et pas d'inondation (ENI),
- iii. évacuation et inondation (EI),
- iv. pas d'évacuation et inondation (NEI).

On sait que l'agence Enaigada est indifférente entre la loterie « certaine », l_{ENI} , et une loterie composée : l_{NENI} avec une probabilité p et l_{NEI} avec une probabilité $1 - p$. On sait aussi que l'agence Enaigada est indifférente entre l_{EI} et : l_{NENI} avec une probabilité q et l_{NEI} avec une probabilité $1 - q$. Pour finir, cette agence préfère strictement l_{NENI} à l_{NEI} . On notera $u(\cdot)$ la fonction d'utilité, de type vNM, de l'agence.

- 1 – Écrivez de manière beaucoup plus concise les informations que vous avez sur les préférences de l'agence Enaigada. Justifiez économiquement ces préférences.
- 2 – Si $u(l_{NENI})$ est normalisé à un et si $u(l_{NEI})$ est nul : calculez les niveaux d'utilité, en fonction des paramètres, pour les deux réalisations restantes.

Supposons que l'agence Enaigada ait deux critères de choix possibles, un plus « frileux » que l'autre.

Critère 1 : Dans le cas d'une inondation, 90 fois sur 100 elle aura pris la bonne décision ex-ante (i.e. évacuer les zones inondables) et dans le cas où il n'y a pas d'inondation, 10 fois sur 100 elle aura pris la mauvaise décision (i.e. évacuer les zones inondables).

Critère 2 : Dans le cas d'une inondation, 95 fois sur 100 elle aura pris la bonne décision ex-ante (i.e. évacuer les zones inondables) et dans le cas où il n'y a pas d'inondation, 15 fois sur 100 elle aura pris la mauvaise décision (i.e. évacuer les zones inondables).

- 3- Lequel des critères est le plus « frileux » ? Pourquoi ?
- 4- Pour chacun des critères déterminez la distribution de probabilité des quatre réalisations possibles.
- 5- En utilisant la fonction d'utilité $u(\cdot)$, déterminez le critère choisi par l'agence Enaigada.

Exercice 35 : Loterie

Considérons un agent économique et les deux loteries suivantes :

$$\ell = \begin{cases} 200\text{€} & \text{avec une probabilité égale à } 0.7 \\ 0\text{€} & \text{avec une probabilité égale à } 0.3 \end{cases}$$

$$\ell' = \begin{cases} 1200\text{€} & \text{avec une probabilité égale à } 0.1 \\ 0\text{€} & \text{avec une probabilité égale à } 0.9 \end{cases}$$

Notons x_ℓ (resp. $x_{\ell'}$) la somme d'argent telle que l'agent soit indifférent entre percevoir cette somme ou jouer à la loterie ℓ (resp. ℓ').

- 1- Quel nom donne-t-on à x_ℓ en économie du risque ?
- 2- Soit $\phi(\ell)$ la prime de risque, calculez $\phi(\ell)$ en fonction de x_ℓ .
- 3- Calculez $x_{\ell'}$.
- 4- Montrez que si les préférences de l'agent sont transitives et monotones, alors :

$$\ell \succ \ell' \iff x_\ell > x_{\ell'}. \quad (3.1)$$

Exercice 36 : Joe t'assures ?

Joe Bar possède une moto d'une valeur de 10 k€, c'est sa seule richesse. Il a deux chances sur trois de ne pas avoir un accident. En cas d'accident, sa moto perdrait la moitié de sa valeur. Il existe un marché concurrentiel de l'assurance moto. Si Joe paie une prime p , en cas d'accident il recevra une indemnisation I . Notons $U(\cdot)$ la fonction d'utilité vNM de Joe et $v(\mathcal{R})$ sa fonction d'utilité indirecte, \mathcal{R} étant sa richesse ex-post.

- 1- Écrivez la loterie, ℓ_a , que Joe consomme s'il s'assure et celle qu'il consomme, ℓ_{na} , s'il ne s'assure pas.
- 2- Calculez $U(\ell_a)$ et $U(\ell_{na})$.
- 3- Sous quelle condition Joe s'assurera ?

Examinons le comportement de Joe, en terme de couverture du risque, en fonction de ses préférences. Si $v(\mathcal{R}) = e^{\mathcal{R}}$:

- 4- Sous quelle condition Joe s'assurera totalement ?
 - 5- Quel montant minimal d'indemnisation doit-on proposer à Joe pour qu'il accepte de payer une prime de 0.5 k€ ?
 - 6- Calculez l'équivalent certain $c(\ell_{na}, v)$ et la prime de risque $\phi(\ell_{na}, v)$.
 - 7- Calculez les coefficients d'aversion absolue et relative au risque.
- Si $v(\mathcal{R}) = \mathcal{R}$:

- 8 – Sous quelle condition Joe s'assurera totalement ?
- 9 – Quel montant minimal d'indemnisation doit-on proposer à Joe pour qu'il accepte de payer une prime de 0.5 k€ ?
- 10 – Calculez l'équivalent certain $c(\ell_{na}, v)$ et la prime de risque $\phi(\ell_{na}, v)$.
- 11 – Calculez les coefficients d'aversion absolue et relative au risque.
Si $v(\mathcal{R}) = \ln \mathcal{R}$:
- 12 – Sous quelle condition Joe s'assurera totalement ?
- 13 – Quel montant minimal d'indemnisation doit-on proposer à Joe pour qu'il accepte de payer une prime de 0.5 k€ ?
- 14 – Calculez l'équivalent certain $c(\ell_{na}, v)$ et la prime de risque $\phi(\ell_{na}, v)$.
- 15 – Calculez les coefficients d'aversion absolue et relative au risque.
- 16 – Comparez et expliquez les résultats précédents.

Exercice 37 : Les trois petits cochons

Un des trois petits cochons, a une épargne de 100 000€ et possède une maison construite avec de la paille d'une valeur de 300 000€, notée m . La probabilité que sa maison soit entièrement détruite par le souffle du loup est $p_{\bar{e}} = 0.5$. S'il exerce un niveau d'effort $e = 0.3$ afin de protéger sa maison, la probabilité tombe à $p_e = 0.2$. La fonction d'utilité du petit cochon est de type vNM, et son utilité indirecte est : $u(y, e) = \sqrt{y} - e$, avec y sa richesse et e est le niveau d'effort qu'il exerce.

- 1 – En l'absence d'assurance, est-ce que le petit cochon va chercher à réduire la probabilité que sa maison soit détruite ?

Le petit cochon envisage de prendre une assurance « catastrophe naturelle » pour pouvoir rebâtir sa maison si celle-ci est « soufflée » par le loup. L'agent d'assurance lui explique que la police d'assurance comprend une prime A et que l'assurance rembourse la valeur de la maison en cas de destruction à l'exception d'un montant F qui restera à sa charge.

- 2 – Pourquoi le petit cochon peut-il souhaiter souscrire une assurance ? Comment appelle-t-on F ?
- 3 – Pourquoi la compagnie d'assurance choisit-elle d'introduire F dans son contrat ? Vérifiez que l'entreprise d'assurance a raison.
- 4 – Pour une prime donnée A , quel est le montant minimal F que doit fixer la compagnie d'assurance ?
- 5 – Indiquer la manière dont on peut trouver le contract optimal (A, F) qui maximise les bénéfices de la société d'assurance et qui rende le petit cochon indifférent entre souscrire et ne pas souscrire d'assurance (en supposant toujours que la compagnie d'assurance veut inciter l'assuré à faire un effort élevé).
- 6 – Le petit cochon choisirait-il de souscrire une police actuariellement juste sans franchise, si ce produit existait sur le marché ? Justifiez votre réponse.
- 7 – Sachant que la plupart des polices d'assurance ont des franchises obligatoires, les consommateurs ne sont jamais pleinement assurés. Est-il correct de conclure que les consommateurs seraient mieux lotis avec une loi interdisant les franchises ?

Exercice 38 : À Sue vaillante rien d'impossible

Sue Vaillan est une consommatrice vivant deux périodes. La quantité de bien j , ($j = 1, 2$), consommée à la date t , ($t = 1, 2$), est notée x_{it} . Les

prix unitaires sont notés p_{jt} . La fonction d'utilité intertemporelle de Sue, u , est donnée par :

$$u(x_{11}, x_{21}, x_{12}, x_{22}) = [x_{11}x_{21} [x_{12}x_{22}]^\rho]^\alpha, \quad (3.1)$$

avec ρ un réel positif et $\alpha < 0.5$. Il existe un marché financier concurrentiel sur lequel le taux d'intérêt i est strictement positif. Sue peut écrire un contrat crédibilisant ses opérations sur le marché financier, l'écriture de ce contrat est supposée n'engendrer aucun coût. Le taux d'inflation dans cette économie est noté g et est supposé positif. À la date t , Sue reçoit un revenu exogène \mathcal{R}_t . On supposera que les revenus sont parfaitement indexés sur les prix et on notera r le taux d'intérêt réel.

- 1 – Quel mot utilise-t-on pour qualifier la taux d'intérêt i ?
- 2 – Si Sue préfère le présent que peut-on en déduire sur ρ ?
- 3 – Écrivez la contrainte budgétaire intertemporelle de Sue.
- 4 – Écrivez le programme d'optimisation de Sue.
- 5 – Déterminez le meilleur choix de Sue en terme de consommations.
- 6 – Comment évolues ces consommations par rapport au taux d'intérêt réel ?
- 7 – Sous quelle condition Sue épargnera durant la première période de sa vie ?

Exercice 39 : CAC39 Soit CAC39 une entreprise cotée à la bourse de Paris. Dans ce qui suit la date t désigne le 1er janvier de l'année t . La somme D_t est versée, pour chaque action, aux actionnaires à la date t . On anticipe que cette somme va croître régulièrement au taux g et que donc :

$$g = \frac{D_{t+1} - D_t}{D_t} \text{ pour } t = 0, 1, 2, \dots$$

Notons i le taux d'actualisation et supposons que $g < i$.

- 1 – Comment appelle-t-on la somme D_t ?
- 2 – Donnez un exemple de ce que pourrait être i .
- 3 – Calculez la somme actualisée en $t = 0$ des sommes D_t versées de $t = 1$ à $t = T$ en fonction de D_1 , g et i . On posera que $\frac{1+g}{1+i} = a$, pour simplifier l'expression obtenue.
- 4 – On appellera V_0 , la valeur obtenue à la question précédente lorsque T tend vers l'infini. Calculez V_0 .
- 5 – Comment appelle-t-on la formule obtenue à la question précédente ?
- 6 – Si CAC39 paye, en $t = 0$, 15€ par action, que le taux d'actualisation est de 8% et que g est de 3%, calculez V_0 .
- 7 – Supposons que les profits de CAC39 ne sont pas entièrement distribués aux actionnaires. Soit π_t les profits de l'année t distribués ou réinvestis au 1er janvier de l'année $t + 1$. On a donc :

$$D_{t+1} = \alpha \pi_t \text{ pour } t = 0, 1, 2, \dots \quad (3.1)$$

avec $\alpha \in (0, 1)$, le taux de distribution des profits. Comment appelle-t-on la partie non distribuée des profits qui est réinvestie dans l'entreprise ?

- 8 – Supposons que CAC39 ne puisse lever aucun fond sur les marchés financiers et donc que si elle veut investir, elle ne peut utiliser que la partie non distribuée de ses profits. Notons r le taux de rendement des capitaux investis dans CAC39. Soit K_t le montant des capitaux investis en t . On

a donc :

$$\pi_t = rK_t \quad (3.2)$$

et :

$$K_t - K_{t-1} = (1 - \alpha) \pi_{t-1} \quad (3.3)$$

Exprimez g en fonction de α et de r .

9 – En déduire V_0 en fonction de D_0 , α , r et i .

10 – Supposons que CAC39 après clôture de ses comptes de l'année précédente, fasse en $t = 0$ un profit par action de 15€. Supposons que i soit de 8%, r de 14% et que CAC39 réinvestisse la moitié de ses profits. Calculez V_0 .

Exercice 40 : Conjoncture

La société Conjoncture étudie un projet d'investissement qui peut être : réalisé à la date 0 (D_1), ou reporté à la date 1 et réalisé à cette date (D_2), ou reporté à la date 1 et abandonné à cette date (D_3). Le capital investi est de 800 ; la durée de vie du projet est de 4 ans et le coût du capital est de 8%. Si l'investissement est réalisé à la date 0, les recettes nettes à la date 1 seront de 150. Les recettes nettes aux dates 2, 3 et 4 seront : de 350 si la situation du marché est favorable et de 200 si la situation du marché est peu favorable. Si l'investissement est réalisé à la date 1, les recettes nettes seront toutes les années suivantes : de 350 si la situation du marché est favorable et de 200 si la situation du marché est peu favorable.

1 – Calculez la VAN correspondant à chacune des situations possibles. Présentez les résultats dans un tableau.

2 – Indiquez quel est le projet choisi si la société Conjoncture suit les conseils du mathématicien américain Savage.

3 – Indiquez quel est le projet choisi si la société Conjoncture suit les conseils du mathématicien Austro-Hongrois Wald.

On suppose maintenant qu'il y a 40% de chances que la situation du marché soit peu favorable.

4 – Quelle serait alors la décision de la société Conjoncture si elle suit les conseils du célèbre mathématicien Pascal ?

3.2 Exercices théoriques

Exercice 41 : Plus concave

Deux agents économiques hétérogènes dans leurs préférences ont la même richesse initiale, notée \mathcal{R} , mais pas la même fonction d'utilité indirecte. On notera v_i celle de l'agent i avec $i = 1, 2$. Par définition, l'agent 1 est plus risque-averse que l'agent 2, ceci quelque soit le niveau de richesse initiale, si le premier « n'aime pas » toutes les loteries monétaires que le second n'aime pas. L'agent 1 est plus réticent à prendre un risque que l'agent 2. Les fonctions v_i sont \mathcal{C}^2 , strictement croissantes et strictement concaves, on peut donc définir la fonction ψ telle que $\forall v \in \mathbb{R}$:

$$\psi(v) = v_1 \left(v_2^{-1}(v) \right). \quad (3.1)$$

La fonction ψ transforme donc v_2 en v_1 .

1 – Calculez $\frac{d\psi(v_2(\mathcal{R}))}{dv}$, déduisez-en que cette dérivée est positive.

Considérons tous les risques (loteries) \tilde{x} tels que : $\mathbb{E}(v_2(\mathcal{R} + \tilde{x})) \leq v_2(\mathcal{R})$. L'agent 2 n'aime pas les risques \tilde{x} . Supposons aussi que $\frac{d^2\psi(\cdot)}{dv^2} < 0$.

2 – Montrez que l'agent 1 n'aime pas les risques \tilde{x} . Commentez.

3 – Calculez $\frac{d^2\psi(v_2(\mathcal{R}))}{dv^2}$ en fonction des coefficients d'aversion absolue au risque. Commentez.

Notons ϕ_i la prime de risque de l'agent i , qui par définition est solution de : $\mathbb{E}(v_i(\mathcal{R} + \tilde{x})) = v_i(\mathcal{R} - \phi_i)$ et c_i l'équivalent certain, qui par définition est solution de : $\mathbb{E}(v_i(\mathcal{R} + \tilde{x})) = v_i(\mathcal{R} + c_i)$.

4 – Montrez que $\phi_2(\mathcal{R}, \tilde{x}) \leq \phi_1(\mathcal{R}, \tilde{x}) ; \forall(\tilde{x}, \mathcal{R})$. Commentez.

5 – Montrez que $c_2(\mathcal{R}, \tilde{x}) \geq c_1(\mathcal{R}, \tilde{x}) ; \forall(\tilde{x}, \mathcal{R})$. Commentez.

Exercice 42 : Approximation d'Arrow-Pratt

Considérons un risque pur (bruit blanc) \tilde{x} et h un réel proche de zéro. La fonction d'utilité indirecte de l'agent étudié est notée $v(\mathcal{R}) \in \mathcal{C}^2$ et sa richesse initiale est notée w . On supposera qu'il existe une fonction $\pi(h)$ telle que :

$$\mathbb{E}(v(w + h\tilde{x})) = v(w - \pi(h)). \quad (3.1)$$

1 – Comment appeler $\pi(h)$?

2 – Calculez $\pi(0)$.

3 – Différentiez l'équation (3.1) par rapport à h . Déduisez-en que $\frac{d\pi(0)}{dh} = 0$.

4 – Différentiez deux fois l'équation (3.1) par rapport à h . Déduisez-en que $\frac{d^2\pi(0)}{dh^2}$ est un fonction du coefficient d'aversion absolue au risque, noté A .

5 – Développez $\pi(h)$ autour de zéro à l'ordre 2 (Taylor).

6 – En posant $\tilde{y} = h\tilde{x}$, approximez la prime de risque $\phi(w, \tilde{y})$ pour des « petits » risques. Commentez.

Chapitre 4

Équilibre partiel

Sommaire

4.1 Exercices appliqués	34
Des trucs pas moches	34
Pas que des bulles	35
Mon chou	35
Riz Ô taux	36
Il est bio le vin	37
4.2 Exercices théoriques	38
Alphavil	38
Tax	39

Avant-propos : « L'éthique et le marché » LeS-Echos.fr Jean Tirole 07/12/2014 à 10:30

Limites morales du marché...

Aux yeux des économistes, le marché est un puissant mécanisme d'allocation des ressources. Il protège aussi le citoyen des lobbies et du pouvoir discrétionnaire, si présents dans les économies planifiées où les mécanismes d'allocation des ressources sont plus centralisés. Pour ces raisons, il joue un rôle central dans la vie économique. Mais bénéficiaire des vertus du marché requiert souvent de s'écarter du laissez-faire. De fait, les économistes ont consacré une grande partie de leurs recherches à l'identification des défaillances du marché et à leur correction par la politique publique : droit de la concurrence, régulation par les autorités sectorielles et prudentielles, taxation des externalités environnementales ou de congestion, politique monétaire et de stabilité financière, mécanismes de fourniture des biens tutélaires comme l'éducation et la santé, redistribution, etc. Les spécialistes des autres sciences sociales (philosophes, psychologues, sociologues, juristes et politistes...), une grande partie de la société civile, et la plupart des religions ont une vision différente du marché. Tout en reconnaissant ses vertus, ils reprochent souvent aux économistes de ne pas suffisamment tenir compte des problèmes d'éthique, et de la nécessité d'établir une frontière claire entre les domaines marchand et non-marchand.

Un symptôme de cette perception est le succès planétaire du livre « Ce que l'argent ne saurait acheter : Les limites morales du marché » de Michael Sandel (1), professeur de philosophie à Harvard. Pour citer certains de ses exemples, Michael Sandel fait valoir que toute une gamme de biens et services, comme l'adoption d'enfants, la gestation pour autrui, la sexualité, la drogue, le service militaire, le droit de vote, la pollution ou la transplantation d'organes, ne doivent pas être

banalisés par le marché. Pas plus que de l'amitié, l'admission aux grandes universités ou le prix Nobel ne doivent être achetés, ou les gènes et plus généralement le vivant ne doivent être brevetés.

...ou défaillances de marché?

Certains de ces exemples reflètent un manque de connaissance des très nombreux travaux d'économistes depuis dix ans et parfois beaucoup plus, en Europe (2) comme aux États-Unis. Ces travaux théoriques et expérimentaux (sur le terrain, en laboratoire ou en neuroéconomie) couvrent des sujets aussi divers que la morale et l'éthique, les normes sociales, l'identité, la confiance, ou les phénomènes d'éviction engendrés par les incitations. Par exemple, l'idée que l'on puisse acheter une vraie amitié, une admission à une université ou un prix Nobel contrevient aux théories élémentaires sur les asymétries d'information : ces « biens » perdraient leur valeur s'ils pouvaient être achetés ! Un marché pour l'adoption d'enfants où les « vendeurs » (parents biologiques, agences d'adoption) et les « acheteurs » (les parents adoptifs) s'échangeraient des enfants, n'inclurait pas une tierce partie pourtant très concernée : les enfants eux-mêmes. La question de la drogue pose, au-delà des problèmes de violence ou de santé publique liés aux drogues dures, la question de l'insuffisance d'autodiscipline et de l'addiction, dont les individus concernés sont les premières victimes. Un pays où les droits de vote s'échangeraient à un prix de marché ne mènerait pas à des politiques auxquelles nous souscririons « derrière le voile de l'ignorance », c'est-à-dire avant de connaître notre place dans la société (3). Quant à la pollution, l'expérience montre que la recommandation la plus fréquente des économistes - un prix unique du polluant - a nettement diminué le coût des politiques écologiques, et par là les a nettement renforcées. Pour tous ces

exemples, nous sommes donc dans le domaine des défaillances de marché, que les économistes ont toujours mises au premier plan. Une autre limite au marché est que dans certaines circonstances les incitations qu'ils créent peuvent être contre-productives. Roland Bénabou (de l'université Princeton) et moi-même avons supposé qu'un comportement prosocial peut être motivé par trois facteurs : une vraie générosité, une incitation (par exemple monétaire) à adopter un tel comportement, et une volonté de paraître, c'est-à-dire de donner une bonne image de soi, soit vis-à-vis de soi-même soit vis-à-vis des autres. Cette volonté de paraître peut être modélisée grâce à la théorie « des inférences » (ou « de l'attribution » en psychologie). Elle est d'autant plus importante que le comportement est public (surtout devant des personnes dont on recherche l'estime) et qu'il est mémorable. Cette recherche théorique (4) a montré par exemple que quand cette volonté de paraître est importante, une incitation monétaire peut être contreproductive. En cas de paiement pour un acte autrement prosocial (par exemple le don de sang), les individus ont peur que leur contribution soit interprétée comme un signe de cupidité plutôt que de générosité, et que le signal qu'ils envoient aux autres soit ainsi dilué. Contrairement à un principe de base de l'économie, une récompense monétaire peut réduire l'offre du comportement prosocial concerné. Plusieurs études empiriques réalisées ont depuis vérifié cette hypothèse. Roland Bénabou et moi avons aussi étudié les messages envoyés par les politiques publiques quant aux normes sociales, en vigueur ou jugées devoir prévaloir par les autres membres de la société (5). Parfois, l'utilisation de dispositifs incitatifs signale le peu d'enthousiasme de nos concitoyens pour le bien public et par là peut détériorer la norme de comportement citoyen et se révéler contreproductive. Dans la mesure où nous dé-

sirons tous garder l'illusion que la société dans laquelle nous vivons est vertueuse, ceci éclaire aussi la résistance répandue au message des économistes, souvent porteurs de mauvaises nouvelles empiriques. Cette idée permet aussi de comprendre pourquoi les sociétés modernes, voulant signaler leurs valeurs, renoncent à la peine de mort ou à des châtiments cruels, même en cas de consentement de la personne concernée à une substitution des peines habituelles.

Le domaine du non-marchand

Une identification de la nature des défaillances du marché me semble plus fructueuse pour la conception des politiques publiques qu'une simple indignation. Il convient par exemple d'aller au fond des choses et de travailler sur le terrain pour mieux comprendre. Prenons un domaine sur lequel le débat manque de profondeur et nécessiterait plus de réflexion : le don d'organe. Il y a longtemps, l'économiste Gary Becker remarquait par exemple que l'interdiction de vendre son rein limitait les dons (essentiellement réservées à la famille ou aux très proches), condamnant des milliers de personnes (rien qu'aux Etats-Unis) à mourir chaque année faute de donneur, et que donc les détracteurs des marchés d'organes ne devraient pas se targuer de moralité. Malgré le bien-fondé de cet argument, nous éprouvons tous une certaine gêne vis-à-vis des marchés de dons d'organe. Mais il conviendrait de comprendre pourquoi. Est-ce parce que nous craignons que les donateurs ne soient pas suffisamment informés des conséquences de leur acte (dans ce cas, il y a un remède simple : l'obligation pour le donneur d'écouter une information impartiale)? Parce que la vente d'organe, en dévoilant que des individus sont prêts à perdre un rein pour quelques centaines d'euros, révélerait des inégalités que nous voudrions bien oublier? Ou bien parce que l'on veut protéger les gens contre leur préférence

trop forte pour le présent (la préférence pour une somme disponible immédiatement contre des conséquences néfastes dans le long terme)? Notre attitude vis-à-vis du marché relève peut-être aussi de notre refus de comparer l'argent avec certains autres objectifs. Par exemple, l'introduction de considérations financières heurte particulièrement nos vues sur le caractère sacré de la vie humaine. La vie, comme nous le savons, « n'a pas de valeur ». L'explicitation des arbitrages liés à la santé (allocation des budgets hospitaliers ou choix de sécurité) soulève des controverses importantes. Les tabous sur la vie et la mort, faisant partie de « l'incommensurable », ont des conséquences, comme un accroissement des décès dus à notre parti-pris dans les choix hospitaliers ou l'allocation des budgets de recherche médicale. Ou, pour prendre un cas moins extrême, deux chercheuses américaines ont montré que même le marché américain a priori très concurrentiel du funéraire exhibe des marges quasi-monopolistiques, en raison de notre répugnance de parler d'argent lors d'un décès d'un proche. Et pourtant, nous mettons tous implicitement une valeur sur la vie, celle des patients lors d'arbitrage dans les choix d'équipements hospitaliers, ou celle de nos enfants dans nos choix d'automobile ou de vacances. Mais jamais nous ne voudrions admettre que nous faisons ces arbitrages, qui nous mettent presque aussi mal à l'aise que Sophie ayant à décider lequel de ses deux enfants doit survivre sous la menace que les deux soient gazés si elle refusait de faire un choix.

Les ressorts de la moralité

Ces répugnances, ces tabous sont-ils provoqués par la peur de perte de dignité qui s'ensuivrait même si l'on ne faisait même que contempler de tels choix (7)? Ou par la peur que la société ne s'engage sur une pente glissante? Pour avancer, il faudra identifier en profondeur les

ressorts de la moralité et des comportements. L'on pourra ainsi mieux comprendre comment différentes institutions, marché ou systèmes plus administrés, affectent nos valeurs et nos comportements. Une étude récente d'Armin Falk (Bonn) et Nora Szech (Karlsruhe) publiée dans *Science* (8) montre que le partage de responsabilité érode les valeurs morales. Cette érosion s'applique aux marchés, mais existe déjà avec la même puissance dès qu'une décision implique une autre personne, autorisant (un semblant de) partage de la responsabilité. L'existence d'« excuses » (« l'on m'a demandé de le faire », « quelqu'un le ferait de toute façon si je ne le faisais pas », « je ne savais pas », « tout le monde le fait », etc.) a dans toutes les organisations permis la mise au rancart des réticences à des comportements peu éthiques. La définition des politiques économiques ne peut se satisfaire d'une dichotomie arbitraire entre domaine du non-marchand et domaine marchand et des cantonnements dans des postures morales. Comme le note le psychologue et professeur d'éthique Jonathan Haidt (9), la morale commune réfère non seulement à des externalités, mais aussi à des condamnations de comportements sans victime claire. Or il y a moins d'un demi-siècle, l'opinion majoritaire condamnait les actes sexuels entre deux personnes du même sexe, ou (aux États-Unis) entre deux personnes de races différentes, ou encore impliquant une femme (mais pas un homme) non-mariée. Sur un terrain plus économique, les droits d'émission négociables inspiraient il y a vingt ans un dégoût généralisé, avant qu'ils se banalisent une fois qu'il fut compris par une frange de la population qu'ils promouvaient la cause écologique. Nos sentiments de répulsion sont très peu fiables comme source d'inspiration éthique. Le progrès de la civilisation nécessite de questionner ces sentiments et de privilégier la réflexion dans la conception des politiques

publiques. Il nous faut mieux comprendre les fondements des craintes vis-à-vis de la marchandisation de certains domaines ainsi que ceux de la moralité. Ce que la communauté des chercheurs, y compris Roland Bénabou, Armin Falk et moi-même, va continuer d'explorer dans les années à venir.

- Editions du Seuil, 2014.
- Par exemple, sur la confiance (Yann Algan à Sciences Po), l'équité (Ernst Fehr à Zurich), la motivation intrinsèque (Tim Besley and Maitreesh Ghatak à la London School of Economics, Marie Claire Villeval à Lyon), l'altruisme (Tore Ellingsen à Stockholm, Bruno Frey à Zurich, Ingela Alger, Paul Seabright, et Jorgen Weibull à Toulouse), les émotions (Astrid Hopfensitz à Toulouse), le bonheur (Andrew Oswald à Warwick), Richard Layard et Paul Dolan à LSE, Andrew Clark et Claudia Senik à PSE); et bien d'autres encore.
- Pour une discussion en profondeur des questions de vote, voir par exemple le livre d'Alessandra Casella (2012) « Storable Votes. Protecting the Minority Voice », Oxford University Press.
- « Incentives and Prosocial Behavior », *American Economic Review*, 96.(5) : 1652-1678.
- « Laws and Norms », mimeo.
- Judith Chevalier et Fiona Scott Morton (2008) « State Casket Sales and Restrictions : A Pointless Undertaking ? » *Journal of Law and Economics*.
- Roland Bénabou et Jean Tirole « Over My Dead Body : Bargaining and the Price of Dignity », *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 99(2) : 459-465.
- « Morals and Markets », *Science*, 2013, 340, 707-711.
- « The Righteous Mind : Why Good People are Divided by Politics and Religion » (2012).

4.1 Exercices appliqués

Exercice 43 : Des trucs pas moches

Pour produire q unités d'output, l'entreprise TrucMuch supporte des coûts variables $CV(q)$ et des coûts fixes CF , avec :

$$CV(q) = \frac{q^3}{2} - q^2 + 4q, \quad (4.1)$$

$$CF = 4. \quad (4.2)$$

Cette entreprise concurrentielle maximise ses profits.

1 – Sommes-nous à court terme ou à long terme, pourquoi ?

2 – Quelles sont les équations des fonctions de :

- coût,
- coût moyen,
- coût marginal,
- coût variable moyen,
- coût variable marginal,

- vi) coût fixe moyen,
- vii) coût fixe marginal.
- 3– Après avoir fait une étude très précise de ces fonctions, dessinez-les très proprement sur un même graphique.
- 4– Déterminez le seuil de fermeture et le seuil de rentabilité.
- 5– TrucMuch peut vendre sa production à un prix unitaire p , déterminez sa fonction d'offre.
- 6– Supposons qu'il y ait sur ce marché concurrentiel trois entreprises identiques en tout point à TrucMuch, quelle est l'équation de l'offre inverse totale $S^{-1}(\cdot)$? Dessinez $S^{-1}(\cdot)$ sur un nouveau graphique.
- 7– Supposons que la demande inverse totale $D_a^{-1}(\cdot)$ ait pour équation : $D_a^{-1}(Q) = 10 - Q$. Dessinez $D_a^{-1}(Q)$ sur le graphique précédent puis déterminez l'équilibre de marché. Combien TrucMuch va produire à l'équilibre? Discutez du signe de son profit. Sur ce marché est-on à l'équilibre de long terme?
- 8– Supposons que la demande inverse totale soit $D_b^{-1}(Q) = 5 - Q$. Dessinez $D_b^{-1}(Q)$ sur le graphique précédent puis déterminez l'équilibre de marché. Combien TrucMuch va produire à l'équilibre? Discutez du signe de son profit.

Exercice 44 : Pas que des bulles

Dans cette économie il y a deux consommateurs, le capitaine Haddock et tonton Loco, qui reçoivent le même revenu \mathcal{R} . Ils consomment¹ deux biens, du pastis en quantités x_P^H et x_P^L et du whisky en quantités x_W^H et x_W^L . La fonction d'utilité du capitaine Haddock est : $u^H(x_P^H, x_W^H) = x_P^H + 2x_W^H$ et celle de tonton Loco est : $u^L(x_P^L, x_W^L) = 2x_P^L + x_W^L$. Le prix du litre de pastis est p_P et celui du whisky est p_W . L'entreprise Jean-Pierre Matthieu (JPM) produit du pastis et du whisky. Bien qu'elle soit la seule à produire ces deux biens et qu'il n'y ait que deux consommateurs, on supposera que les deux marchés sont concurrentiels. La fonction de coût total de l'entreprise JPM est : $C(Q_P, Q_W) = aQ_P^2 + \frac{Q_W^2}{2} + Q_P Q_W$, où Q_P est la quantité de pastis produite dans cette économie, Q_W étant celle de whisky et $a > \frac{1}{2}$.

- 1– Dans cet exercice p_W est supposé exogène et sera donc traité comme un paramètre du modèle puisque l'on ne s'intéressera qu'au marché du pastis. Comment qualifie-t-on ce cadre d'analyse en économie?
 - 2– Déterminez la fonction d'offre inverse de pastis.
 - 3– Déterminez les meilleurs choix du capitaine haddock et de tonton Loco.
 - 4– Déterminez la fonction de demande inverse agrégée de pastis.
 - 5– Représentez en bleu la demande inverse et en rouge l'offre inverse, sur le marché du pastis. Faites autant de graphiques qu'il y a de cas possibles.
 - 6– Calculez dans tous les cas possibles l'équilibre concurrentiel sur le marché du pastis. Les réponses sont évidemment paramétriques.
- Plaçons-nous dans le cas où $a > \frac{p_W^2}{\mathcal{R}} + \frac{1}{2}$.
- 7– Quel est le montant du surplus social généré par l'échange de pastis dans cette économie?
 - 8– Quelle est la perte sociale, sur le marché du pastis, due à l'instauration d'une taxe, $\tau < 100\%$, par l'État sur la valeur collectée par JPM?

1. La consommation d'alcool est très dangereuse pour la santé.

Exercice 45 : Mon chou

Considérons le marché du chou-fleur breton. Soient les deux fonctions suivantes : $Q_1(p) = 6 - \frac{1}{3}p$ et $Q_2(p) = p - 6$ où le prix unitaire du chou-fleur, p , est mesuré en euros par unité.

1 – Après avoir donné la définition des fonctions d'offre et de demande, déterminez parmi les deux fonctions $Q(p)$, en justifiant votre réponse, les fonctions d'offre et de demande de choux-fleurs. Faites un graphique.

En l'absence de taxe ou de subvention :

2 – Quel est le prix d'équilibre ?

3 – Quelle est la quantité échangée ?

4 – À l'aide d'un graphique pouvez dire si l'équilibre est stable ou pas ? Commentez.

5 – Déterminez le surplus de chacun des agents et le surplus social.

Une subvention de 1€ par chou-fleur est versée aux producteurs de choux-fleurs.

6 – Quelle est la quantité d'équilibre ?

7 – Quel est le nouveau prix d'équilibre payé par les demandeurs ?

8 – Quel est le nouveau prix d'équilibre reçu par les offreurs ?

9 – Comparez à l'équilibre « sans subvention ».

10 – Déterminez le surplus de chacun des agents et le surplus social.

11 – Calculez la perte sociale engendrée par cette subvention.

12 – Calculez le montant de la subvention forfaitaire engendrant la même dépense pour l'État, que la subvention étudiée ci-dessus. Quelle taxe est préférable ?

Une subvention de 1 € par chou-fleur est versée aux consommateurs de choux-fleurs.

13 – Quelle est la quantité d'équilibre ?

14 – Quel est le nouveau prix d'équilibre payé par les demandeurs ?

15 – Quel est le nouveau prix d'équilibre reçu par les offreurs ?

16 – Comparez à l'équilibre « avec subvention aux producteurs ».

17 – Déterminez le surplus de chacun des agents et le surplus social.

18 – Calculez la perte sociale due à la subvention.

19 – Calculez le montant de la subvention forfaitaire qui aurait conduit au même équilibre mais sans perte sociale.

Exercice 46 : Riz Ô taux

En Chine, une économie ouverte, la demande totale intérieure de riz, D_{Chine} , est donnée par la fonction suivante :

$$D_{Chine}(p) = a - bp \text{ avec } a > 0 \text{ et } b > 0, \quad (4.1)$$

p étant le prix unitaire du riz sur le marché intérieur. L'offre chinoise totale S_{Chine} est définie par :

$$S_{Chine}(p) = dp - c \text{ avec } c > 0 \text{ et } d > 0. \quad (4.2)$$

Le riz peut être directement produit en Chine mais aussi importé à un prix \bar{p} , le prix du riz sur le marché mondial. On suppose que la Chine est suffisamment petite sur le marché mondial du riz pour que \bar{p} soit considéré comme une donnée indépendante du volume des importations¹.

1. On supposera de plus que : $\frac{c}{d} < \bar{p} < \frac{a+c}{b+d}$.

Une fois chaque question résolue paramétriquement vous ferez une application numérique avec :
 $a = 12, b = 1, c = 2, d = 1, \bar{p} = 5, t = \bar{I} = s = 1$.

- 1- Si les importations étaient interdites quel serait l'équilibre autarcique? Calculez le surplus social.
- 2- Tracez sur un même graphique la courbe de demande inverse et la courbe d'offre inverse sur le marché intérieur en économie ouverte.
- 3- Déterminez le volume des importations, noté I^* . Calculez le surplus social national.
- 4- Le gouvernement chinois veut limiter le volume des importations. Pour se faire, il met en place un tarif douanier payé par l'exportateur. Le producteur étranger, lorsqu'il vend une unité de riz en Chine perçoit un prix p établi sur le marché intérieur chinois et paye t à l'État chinois. Déterminez la fonction $I(t)$ qui pour tout niveau du tarif donne le volume des importations. Pour quelle valeur de t il n'y aura pas d'importation?
- 5- Déterminez, en fonction de t , le surplus des consommateurs chinois, du gouvernement chinois et celui des entreprises chinoises sur le marché du riz. En déduire le surplus social.
- 6- Supposons à présent que le gouvernement chinois, au lieu d'utiliser un tarif pour réguler les importations de riz, mette en place un quota et limite les importations à un niveau \bar{I} . Déterminez le surplus social dans ce cas.
- 7- Une fois signés les accords de libre échange, la Chine ne peut plus mettre en place un tarif ou un quota. Le gouvernement décide alors de subventionner les producteurs de riz nationaux. Par unité vendue, les producteurs domestiques reçoivent une subvention s . Déterminez le surplus social.

Exercice 47 : Il est bio le vin

Depuis quelques années la viticulture biologique fait son apparition en France. Elle n'est évidemment pas sur les mêmes marchés d'outputs que la viticulture traditionnelle. Pour produire q_b , une exploitation viticole ayant un agrément¹ « bio » utilise des intrants² dont les quantités seront agrégées, cette quantité agrégée est notée i_b , et une surface de terre plantée v_b . Le prix unitaire de l'intrant agrégé est normalisé à 1 et celui d'un hectare de vigne est noté p_v . Le prix de marché du litre de vin « bio » est noté p_b . Pour des raisons juridiques il est impossible d'acheter moins d'un hectare de vigne mais au-delà la terre plantée est un input divisible. Supposons que toutes les hypothèses de la concurrence parfaite soient vérifiées. La fonction de production est donnée par l'expression suivante :

$$q_b = \begin{cases} (i_b (v_b - 1))^\alpha & \text{si } v_b \geq 1, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (4.1)$$

On supposera $0 < \alpha < \frac{1}{2}$. À court terme, la surface de terre plantée utilisée par une exploitation est évidemment fixée, en revanche la quantité de l'input agrégé ne l'est pas.

- 1- Commentez la fonction de production.
- 2- Calculez les fonctions de coûts à court terme et à long terme.
- 3- Calculez le seuil de fermeture à long terme. Pour simplifier les notations on posera, par la suite :

$$\phi = \left(\frac{1-2\alpha}{\alpha} \right)^{2\alpha}.$$

1. On supposera qu'il n'y a pas de période probatoire pour « passer une vigne en bio ».

2. En fait, elle utilise du capital, du travail et des intrants labélisés « bio ».

4– Supposons que la demande sur le marché du vin « bio » soit :

$$\mathcal{D}_b(p_b) = a - p_b, \quad (4.2)$$

avec $a > 0$ et toujours suffisamment grand pour qu'il y ait un équilibre non-dégénéré sur le marché. Calculez l'équilibre concurrentiel de long terme sur ce marché et le nombre d'exploitations viticoles en « bio ».

5– À long terme combien d'hectares de vignes chaque viticulteur exploite ?

6– Supposons que la demande sur le marché du vin « bio » soit brusquement modifiée :

$$\tilde{\mathcal{D}}_b(p_b) = 2a - p_b. \quad (4.3)$$

Comment peut-on expliquer ce « choc » de demande ?

7– À court terme, juste après la modification brutale de la demande, les viticulteurs ne peuvent pas changer la surface viticole, obtenue à la question précédente. De plus, aucune entreprise n'a matériellement le « temps » d'entrer ou de sortir sur ce marché. Donnez l'équation permettant de déterminer le nouveau prix unitaire à l'équilibre. À votre avis, comment a évolué ce prix et donc la quantité produite par chaque viticulteur ? Expliquez votre intuition.

8– Calculez l'équilibre de long terme. Montrer qu'il y a plus d'entreprises présentes sur le marché. Commentez.

9– La surface totale du vignoble français est fixée à \bar{V} hectares. Pour simplifier, on supposera qu'il est impossible d'arracher de la vigne pour exploiter le terrain, il n'y a donc que deux types d'acheteurs sur le marché des vignes : les producteurs de vin bio et les producteurs de vin utilisant des intrants « chimiques ». On notera $\mathcal{V}_c(\cdot)$ la demande de vignes de ces derniers avec :

$$\mathcal{V}_c(p_v) = \bar{V} - p_v. \quad (4.4)$$

Pourquoi devez-vous considérer le marché de la vigne dans le cadre de cet exercice sur le marché du vin « bio » ?

10– Donnez le système d'équations permettant de déterminer le nombre de producteurs « bio » et le prix d'un hectare lorsque la demande de vin « bio » est donnée par (4.2).

11– Donnez le système d'équations permettant de déterminer le nombre de producteurs « bio » et le prix d'un hectare lorsque la demande de vin « bio » est donnée par (4.3). Commentez et si certaines variations ne sont pas explicitement calculables donnez votre intuition sur leur signe.

4.2 Exercices théoriques

Exercice 48 : Alphavil

Supposons qu'il y ait I entreprises, identiques en tout point, produisant le bien ℓ , échangé sur un marché concurrentiel. La fonction de coût de l'entreprise représentative est : $c(q_\ell, \alpha)$. La fonction $c(\cdot)$ est strictement convexe en q_ℓ et α est un paramètre exogène de la fonction de coût. On suppose que $\frac{\partial c(q_\ell, \alpha)}{\partial \alpha} > 0$. La fonction de demande agrégée sur ce marché du bien ℓ est notée $\mathcal{D}_\ell(p_\ell)$. Cette fonction est dérivable et décroissante par rapport au prix unitaire du bien ℓ , noté p_ℓ . On supposera que se placer en équilibre partiel est justifié.

- 1 – Écrivez le programme de l'entreprise représentative.
- 2 – Donnez la CN1 et la CS2 de ce programme.
- 3 – À l'équilibre sur le marché, calculez la dérivée du profit de l'entreprise représentative par rapport à α .
- 4 – Donnez une condition suffisante pour que cette dérivée soit négative ?
- 5 – Supposons que cette condition suffisante ne soit pas vérifiée. Quelle hypothèse supplémentaire doit-on faire sur la dérivée de la fonction de demande agrégée pour que la dérivée du profit de l'entreprise représentative par rapport à α soit positive ? Commentez.

Exercice 49 : Tax

Une taxe sur la quantité, dont le taux strictement positif est noté τ , supportée par les consommateurs est en place sur un marché concurrentiel. Sur ce marché la demande agrégée est $\mathcal{D}(p) = Ap^\epsilon$, avec $A > 0$ et $\epsilon < 0$, et l'offre agrégée est $\mathcal{S}(p) = \alpha p^\gamma$, avec $\alpha > 0$ et $\gamma > 0$. Le prix unitaire est noté p . On se placera dans le cadre d'une analyse en équilibre partiel.

- 1 – Calculez l'élasticité prix de la demande agrégée.
- 2 – Calculez l'élasticité prix de l'offre agrégée.
- 3 – Déterminez la variation du prix unitaire reçu par les producteurs à l'équilibre pour un taux de taxe très petit « marginal » en fonction des paramètres du modèle.
- 4 – Déterminez la variation du prix unitaire payé par les consommateurs à l'équilibre pour un taux de taxe très petit « marginal » en fonction des paramètres du modèle.
- 5 – En utilisant les résultats précédents que pouvez-vous dire si l'offre est parfaitement inélastique ?
- 6 – En utilisant les résultats précédents que pouvez-vous dire si la demande est parfaitement inélastique ?

Chapitre 5

Équilibre général

Sommaire

5.1 Exercices appliqués	41
Alphonse et Boris	41
Albert et Bernard	41
Anatole et Brice	42
Fauvoir le Doyen	42
Toto	43
Aristide et Briand	43
Les mélanges c'est pas bon	44
5.2 Exercices théoriques	45
Illusion	45

5.1 Exercices appliqués

Exercice 50 : Alphonse et Boris

Malgré les conseils de leurs parents, Alphonse et Boris ont l'habitude d'échanger toutes sortes de choses dans la cour de récréation. Aujourd'hui ils vont échanger des billes (bien 1) et des voitures (modèles réduits bien sûr) le bien 2. Le matin en arrivant à l'école Alphonse a dans son cartable 16 billes et 2 voitures et Boris a 4 billes et 8 voitures. Les préférences de nos jeunes amis sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes¹ :

$$\text{Alphonse : } u^A(x_1^A, x_2^A) = (x_1^A)^{\frac{1}{3}} (x_2^A)^{\frac{2}{3}} \quad (5.1)$$

$$\text{Boris : } u^B(x_1^B, x_2^B) = (x_1^B)^{\frac{2}{3}} (x_2^B)^{\frac{1}{3}} \quad (5.2)$$

- 1 – Comment appelle-t-on ces fonctions d'utilité ?
- 2 – Quel est le niveau d'utilité de chacun de nos amis le matin en arrivant à l'école ?
- 3 – Tracez, après une étude précise, les courbes d'indifférence de nos deux amis.
- 4 – Calculez le TmS des deux garçons.
- 5 – Caractérisez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto.
- 6 – Dessinez l'ensemble des optima de Pareto dans le graphique idoine. Comment s'appelle ce type de graphique ?
- 7 – Est-ce que le point de dotations initiales est un optimum de Pareto ?
- 8 – Expliquez, à l'aide de la définition du TmS, pourquoi nos deux amis ont intérêt à échanger durant la récréation ?
- 9 – Quel optimum va pouvoir être atteint ?
- 10 – Supposons que la cour de l'école soit en fait un marché aux billes et aux voitures et que les prix de marché de ces deux biens soient égaux. Quel optimum vont atteindre nos deux amis en partant de leurs dotations initiales et en respectant le rapport des prix de marché ?
- 11 – Quel système de prix décentralise l'optimum ?

Exercice 51 : Albert et Bernard

Malgré les conseils de leurs parents, Albert et Bernard ont l'habitude d'échanger toutes sortes de choses dans la cour de récréation. Aujourd'hui ils vont échanger des billes (bien 1) et des voitures (modèles réduits bien sûr) le bien 2. Le matin en arrivant à l'école Albert a dans son cartable 16 billes et 2 voitures et Bernard a 4 billes et 8 voitures. Les préférences de nos jeunes amis sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes¹ :

$$\text{Albert : } u^A(x_1^A, x_2^A) = 2x_1^A + x_2^A \quad (5.1)$$

$$\text{Bernard : } u^B(x_1^B, x_2^B) = x_1^B + 2x_2^B \quad (5.2)$$

- 1 – Comment sont les biens pour nos amis ?
- 2 – Quel est le niveau d'utilité de chacun de nos amis le matin en arrivant à l'école ?
- 3 – Tracez, après une étude précise, les courbes d'indifférence de nos deux amis.

1. Alphonse « consomme » x_1^A billes et x_2^A voitures, Boris x_1^B billes et x_2^B voitures.

1. Albert « consomme » x_1^A billes et x_2^A voitures, Bernard x_1^B billes et x_2^B voitures.

- 4– Calculez le TmS des deux garçons.
- 5– Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto.
- 6– Dessinez l'ensemble des optima de Pareto dans le graphique idoine. Comment s'appelle ce type de graphique?
- 7– Est-ce que le point de dotations initiales est un optimum de Pareto?
- 8– Expliquez, à l'aide de la définition du TmS, pourquoi nos deux amis ont intérêt à échanger durant la récréation?
- 9– Quel optimum va pouvoir être atteint?
- 10– Supposons que la cour de l'école soit en fait un marché aux billes et aux voitures et que les prix de marché de ces deux biens soient égaux. Quel optimum vont atteindre nos deux amis en partant de leurs dotations initiales et en respectant le rapport des prix de marché?
- 11– Quel système de prix décentralise l'optimum?

Exercice 52 : Anatole et Brice

Malgré les conseils de leurs parents, Anatole et Brice ont l'habitude d'échanger toutes sortes de choses dans la cour de récréation. Aujourd'hui ils vont échanger des billes (bien 1) et des voitures (modèles réduits bien sûr) le bien 2. Le matin en arrivant à l'école Anatole a dans son cartable 16 billes et 2 voitures et Brice a 4 billes et 8 voitures. Les préférences de nos jeunes amis sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes¹ :

$$\text{Anatole : } u^A(x_1^A, x_2^A) = \min \{x_1^A, x_2^A\} \quad (5.1)$$

$$\text{Brice : } u^B(x_1^B, x_2^B) = \min \{x_1^B, x_2^B\} \quad (5.2)$$

- 1– Comment sont les biens pour ces enfants?
- 2– Quel est le niveau d'utilité de chacun de nos amis le matin en arrivant à l'école? Tracez, après une étude précise, les courbes d'indifférence de nos deux amis.
- 3– Calculez le TmS des deux garçons.
- 4– Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto.
- 5– Dessinez l'ensemble des optima de Pareto dans le graphique idoine. Comment s'appelle ce type de graphique?
- 6– Est-ce que le point de dotations initiales est un optimum de Pareto?
- 7– Expliquez, à l'aide de la définition du TmS, pourquoi nos deux amis ont intérêt à échanger durant la récréation?
- 8– Quel optimum va pouvoir être atteint?
- 9– Supposons que la cour de l'école soit en fait un marché aux billes et aux voitures et que les prix de marché de ces deux biens soient égaux. Quel optimum vont atteindre nos deux amis en partant de leurs dotations initiales et en respectant le rapport des prix de marché?
- 10– Quel système de prix décentralise l'optimum?

Exercice 53 : Fauvoir le Doyen

Le Doyen de l'université (D) et le Pr. Fauvoir (F) échangent des banalités (B) et des platitudes (P). Le matin en arrivant à l'université le Doyen a 10 banalités et 4 platitudes et le Pr. Fauvoir a 5 banalités et 16 platitudes. Les préférences de nos deux mandarins

1. Anatole « consomme » x_1^A billes et x_2^A voitures, Brice x_1^B billes et x_2^B voitures.

sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes :

$$\text{Doyen : } U_D(P_D, B_D) = B_D + \sqrt{P_D} \quad (5.1)$$

$$\text{Pr. Fauvoir : } U_F(P_F, B_F) = B_F + \sqrt{P_F} \quad (5.2)$$

- 1 – Quel est le niveau d'utilité de chacun le matin en arrivant à l'université ?
- 2 – Calculez le TmS des deux mandarins.
- 3 – Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto.
- 4 – Dessinez l'ensemble des optima de Pareto dans le graphique idoine.
- 5 – Est-ce que le point de dotations initiales est un optimum de Pareto ?
- 6 – Quel optimum va pouvoir être atteint ?
- 7 – Supposons que l'université soit en fait un marché aux banalités et aux platitudes et que les prix de marché de ces deux biens soient égaux. Quel optimum vont atteindre nos deux mandarins en partant de leurs dotations initiales et en respectant le rapport des prix sur le marché ?
- 8 – Que proposez-vous, quantitativement, suite à ce que vous avez obtenu à la question précédente ?

Exercice 54 : Toto

Soit une économie avec un consommateur Toto, une entreprise et deux biens : le loisir ℓ et un bien de consommation c . Toto dort de vingt trois heure à huit heure. Il fait deux repas par jour d'une heure chacun. Le reste du temps il peut travailler ou se distraire. Sa fonction d'utilité est : $u(c, \ell) = \frac{2 \ln c}{3} + \frac{\ln \ell}{3}$. Le seul input est le travail de Toto, la fonction de production est : $q = \sqrt{t}$.

- 1 – Comment appelle-t-on ce type de fonction d'utilité ?
- 2 – Tracez, après une étude précise, les courbes d'indifférence de Toto.
- 3 – Tracez, après une étude précise, la fonction de production.
- 4 – Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto.
- 5 – Quel système de prix décentralise l'optimum ? Représentez graphiquement la détermination de cet optimum.

Exercice 55 : Aristide et Briand

Malgré les conseils de leurs parents, Aristide et Briand ont l'habitude d'échanger toutes sortes de choses dans la cour de récréation. Aujourd'hui ils vont échanger des billes (bien 1) et des voitures (modèles réduits bien sûr) le bien 2. Le matin en arrivant à l'école Aristide a dans son cartable 16 billes et 2 voitures et Briand a 4 billes et 8 voitures. Les préférences de nos jeunes amis sont caractérisées par les fonctions d'utilité suivantes¹ :

$$\text{Aristide : } u^A(x_1^A, x_2^A) = x_1^A + x_2^A \quad (5.1)$$

$$\text{Briand : } u^B(x_1^B, x_2^B) = \min \{x_1^B, x_2^B\} \quad (5.2)$$

- 1 – Qualifiez les biens pour Aristide et pour Briand. Quel est le niveau d'utilité de chacun de nos amis le matin en arrivant à l'école ?
- 2 – Dessinez la boîte d'Edgeworth.
- 3 – Est-ce que le point de dotations initiales est un optimum de Pareto ? Pourquoi ?

1. Aristide « consomme » x_1^A billes et x_2^A voitures, Briand x_1^B billes et x_2^B voitures. Le bien 1 sera toujours sur l'axe des abscisses.

- 4 – Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto. Dessinez l'ensemble des optima de Pareto sur le graphique précédent.
- 5 – Quel (s) optimum (a) va (vont) pouvoir être atteint (s)? Comment appelle-t-on cet ensemble? Représentez-le dans la boîte d'Edgeworth.
- 6 – Supposons que la cour de l'école soit en fait un marché aux billes et aux voitures et que le prix de marché d'une voiture soit deux fois moins élevé que celui d'une bille et non nul. Quel optimum, que l'on notera E_m^* , vont atteindre nos deux amis en partant de leurs dotations initiales et en respectant ce rapport des prix? Y a-t-il quelque chose de surprenant du point de vue de la théorie du consommateur?
- 7 – Y a-t-il d'autres rapports de prix qui décentralisent un optimum? Lesquels?
- 8 – Supposons qu'il y ait une entreprise qui produise des billes et une qui produise des voitures. Donnez l'équation la plus simple possible d'une frontière des possibilités de production permettant, dans cette nouvelle économie avec production, d'atteindre E_m^* .

Exercice 56 : Les mélanges c'est pas bon

Dans cette économie il y a deux consommateurs, le capitaine Haddock et tonton Loco. Ils consomment¹ deux biens, du pastis en quantités x_P^H et x_P^L et du whisky en quantités x_W^H et x_W^L . La fonction d'utilité du capitaine Haddock est : $u^H(x_P^H, x_W^H) = x_P^H + 2x_W^H$ et celle de tonton Loco est : $u^L(x_P^L, x_W^L) = 2x_P^L + x_W^L$. Dans un premier temps on se place dans une économie d'échange. Le capitaine Haddock (resp. tonton Loco) a initialement 8 (resp. 2) litres de whisky et 2 (resp. 8) litres de pastis.

- 1 – Dessinez la boîte d'Edgeworth avec les courbes d'indifférence de tonton Loco en rouge et celles du capitaine Haddock en bleu.
- 2 – Caractérissez mathématiquement l'ensemble des paniers dominant le panier des dotations initiales. Représentez-le dans la boîte.
- 3 – Caractérissez mathématiquement l'ensemble des optima de Pareto. Représentez-le dans la boîte.
- 4 – Caractérissez mathématiquement la courbe des contrats. Représentez-la dans la boîte.

Dans cette nouvelle partie de l'exercice les consommateurs n'ont pas de dotation initiale, pour aucun des deux biens. L'entreprise Jean-Pierre Matthieu (JPM) produit le pastis et le whisky. Les deux consommateurs reçoivent chacun un revenu égal à 5. Bien que JPM soit la seule à produire ces deux biens et qu'il n'y ait que deux consommateurs, on supposera que les deux marchés sont concurrentiels. La frontière des possibilités de production est donnée par : $Q_P + Q_W - 10 = 0$, où Q_P est la quantité de pastis produite dans cette économie, Q_W étant celle de whisky. On notera le prix du litre de pastis p_P et celui du whisky p_W .

- 5 – Déterminez l'équilibre général.
- 6 – Représentez l'équilibre général sur le graphique idoine.
- 7 – L'équilibre est-il un optimum de Pareto? Commentez.

1. La consommation d'alcool est très dangereuse pour la santé.

5.2 Exercices théoriques

Exercice 57 : Illusion Soit une économie où il y a : J consommateurs, I producteurs et L biens. On notera : $\vec{x}_j \in X_j$, le vecteur de consommation de j avec $j = 1, \dots, J$; $\vec{y}_i \in Y_i$, le vecteur de production de i avec $i = 1, \dots, I$ et \vec{w}_j le vecteur de ressources initiales de j . Montrez que si l'allocation économique $(\vec{x}_1^*, \dots, \vec{x}_J^*, \vec{y}_1^*, \dots, \vec{y}_I^*)$ et le vecteur prix $\vec{p}^* \gg 0$ sont un équilibre concurrentiel alors l'allocation économique $(\vec{x}_1^*, \dots, \vec{x}_J^*, \vec{y}_1^*, \dots, \vec{y}_I^*)$ et le vecteur prix $\alpha \vec{p}^*$ constituent aussi un équilibre concurrentiel $\forall \alpha > 0$.

Chapitre 6

Monopole

Sommaire

6.1 Exercices appliqués	47
Structure des coûts de production et concurrence sur les marchés	47
Un seul jaune sinon t'es noir!	48
Cafet' ou Cantoche?	48
Monopole Ctou, t'es chocolat!	48
Monopole d'intermédiation (forfait ou redevances ou fees versus royalties)	50
Clasquette	50
Mesure du pouvoir de marché	51
Citron	51
Monopole Discrimination par les prix : tarification par groupe	53
Discrimination du second degré : Tarif Binôme	53
C'est transparent	54
AirTouraine Falcùn	55
Monodue	57
OM continue	57
6.2 Exercices théoriques	58
Lerner et élasticité	58

Avant-propos : « Quand l'Autorité de la concurrence fait entrer Auchan dans Paris » LeEchos.fr Philippe Bertrand 04/12/2014 à 6:00

Pour reprendre Monoprix, Casino a dû vendre 55 magasins à Paris. A 2 Pas, l'enseigne de proximité d'Auchan, en a repris 28.

C'est la démonstration que l'Autorité de la concurrence peut déconcentrer un marché, y renforcer la compétition et, à terme, faire baisser les prix en faveur du consommateur. C'est la justification a priori du pouvoir d'injonction structurelle que le projet de loi Macron sur l'activité pourrait donner à l'institution de la rue de l'Echelle à Paris.

Lorsque Casino a pris le contrôle total de Monoprix l'année dernière, en reprenant les 50% du capital détenus par les Galeries Lafayette, l'Autorité de la concurrence a exigé du groupe dirigé par Jean-Charles Naouri la vente de 55 points de vente à Paris. La raison : la position dominante qu'il occupait dans la capitale avec 60% des surfaces de vente alimentaire.

Démonstration de force

Dix-huit mois plus tard, le processus s'achève et, selon un bilan que « Les Echos » se sont procurés, le grand vainqueur de l'opération est le

groupe Auchan, qui « récupère » 28 points de vente pour sa nouvelle enseigne de proximité A 2 Pas. Précisément, c'est un groupe de quatre commerçants indépendants qui a repris ces magasins de 200 à 500 m² à Casino et qui deviendra franchisé d'Auchan. Pour le reste, on notera que la centrale d'achats G20 a repris, elle, 12 magasins, Intermarché 5 pour ses Express et Marks & Spencer 5 pour ses Simply Food. « Notre objectif est d'avoir 50 magasins fin 2015 et 100 en 2016 », explique Jean-Charles Fhal, le directeur d'A 2 Pas, qui reconnaît que l'Autorité de la concurrence a lancé son développement. Une enseigne dont les promoteurs affirment qu'elle est moins chère que ses concurrentes, notamment en raison de la présence dans les magasins des produits à marque de distributeur Auchan.

L'institution présidée par Bruno Lasserre prouve, quant à elle, sa capacité à faire entrer de nouveaux acteurs dans le jeu de la concurrence. A Paris, sa priorité, avant peut-être d'autres zones de chalandise en France si le projet de loi Macron est adopté en l'état. Un projet qui ne limitera pas ce pouvoir d'injonction au seul contrôle des concentrations.

6.1 Exercices appliqués

Exercice 58 : Structure des coûts de production et concurrence sur les marchés

La fonction de demande sur un marché est donnée par : $\mathcal{D}(p) = 500 - 20p$. Il peut y avoir potentiellement N offreurs sur ce marché, la fonction de coût du producteur i , ($i = 1, \dots, N$) est donnée par : $C_i(q_i) = 10q_i + \frac{q_i^2}{2}$.

- 1- Déterminez la fonction d'offre d'une entreprise si le marché est en concurrence pure et parfaite.
- 2- Déterminez la fonction d'offre globale sur ce marché.
- 3- Déterminez l'équilibre sur ce marché.
- 4- Quel sera le nombre de producteurs présents sur ce marché à l'équilibre concurrentiel de long-terme?

On considère à présent que la fonction de coût de production s'écrit :

$$C_i(q_i) = F_i + 10q_i + \frac{q_i^2}{2},$$

où F_i représente un coût fixe et $\forall i \in (1, \dots, N)$, $F_i = F \leq 50$.

- 5 – Quel serait le nombre d'entreprises sur ce marché s'il y avait libre entrée ?
- 6 – Déterminez l'équilibre de ce marché lorsqu'il n'y a qu'un seul producteur.
- 7 – Interprétez et discutez les résultats obtenus.

Exercice 59 : Un seul jaune sinon t'es noir!

« Lou Pastaga » est le seul bar à vendre des boissons anisées¹ sur la place de l'Abbé Gut à Bouloc. Il est donc en situation de monopole sur ce marché. Son emplacement lui coûte 10€. Il doit également dépenser $\frac{Q}{2}$, Q étant la quantité totale de verres vendus. On note p le prix de vente d'un verre.

Avant de s'installer, Lou Pastaga a fait faire une étude de marché par des étudiants en économie sur la demande de boisson anisée du quartier. Les étudiants lui ont rapporté que la demande peut être décrite par la fonction suivante : $Q(p) = 20 - 2p$.

- 1 – Donnez l'expression de la recette totale, notée $R(Q)$, de la recette moyenne, notée $RM(Q)$, de la recette marginale, notée $Rm(Q)$, du coût total, noté $C(Q)$, du coût moyen, noté $CM(Q)$, et du coût marginal, noté $Cm(Q)$.
- 2 – Représentez graphiquement l'équilibre, noté E^{Mo} , sur ce marché et le surplus social, noté SS^{Mo} , à l'équilibre.
- 3 – Écrivez la fonction de profit, notée $\pi(Q)$, du bar Lou Pastaga.
- 4 – Représentez graphiquement $\pi(Q)$.
- 5 – Calculez la quantité d'équilibre, notée Q^{Mo} , en utilisant que la fonction de profit.
- 6 – Déterminez SS^{Mo} .

Exercice 60 : Cafet' ou Cantoche?

Les travailleurs d'une grande zone d'activité peuvent déjeuner soit à la « Cantoche » une sorte de cantine privée soit à la « Cafet' », une cafétéria. Le coût moyen de production d'un repas pour Cantoche ou d'un plateau composé pour Cafet' est de 15€. Une étude de marché montre que la demande, en fonction du prix unitaire, est pour Cafet' : $Q_a = -1920p_a + 48000$ et pour Cantoche : $Q_b = -2000p_b + 42000$. Les deux commerces sont chacun, pour leur mode de restauration, en situation de monopole.

- 1 – Quelle est la quantité de plats vendus par Cafet' ? En déduire son profit.
- 2 – Quelle est la quantité de repas vendus par Cantoche ? En déduire son profit.
- 3 – Suite au départ à la retraite du gérant de Cantoche, le gérant de Cafet' décide de s'occuper des deux établissements et de continuer à servir les deux types de restauration. Comment peut-on qualifier ce nouveau monopole ?
- 4 – Comment le gérant va-t-il maximiser ses profits ?
- 5 – Quel est le coût marginal du monopole ? Quelles quantités de repas et de plateaux va-t-il vendre ? Quel est le profit total ?
- 6 – Quelles seraient les quantités de repas et de plateaux vendus si le gérant se comportait comme en situation de concurrence parfaite. À quel prix vendrait-il les biens proposés ?
- 7 – Quelles sont les principales différences entre une entreprise en situation de monopole et une entreprise en situation de concurrence ? Commentez l'exercice.

1. Consommer avec modération et olives.

Exercice 61 : Monopole Ctou, t'es chocolat!

Sur le marché du Parfait au chocolat la demande inverse est : $p(Q) = \max\{100 - 2Q, 0\}$. La monopole Ctout produit ce gâteau a un coût marginal de production constant, 20€ et pas de coût fixe.

- 1 – Quel est le niveau de production qui maximise le profit de Ctou ?
- 2 – Quel est l'équilibre sur ce marché ?
- 3 – Quel serait l'équilibre sur ce marché si on supposait que les hypothèses nécessaires à la concurrence pure et parfaite soient vérifiées ?
- 4 – Quelle est la charge morte due à la présence d'un monopole sur le marché du Parfait au chocolat ?
- 5 – Supposons que Ctou puisse discriminer parfaitement, à combien s'élèverait la charge morte, due à la présence d'un monopole sur ce marché, dans ce cas ? Commentez.

Illustration : « Les prix personnalisés, un défi pour l'autorité de la concurrence » LesEchos.fr
Pascal Gayant Nicolas Le Pape 05/01/2015 à 06:00.

Le « yield management » (ou gestion du rendement), né dans les années 1980 aux Etats-Unis dans le domaine du transport aérien, constitue une arme de tarification sophistiquée. Cette technique consiste à différencier les prix en fonction d'analyses de prévisions de demande et de segments de clientèle, dans le but d'optimiser les recettes. Ainsi, le prix d'une nuit d'hôtel ou d'un voyage en avion varie à cause de multiples paramètres tels que les taux d'occupation, le type de clientèle, le jour de la semaine... Les grilles tarifaires très volatiles deviennent complexes et illisibles aux yeux des consommateurs.

Aujourd'hui, le très fort développement du commerce sur Internet, conjugué à une utilisation massive des technologies Web au sein de la population élargissent la portée de ces pratiques tarifaires. Les firmes sont désormais aptes à obtenir en temps réel une information personnalisée sur les profils, les goûts et la localisation de consommateurs réels et potentiels. Une individualisation de la relation client, une adaptation très fine des caractéristiques des produits et services aux besoins des différents types de clientèle, un ajustement immédiat des tarifs aux conditions du marché sont rendus possibles par

ces mutations technologiques.

Ces évolutions permettent surtout aux entreprises de mieux évaluer la « disponibilité à payer » maximale du consommateur et rendent possible une stratégie de segmentation pointue de la clientèle. Celle-ci présente clairement un intérêt majeur pour les entreprises : l'individualisation du service devient le vecteur essentiel d'une stratégie de différenciation quasiparfaite, permettant à l'entreprise de proposer un tarif s'approchant au plus près de la disponibilité maximale à payer individuelle (discrimination tarifaire dite « au premier degré »). Dès lors, le « surplus des consommateurs » (l'écart entre le prix que le consommateur est disposé à payer pour acquérir un bien et le prix effectivement payé) devient nul et les entreprises s'approprient toute la « rente ».

On s'attendrait à ce que l'Autorité de la concurrence, garante de la protection du surplus des consommateurs dans les opérations de concentration, soit également soucieuse des effets sur la concurrence de ces stratégies marketing personnalisées. Jusqu'à présent, les autorités de la concurrence ont été saisies, à propos des pratiques individualisées, dans le cadre quasi exclusif de relations fournisseur-entreprise aval. Mais désormais, les risques d'atteinte à la concurrence peuvent aussi résulter de pratiques touchant à la relation avec le client final. La mul-

tiplication des sites d'e-commerce conjuguée au traçage d'adresses d'ordinateurs reliés à Internet améliorent considérablement l'information dont disposent les firmes sur les caractéristiques des consommateurs, et permettent de proposer des publicités ciblées et de moduler le prix en fonction des connexions. En outre, le glissement d'un prix unique vers des prix personnalisés peut contribuer à renforcer les positions dominantes et à atténuer l'intensité de la concurrence sur les marchés pour des raisons liées à la perte de la fonction informationnelle du prix de marché. La multiplication de prix individualisés rend, en effet, beaucoup plus complexe, pour le consommateur, la comparaison des prix pratiqués par

les firmes rivales et, finalement, contribue à ce que s'évanouisse la pression concurrentielle pesant sur chacune d'entre elles.

Les firmes ont aujourd'hui un double intérêt à la généralisation d'une individualisation de la relation client : une appropriation de tout ou partie du surplus des consommateurs et une atténuation de l'intensité de la rivalité concurrentielle concomitante à cette grande opacité de prix individualisés. Voilà de quoi tordre le cou à l'idée couramment admise que la généralisation du commerce électronique améliore le sort du consommateur et contribue à la transparence de l'information.

Exercice 62 : Monopole d'intermédiation (forfait ou redevances ou fees versus royalties)

La demande de livre est estimée à $\mathcal{D}(p) = A - p$. On considère un éditeur en situation de monopole dont le coût marginal de production d'un exemplaire du livre est c . On supposera bien évidemment que $c < A$.

- 1 – L'éditeur propose à l'auteur d'un livre une rémunération constituée de droits d'auteur définis comme un pourcentage $1 - \alpha$ du Chiffre d'Affaires correspondant aux ventes de l'ouvrage (avec $0 \leq 1 - \alpha \leq 1$). Déterminez le surplus net de l'éditeur et le montant des droits d'auteur versés.
- 2 – Que se passe-t-il si l'auteur réclame non pas des droits d'auteur mais une somme fixe connue à l'avance? Calculez le nouveau prix auquel sera vendu le livre et comparez-le avec le prix obtenu à la question précédente. Quel conseil pouvez vous donner à l'auteur dans sa négociation avec l'éditeur?

Exercice 63 : Clasquette

Joe Cap vient de déposer un brevet, la casquette climatisée : la Clasquette. Joe est très fier de lui, son invention est écologique puisqu'elle utilise l'énergie solaire produite par des cellules photovoltaïques cousues sur la Clasquette. En plus, il n'existe pas sur le marché de produit pouvant procurer ce genre de service. Joe doit maintenant passer à la production de la Clasquette. Un problème se pose à lui, quelle qualité de finition doit-il choisir? Bien évidemment, le coût de production $C(q, \theta)$ dépend de la quantité de Clasquettes produites, q , et de la qualité de finition, θ , de celles-ci. Pour simplifier, on supposera que $\theta \in [0, 1]$, θ est donc un indice de qualité. Comme Joe est un homme d'affaire avisé il a fait une étude de marché pour déterminer la demande, $\mathcal{D}(q, \theta)$, de Clasquettes de qualité θ . On supposera pour simplifier que le bien divisible. On a de plus, $C(q, \theta) = \theta q$ et $\mathcal{D}(p, \theta) = \max \{ \theta(1 - p), 0 \}$.

- 1 – Que pouvez dire sur la fonction de coût?
- 2 – Que pouvez dire sur la fonction de demande?
- 3 – Qualifiez le marché de la Clasquette.

- 4 – Supposons dans un premier temps que la qualité θ soit fixée et donc exogène. Calculez l'équilibre de marché en fonction de θ . Représentez la détermination de cet équilibre graphiquement.
- 5 – Dans le cadre de la question précédente, calculez, $SS^{Mo}(\theta)$, le surplus social en fonction de θ .
- 6 – Supposons maintenant que la qualité θ soit endogène. Calculez le niveau de qualité θ^{Mo} choisi par Joe.
- 7 – Dans le cadre de la question précédente, calculez le surplus social.
- 8 – Déterminez la qualité, θ_w , qui maximise $SS^{Mo}(\theta)$. Quelle quantité, q_w , lorsque $\theta = \theta_w$ maximise le surplus social. Commentez.

Exercice 64 : Mesure du pouvoir de marché

Soit un monopole pour lequel on note respectivement Q la quantité produite et $C(Q) = F + cQ$ la fonction de coût de production, supposée linéaire, avec $c > 0$ et $F > 0$. La fonction de demande, supposée linéaire, est notée $\mathcal{D}(p) = A - p$ où p est le prix unitaire du bien. On notera $\mathcal{E}^{\mathcal{D}}(\cdot)$ l'élasticité prix de la demande.

- 1 – Calculez $\mathcal{E}^{\mathcal{D}}(\cdot)$.
- 2 – Calculez l'indice de Lerner en fonction de $\mathcal{E}^{\mathcal{D}}(\cdot)$.
- 3 – Soit Q^{Co} la quantité à l'équilibre sur ce marché si la concurrence était pure et parfaite. Expliquez en détail quelle est par rapport à une situation de concurrence pure et parfaite la perte sociale que l'on notera PS due à la présence d'un monopole sur ce marché? Donnez l'expression de cette perte de bien-être social.

4 – On considère $\widetilde{PS} = \frac{PS}{p^{Mo}Q^{Mo}}$. Comment s'interprète \widetilde{PS} ? En posant $\epsilon = -\frac{Q^{Mo}-Q^{Co}}{p^{Mo}-c}$, montrez que

$$\widetilde{PS} = \frac{1}{2}\epsilon\mathcal{I}_L^2 = \frac{-1}{2\mathcal{E}^{\mathcal{D}}(p^{Mo})}.$$

- 5 – Selon que la valeur absolue de l'élasticité vaut 1.5 ou 2, de combien varie \widetilde{PS} , que peut-on en déduire quant à l'évolution de la perte de bien-être? Pouvait-on considérer dans cet exemple numérique des valeurs de ϵ inférieure à 1?
- 6 – Afin de comparer l'intensité de la concurrence pour un secteur donné de l'industrie mais dans différents pays, un consultant suggère que l'indice théorique de Lerner devrait pouvoir être approché par une relation du type $\mathcal{I}_L = \frac{\beta}{N^\alpha}$ où α et β sont des paramètres inconnus et N le nombre d'entreprises. Comment justifier la relation proposée? Quel devrait être les signes des paramètres α et β ?
- 7 – Le même consultant prétend que dans chaque pays le nombre d'entreprise, N , à l'équilibre de marché doit être tel que $N = \left[\frac{\beta p Q}{F}\right]^{\frac{1}{1+\alpha}}$. Justifiez et interprétez cette relation. Considérer que les entreprises sont identiques, chacune produisant q . On a donc $Q = Nq$. Vous supposerez que $(p - c)q = F$.

Exercice 65 : Citron

L'entreprise Citron est un monopole dans le secteur des télécommunications. Elle sert deux catégories d'utilisateurs, les « jeunes » et les « vieux ». La fonction de demande agrégée des vieux est :

$$D_v(p) = \frac{3}{2} - p, \quad (6.1)$$

et la fonction de demande agrégée des jeunes est :

$$D_j(p) = 1 - p, \quad (6.2)$$

où p est le prix par unité de temps utilisée. La fonction de coût de Citron est :

$$C(Q) = \frac{1}{4}Q + \frac{3}{8}, \quad (6.3)$$

où Q est le temps total des conversations téléphoniques fourni.

- 1 – Calculez $SC_v(p)$ et $SC_j(p)$ les surplus des deux catégories d'usagers en fonction du prix unitaire.
- 2 – Calculez l'équilibre sur le marché lorsque Citron ne peut pas discriminer.
- 3 – Déterminez le surplus total des jeunes, des vieux et le surplus de Citron.
- 4 – Supposons à présent que Citron mette en place une tarification binôme et qu'il ne puisse pas discriminer. Calculez le nouvel équilibre et comparez les surplus avec ceux obtenus dans le cas précédent.
- 5 – Dans le cadre de la question précédente supposons que Citron puisse discriminer. Calculez le nouvel équilibre et comparez les surplus avec ceux obtenus dans les questions précédentes.
- 6 – Y a-t-il un optimum de Pareto dans les équilibres que vous venez de calculer? Vérifiez mathématiquement votre réponse.

Illustration : Texte de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes sur le bénéfice de l'ouverture des marchés de télécommunications à la concurrence. La prise en compte de l'intérêt des consommateurs : que dit la loi? [Arcep](#)

L'Autorité n'a pas de compétence pour traiter directement les problèmes rencontrés par les utilisateurs de services de télécommunications, en matière de droit de la consommation ou des contrats. C'est essentiellement à travers le développement de la concurrence que le cadre réglementaire vise à accroître la satisfaction des consommateurs.

La loi (article L.32-1 du code) a d'ailleurs confié à l'Autorité la mission de veiller « à l'exercice, au bénéfice des utilisateurs, d'une concurrence effective et loyale ». A cette fin, l'ARCEP a mis en oeuvre de façon continue une « régulation asymétrique » – c'est-à-dire n'imposant des obligations qu'aux seuls opérateurs puissants – visant à réduire les positions dominantes sur les marchés des télécommunications, en particulier celle de l'opérateur historique.

Dans le même temps, le cadre français a veillé à ce que l'ensemble des consommateurs puisse

profiter des dividendes de la concurrence, par la mise en oeuvre du service universel. Ce dispositif garantit notamment l'accès au service de téléphonie fixe à un prix indépendant de la localisation géographique, et prévoit des réductions du prix de l'abonnement pour certaines catégories de personnes sur la base de critères sociaux spécifiques. Il représente un coût de l'ordre de 30 millions d'euros pour le prestataire qui en a la charge – en l'occurrence France Télécom –, financé grâce au prélèvement d'environ 1% du chiffre d'affaires du secteur.

Enfin, le cadre réglementaire renforce la protection du consommateur par des dispositions spécifiques. Il a notamment prévu :

- un plafond tarifaire pour les appels en situation d'itinérance internationale (roaming);
- le suivi de la qualité de service des opérateurs et des fournisseurs de services de télécommunications;
- la portabilité des numéros pour faciliter le passage d'un consommateur d'un opérateur à un autre;
- un annuaire universel.

Ces dispositions appellent la mise en oeuvre d'actions sur la base des compétences du régulateur, qui se juxtaposent à une implication plus spécifique et plus directe de l'Arcep en faveur du consommateur.

10 milliards d'euros restitués aux consommateurs entre 1998 et 2005!

Le bénéfice de l'ouverture des marchés de télécommunications à la concurrence, encadrée par l'action du régulateur, est notable. Ainsi, on peut estimer qu'entre 1998 et 2005 le prix pour les consommateurs aura, en moyenne, diminué d'un peu plus de 30% et les usages auront été multipliés par près de 2.5, ce qui se traduit par une hausse du surplus pour les consommateurs de plus de 10 milliards d'euros sur la période.

Le taux de pénétration remarquable du haut débit est la parfaite illustration de l'effet béné-

fique sur l'innovation et les prix que peut avoir l'entrée sur un marché de nouveaux acteurs venant stimuler la concurrence. Entre 2000 et 2007, avec l'explosion du dégroupage, les offres Internet se sont démocratisées. A un prix moyen actuel d'une trentaine d'euros, pour des débits toujours croissants, les services se sont progressivement étoffés, l'abonnement incluant l'accès Internet, les communications téléphoniques et la télévision. La progression de ce marché s'est encore confirmée en 2007, avec le développement du dégroupage total (3,8 millions de lignes fin 2007). Pour un impact macroéconomique de l'ouverture à la concurrence sur ce marché voir l'étude controversée de A. Landier et D. Thesmar : « [L'impact macroéconomique de l'attribution de la quatrième licence mobile](#) ».

Exercice 66 : Monopole Discrimination par les prix : tarification par groupe

On considère un monopole qui produit à coût nul un bien qu'il peut vendre sur deux marchés, 1 et 2. La demande sur le marché 1 est $\mathcal{D}_1(p_1) = \max\{0; a_1 - p_1\}$ et celle sur le marché 2 est $\mathcal{D}_2(p_2) = \max\{0; a_2 - p_2\}$ avec $a_1 > a_2$.

- Supposons que le monopole puisse pratiquer des prix différents sur chaque marché. Calculer les prix et les quantités échangées sur chaque marché. En déduire le surplus social total.
- Imaginons maintenant que la discrimination soit interdite. Calculer le prix unique, p qui maximise le profit du monopole en supposant que les deux marchés sont servis. Vérifier que p est bien compris entre les deux prix précédents.
- Montrer que si $a_1 > 3a_2$, alors le monopole préfère ne pas servir le deuxième marché. Quel prix choisit-il? Montrer que le bien-être sans discrimination est inférieur au bien-être avec discrimination.
- Supposons que $a_2 < a_1 < 3a_2$, montrer que le bien-être sans discrimination est supérieur au bien-être avec discrimination. Qui gagne et qui perd?

Exercice 67 : Discrimination du second degré : Tarif Binôme

Soit une économie composée de deux types de consommateurs et de deux biens. Les consommateurs de type A ont une fonction d'utilité :

$$u_A(x, y) = 4x - \frac{x^2}{2} + y$$

et les consommateurs de type B ont une fonction d'utilité :

$$u_B(x, y) = 2x - \frac{x^2}{2} + y.$$

Les consommateurs ne peuvent consommer que des quantités non négatives. Le prix du bien « y » est égal à 1 et tous les consommateurs ont un même revenu égal à 100. Il y a N consommateurs de type A et N consommateurs de type B.

- 1 – Supposons qu'un monopoleur puisse produire le bien « x » à un coût moyen constant égal à c et ne puisse se livrer à aucune sorte de discrimination. Résolvez le programme du monopole. Pour quelles valeurs de c choisira-t-il de vendre aux deux catégories de consommateur ?
- 2 – Supposons que le monopoleur mette en place un « tarif en deux parties » tel que le consommateur doive payer une somme forfaitaire k pour pouvoir acheter. Un individu ayant payé le forfait k peut acheter la quantité qu'il veut au prix unitaire p . Les consommateurs ne sont pas en mesure de revendre le bien x . Pour $p < 4$, quelle est la somme maximale k qu'un consommateur de type A est disposé à payer pour avoir la possibilité d'acheter au prix p ? Si un consommateur de type A paie la somme k pour acheter au prix p , combien d'unités demandera-t-il ? Donnez la fonction qui détermine la demande de bien « x » des consommateurs A en fonction de p et de k . Quelle est la fonction de demande de bien « x » des consommateurs B ? Déterminez la fonction de demande totale de bien « x ».
- 3 – S'il n'y avait, dans cette économie, que N consommateurs de type A et aucun consommateur B, quel couple (p, k) choisirait le monopole ?
- 4 – Si $c < 1$, trouvez les valeurs de p et de k qui maximisent le profit du monopoleur sous la contrainte que les deux catégories de consommateur lui achètent le bien en question.

Exercice 68 : C'est transparent

La société *Jelaveplusblanc* (JLPB) produit de la lessive. Sur son marché, elle est en situation de monopole. Pour un prix p_i , la demande sur le marché i est :

$$D_i(p_i) = b_i(a_i - p_i). \quad (6.1)$$

La fonction de coût de JLPB est $C(Q) = Q$, où Q est sa production de lessive. On suppose que a_i est supérieur à 1 et b_i strictement positif.

- 1 – Donnez la définition d'un monopole. Dans le cas étudié, calculez le coût fixe, la fonction de coût variable, de coût moyen, de coût marginal, la recette moyenne et la recette marginale.
- 2 – Calculez l'équilibre de marché, représentez-le sur un graphique.
- 3 – Calculez le surplus du monopole, des consommateurs et le surplus social sur ce marché.
- 4 – Supposons à présent qu'il y ait deux marchés, $i = 1$ et $i = 2$. Avec $a_1 > a_2 > 1$ et $b_1 + b_2 = 1$. Sachant qu'il n'y a pas de transférabilité de la demande. Calculez la production totale du monopole pratiquant des prix unitaires différents sur les marchés sachant qu'il a intérêt à servir les deux marchés.
- 5 – Calculez le surplus social total.
- 6 – La puissance publique décide d'interdire la discrimination et oblige le monopole à servir les deux marchés, quel est le nouvel équilibre ? Faites une analyse en terme de variation de surplus par rapport aux questions précédentes.
- 7 – Supposons que $b_1 = b_2 = \frac{1}{2}$, que peut-on conclure ?

Avant-propos : Dans l'exercice qui suit nous proposons de façon extrêmement épurée un cadre d'analyse théorique de la discrimination par les prix via une différenciation de la qualité du produit. A la condition que la structure des prix respecte les contraintes d'autosélection, il montre qu'il peut être avantageux de produire une qualité inférieure, même si elle n'est pas marginalement moins coûteuse à produire. Dans la pratique les stratégies utilisées pour créer des différences de qualité sont extrêmement diverses. Les produits peuvent être proposés avec des fonctionnalités différentes et/ou des performances variables. Mais d'autres moyens sont utilisés comme l'introduction de délais et/ou de sécurités de livraison variables, ou encore différents niveaux de garantie, d'un accès prioritaire au support technique etc. Dans ces nombreuses solutions qu'ont les entreprises pour différencier la qualité des produits, il est utile de rappeler le cas des classes dans le métro parisien. C'est Charles Fiterman, ministre communiste des transports qui a aboli ce système au début des années 80. Les voitures de seconde classe ne différaient de celles de première que par leur couleur. Elles étaient accessibles à un prix plus faible. Comme le service le moins cher était choisi par davantage de gens... On peut imaginer la différence de confort entre les deux classes du métro parisien notamment aux heures de pointe... Toutes ces pratiques sont regroupées et connues aussi sous le nom de Yield management (ou Revenu management). Elles ont connu un essor extraordinaire dans le secteur des transports aériens notamment. Ce nouveau mode de tarification (Robert Crandall d'American Airlines est considéré comme un pionnier en la matière) a été introduite en 1985 grâce à des systèmes de réservation « intelligents » répondant au leitmotiv « le bon siège au bon client au bon moment » et a permis en augmentant le taux de remplissage des avions, d'augmenter le revenu des compagnies. Depuis cette pratique s'est généralisée et l'on trouve de plus en plus « d'Analyst Pricing » dans de très nombreux secteurs d'activités.

Exercice 69 : AirTouraine Falcùn

La compagnie AirTouraine a le monopole du transport aérien entre Tours et Nice et utilise le fameux Falcùn, avion de 20 places, pour cette liaison. Il y a potentiellement, sur le marché, d'une part 10 voyageurs « business » qui ont une certaine évaluation de la qualité du service (notée s) de sorte que le prix réserve auquel ce type de voyageur est disposé à acheter un billet est $12\sqrt{s}$. Il y a d'autre part 10 voyageurs « touristes » pour qui le prix de réserve auquel ils acceptent d'acheter un billet est $8\sqrt{s}$. On suppose qu'un voyageur achète un billet ou aucun et que le coût par voyageur, à qui AirTouraine offre un voyage de qualité s , est $s\text{€}$.

- 1 – Supposez qu'AirTouraine puisse pratiquer une discrimination du 1^{er} degré. Notons \bar{s} le niveau de qualité offert par AirTouraine aux voyageurs « business » et \underline{s} le niveau de qualité offert aux voyageurs « touristes ». On note respectivement \bar{p} et \underline{p} le prix d'un billet en classe business et touriste. Expliquez pourquoi d'un problème de maximisation des profits par rapport à \bar{p} , \bar{s} , \underline{p} et \underline{s} on peut se ramener à un problème de maximisation du profit par rapport à \bar{s} et \underline{s} . Écrivez ce programme de maximisation de profit. Quels sont les niveaux de qualité \bar{s} et \underline{s} choisis par AirTouraine ? En déduire les niveaux de prix \bar{p} et \underline{p} que va fixer AirTouraine ? Quel est le niveau de profit de la compagnie ?
- 2 – Supposez maintenant qu'AirTouraine ne puisse distinguer le type d'un voyageur. Néanmoins

la compagnie offre deux contrats de voyage $\{\bar{p}, \bar{s}\}$ et $\{\underline{p}, \underline{s}\}$ et laisse les consommateurs choisir. De quel type de discrimination tarifaire s'agit-il à présent? Écrire les quatre contraintes faisant intervenir \bar{p} , \bar{s} , \underline{p} et \underline{s} telles que chacun des 10 clients « business » préfère acheter un billet business et préfère effectivement voyager dans cette classe et chacun des clients « touriste » préfère acheter un billet touriste et préfère effectivement voyager dans cette classe. Écrire le programme de maximisation de profit de la compagnie sous les contraintes précédentes. Déterminez les niveaux de qualité \bar{s} et \underline{s} que la compagnie va choisir. En déduire les niveaux de prix \bar{p} et \underline{p} que va fixer AirTouraine. Quel est le profit d'AirTouraine?

3 – Si AirTouraine ne peut pas discriminer, quel est son profit?

4 – En comparant tous résultats précédents, peut-on dire si des voyageurs consomment une qualité de service optimale? Si oui, dans quel groupe? Quel groupe se voit offert trop peu de qualité de service? Si oui, lequel et pourquoi?

Illustration : « Cabines d'avions : les sièges "éco", plus minces et plus nombreux » LesEchos.fr Bruno Trevidic 14/04/2015 à 18:37.

Au Salon Aircraft Interiors, les sièges de classe éco mincissent et les rangées s'élargissent.

Plus de place à l'avant et plus de monde à l'arrière : telle est encore la tendance lourde du marché des cabines d'avion, dont le principal Salon professionnel, Aircraft Interiors, se tient cette semaine à Hambourg. Si le siège-couchette horizontal est en passe de devenir la règle en classe affaires - ils représenteront 85% de l'offre business en 2020 -, le nombre de sièges ne cessent d'augmenter en classe économique, avec l'apparition de nouveaux sièges plus minces et plus légers. Airbus l'a encore démontré mardi, en dévoilant une maquette grandeur nature du nouvel aménagement intérieur à 11 sièges de front de l'A380 (en $3 * 5 * 3$) au lieu de 10 sièges actuellement (en $3 * 4 * 3$). De quoi améliorer la rentabilité de l'A380 d'environ 10%, en gagnant 19 sièges supplémentaires en configuration triclasse standard (qui passe ainsi de 525 à 544 sièges) et jusqu'à 50 sièges en bi-classe, jusqu'à 650 passagers. Et ce, sans perte de confort, affirme Airbus. L'avionneur a en effet réussi la prouesse d'ajouter un siège de plus par rangée, tout en conservant une largeur de siège de 18 pouces de largeur (45,72 cm), alors

que les Boeing 777 et les A330 les plus densifiés ont recours à des sièges de 17 pouces de large (43,18 cm). Pour y parvenir, les ingénieurs d'Airbus ont eu l'idée de surélever le plancher de 5 centimètres, afin d'aligner les rangées de sièges sur la partie la plus large du fuselage. Une modification qui n'est pas anodine, mais qui peut valoir le coup si cela permet de repousser la décision de lancement d'un A380 Neo remotorisé.

Segmentation de la classe éco

La densification des cabines concerne aussi les appareils moyen-courriers. En jouant à la fois sur l'épaisseur des sièges, sur la taille du bloc cuisine et des wc, le futur A321 Neo pourrait ainsi compter jusqu'à 240 sièges, au lieu de 220 actuellement. Là encore, avec des sièges de 18 pouces de large, mais avec un espacement réduit à 28 pouces (71,12 cm) au lieu de 30 (76,2 cm) en moyenne aujourd'hui. Selon Airbus, les classes économiques densifiées, baptisées « Budget Economy » par opposition à Comfort Economy, équiperait déjà 10% des A330 en service et 27% de son carnet de commandes. En y ajoutant la classe Premium Economy à mi-chemin entre classe affaires et économie, les compagnies aériennes pourraient ainsi mieux segmenter le marché « éco » et générer jusqu'à 20 millions de dollars de recettes supplémentaires par avion et par an, assure Airbus. Reste à

vaincre les réticences des passagers, peu enclins à jouer les sardines en boîte, surtout en long-courriers. Pour l'heure, seul le loueur américain Amedeo a passé commande d'A380 à 11 sièges de front. Il lui faut maintenant les louer. Emirates a pour sa part exclu d'opter pour cette configuration. Mais la compagnie du Golfe prévoit déjà des B777 à 10 sièges de front et 17 pouces de large.

Exercice 70 : Monodue

Considérons un modèle à deux périodes, $t = 1, 2$. La fonction inverse de demande agrégée sur le marché considéré est invariante sur les deux périodes : $\mathcal{D}^{-1}(Q_t) = a - bQ_t$. Le coût moyen est supposé constant et égal à c_t durant la période t . Sur ce marché il y a un seul producteur qui « apprend en faisant », ce qui se traduit par : $c_2 = c_1 - \alpha Q_1$. On supposera que $a > c_1 > 0$, que $b > \alpha > 0$ et que le taux d'escompte est égal à un.

- 1 – Calculez la fonction de coût marginal à chaque période. Expliquez très précisément ce que vous faites.
- 2 – Calculez $\vec{Q}^{Mo} = (Q_1^{Mo}, Q_2^{Mo})$, le vecteur de production intertemporel du monopole.
- 3 – Calculez $\vec{Q}^{OP} = (Q_1^{OP}, Q_2^{OP})$, le vecteur de production intertemporel du monopole si celui-ci est totalement contrôlé par un planificateur social bienveillant. Commentez.
- 4 – Montrez qu'en \vec{Q}^{OP} on a quelque chose du genre : « le prix est égal au coût marginal ». Soyez très explicite.
- 5 – Le fait que le monopole « apprenne en faisant » améliore-t-il le bien-être social sur ce marché monopolistique ? Justifiez votre réponse à l'aide d'un calcul.

Exercice 71 : OM continue

On considère un continuum de supporters qui n'ont pas tous la même valorisation pour un produit dérivé vendu par l'Olympique de Marseille. Chaque supporter s'il achète, n'achète qu'une seule unité du produit. On suppose que les supporters n'ont aucune possibilité de revente du produit. Plus précisément, ces supporters se caractérisent par leur prix de réserve pour le produit dérivé, noté θ , ce paramètre est distribué selon une loi uniforme sur l'intervalle $[0, 1]$. La taille de la population des supporters est normalisée à un sans perte de généralité. Le coût marginal pour l'OM, en monopole sur le marché considéré, est supposé nul¹.

- 1 – Si l'OM pratique un prix uniforme, quel prix unitaire doit-il choisir ? Calculez pour ce niveau de prix son profit sur cette activité, le surplus des supporters et la charge morte du monopole.
- 2 – Expliquez en quoi une tarification plus sophistiquée qu'un prix uniforme permettrait à l'OM d'accroître ses profits.

On se place à présent dans le cas où l'OM est capable premièrement d'acquérir de l'information sur les caractéristiques des supporters et deuxièmement de pratiquer des prix différents sur chacun des groupes de supporters préalablement identifiés. Le monopole est supposé capable d'identifier N segments de supporters dans la population totale. Tous les segments ont une « longueur » identique, $\frac{1}{N}$. Les supporters du segment s , $s = (1, \dots, N)$, sont ceux dont le prix de réserve appartient à l'intervalle $\left[\frac{s-1}{N}, \frac{s}{N}\right]$. La question qui se pose c'est : comment dans les faits, les

1. C'est le sponsor principal du club qui paye le coût de fabrication et ce sont des bénévoles qui vendent aux abords du vélodrome le produit dérivé. Cette activité « productive » est totalement indépendante de toutes les autres activités du club.

bénévoles déterminent à « quel » supporter ils ont à faire? On peut imaginer qu'ils lui demandent son billet pour le match et que suivant la catégorie de place achetée ils infèrent le segment auquel il appartient.

- 3- Pour $N = 2$, quels sont sur chacun des deux segments de clientèle les prix choisis et les profits de l'OM? Quels sont les niveaux du surplus des supporters du segment 1 et du segment 2? Quelle est à présent la charge morte du monopole?
- 4- Plus généralement, dans le cas où le monopole est capable de distinguer N segments, déterminez successivement pour chaque segment le prix unitaire choisi par l'OM, son profit et le surplus des supporters. Quelle est, à présent, la charge morte du monopole?
- 5- Si $N \rightarrow +\infty$, à quel type de discrimination tarifaire correspond la tarification par groupe telle qu'elle est pratiquée ici par l'OM? Quel est alors le profit du club, le surplus des supporters et la charge morte du monopole? Représentez sur un même graphique en fonction de N , le profit de l'OM, le surplus des supporters et la charge morte du monopole.
- 6- Que constatez vous? Interprétez le résultat obtenu, en particulier peut-on dire que les supporters seront toujours opposés à la discrimination tarifaire étudiée ici?
- 7- Cet exercice montre que le monopole a intérêt à segmenter le plus finement possible sa clientèle. Selon vous, quels facteurs limitent bien souvent dans la pratique le nombre de tarifs effectivement proposés par les entreprises en monopole? Du coup, quelles hypothèses posées dans cet exercice suggèreriez vous de modifier?

6.2 Exercices théoriques

Exercice 72 : Lerner et élasticité

Soit Q^{Mo} la quantité produite et p^{Mo} le prix unitaire pratiqué par un monopole dont le coût marginal est strictement positif quelque soit le niveau de production.

- 1- Montrez que l'indice de Lerner est toujours égal à moins l'inverse de l'élasticité prix de la demande évaluée en p^{Mo} .
- 2- Montrez que la demande est élastique en p^{Mo} .

Chapitre 7

Équilibre de Nash

Sommaire

7.1 Exercices appliqués	62
Élimination itérative des stratégies strictement dominées	62
Équilibres de Nash	63
Équilibres de Nash	63
Équilibres de Nash	64
Équilibres de Nash	64
Équilibres de Nash	65
Équilibres de Nash : gains paramétriques	65
Ne pas parler de politique en famille!	66
Groville Vs Mufflins : guerre ou paix?	66
Pierre-Feuille-Ciseaux	66
Jeux séquentiels	66
Jeu séquentiel	67
Jeux séquentiels	67
7.2 Exercices théoriques	69

Avant-propos : « La théorie des jeux d'un Nobel à l'autre » [Le Monde Économie 31/10/2005](#)

John F. Nash, John C. Harsanyi et Reinhard Selten reçoivent le prix Nobel de sciences économiques en 1994. En 2005, Robert J. Aumann et Thomas C. Schelling sont récompensés à leur tour par le jury de Stockholm. Les onze années qui séparent ces deux dates fournissent l'occasion de mesurer l'évolution récente de la théorie des jeux et la progression de sa pénétration dans les différentes branches de l'analyse économique. Dans les années 1990, l'effort des chercheurs portait en priorité sur l'approfondissement et l'extension de ce que l'on appelle le « programme de recherche de Nash ». De quoi s'agissait-il ? L'idée de Nash est d'aborder les situations coopératives où les agents parviennent à une entente par une voie non coopérative, à travers des modèles de négociation explicites, ou seulement implicites. L'économie industrielle et l'économie internationale en offrent des illustrations nombreuses et variées. Les principales difficultés rencontrées par les chercheurs dans cette direction résident dans la multiplicité fréquente des positions d'équilibre. En termes économiques, cela se traduit par des défauts de coordination entre les agents, qui s'observent sur les marchés aussi bien que dans les marchandages directs. Pour dépasser cet obstacle, ou tout au moins le contourner, les théoriciens des jeux de cette période suivaient deux voies. L'une consistait à affiner la définition de l'équilibre, de manière à accroître ses exigences ; elle a été notamment empruntée par MM. Selten et Aumann ; l'autre recherchait des critères permettant de sélectionner l'un des équilibres, elle a fait l'objet des travaux effectués en collaboration par MM. Harsanyi et Selten. Les questions soulevées par la multiplicité des équilibres sont loin d'être résolues. Il n'est pas encore aisé de prévoir aujourd'hui lequel prévaudra dans une situation donnée, ni

de faire émerger par un raisonnement convaincant celui qui serait optimal. Mais la perspective dans laquelle le problème est discuté a beaucoup changé. Il ne s'agit plus de trouver sa solution technique, mais de comprendre comment il se pose aux joueurs, compte tenu de ce qu'ils savent ou croient savoir de la situation dans laquelle ils opèrent. Pour ce faire, les théoriciens des jeux disposent aujourd'hui de trois approches différentes, qu'ils peuvent adopter séparément ou simultanément. En premier lieu, l'expérimentation permet d'observer les comportements des individus lorsqu'ils sont placés dans des situations voisines de celles qui sont explorées par la théorie. Comment les agents réagissent-ils lorsqu'il s'agit de partager un gain, d'allouer une perte ou de négocier selon une procédure de type « c'est à prendre ou à laisser » ? Les jeux expérimentaux ne sont pas nouveaux. L'un de leurs pionniers, Vernon Smith, a du reste reçu le prix Nobel en 2002. Mais cette branche a connu au cours des dix dernières années une expansion très rapide et elle accompagne aujourd'hui une grande partie des recherches théoriques. Une deuxième voie consiste à dégager ce que les joueurs doivent connaître sur le jeu lui-même et sur les connaissances des autres joueurs pour aboutir aux solutions mises en évidence par la théorie. Cette recherche a conduit Robert J. Aumann, Eddie Dekel, Adam Brandenburger et quelques autres à se pencher sur ce que l'on appelle les systèmes de croyance des joueurs, c'est-à-dire les croyances respectives que développent les agents les uns envers les autres. C'est, en effet, sur la base de ces croyances que les agents arrêtent leur décision. Cette investigation est conduite à un niveau logique, en lien avec les travaux d'informatique théorique et d'intelligence artificielle. Elle est également conduite à un niveau psychologique dans une perspective dynamique qualifiée parfois d'« évolution-

niste ». Il s'agit alors de cerner les mécanismes d'apprentissage et de mimétisme, voire simplement d'empathie, sur lesquels s'appuient les joueurs lorsqu'ils construisent leurs croyances et qu'ils les révisent. Depuis peu de temps, une troisième approche semble s'ouvrir, grâce aux progrès réalisés par la neurologie cognitive, favorisée, notamment, par les techniques de l'imagerie cérébrale. Le projet de cette neuroéconomie appliquée aux jeux vise à identifier les processus neurophysiologiques qui guident le cerveau des individus lorsqu'ils effectuent leurs choix dans des situations d'interactions. Elle requiert la collaboration d'économistes, comme Colin Camerer et Aldo Rustichini, et de neurophysiologistes, comme Paul Glimcher et Peter Shizgal. Cette piste semble d'ores et déjà suffisamment prometteuse pour avoir suscité, dans le courant de cette année, la publication d'un très long article dans le *Journal of Economic Literature*, et d'un numéro spécial de *Games Theory and Economic Behaviour*, l'une des deux plus grandes revues scientifiques de théorie des jeux. Les trois perspectives qui ont été évoquées convergent sur un point. Toutes contribuent à expliquer comment les individus traitent les informations qu'ils détiennent sur eux-mêmes et sur les autres et comment ils les transforment en connaissance, en vue d'arrêter leurs choix dans les situations d'interdépendance où ils opèrent ces choix. Une complémentarité existe, du reste, entre elles. Ainsi, on peut confronter les exigences cognitives requises par la théorie des jeux aux performances effectives des joueurs, telles qu'elles sont révélées par les expériences. De même, on peut espérer que l'imagerie cérébrale et les progrès de nos connaissances sur le fonctionnement du cerveau permettront d'expliquer les processus conduisant les joueurs à établir leurs choix. Ces modèles, à leur tour, permettront d'enrichir la théorie des jeux. Les tra-

voux de M. Schelling et plus récemment ceux de M. Aumann, récompensés aujourd'hui, sont à l'origine de cette transformation. Ces travaux devraient permettre d'élucider les problèmes initialement posés par l'accessibilité des équilibres et la coordination des joueurs autour d'un équilibre déterminé. Ils éclairent également plusieurs résultats d'apparence paradoxale. Ainsi, les décisions des individus s'éloignent parfois systématiquement des normes élémentaires de la rationalité économique, en refusant, par exemple, un gain possible au cours d'une négociation, ou l'exploitation maximale d'une position dominante à l'occasion d'un partage. Pour mener à bien ces programmes de recherche, les théoriciens des jeux doivent collaborer étroitement avec les chercheurs d'autres disciplines, comme la logique, la psychologie et même la neurologie. Cette ouverture des jeux conditionne aujourd'hui leur succès et, par voie de conséquence, leurs retombées économiques.

« Poule mouillée ou chicken game » LesEchos.fr 15/12/2010

La théorie des jeux est une des branches de la science mathématique qui s'assigne pour sujet d'étude le comportement humain en société, les interactions entre les membres de la société et les intérêts qui les guident. Elle a fait beaucoup pour la compréhension des mécanismes boursiers et du comportement des acteurs. Dans cette théorie, les jeux se classent en deux catégories : les jeux à somme nulle, les jeux à somme non-nulle. Le plus célèbre des jeux à somme non-nulle est le « dilemme du Prisonnier ». Le jeu de la poule mouillée est une version de ce jeu, qui permet de comprendre bien des comportements économiques et leur traduction dans les méthodes qu'adoptent certains Etats pour négocier ou gérer leurs relations avec les autres. Le principe est le suivant : deux automobilistes sont sur une route à une seule voie roulant l'un vers

l'autre. S'ils ne cessent pas de rouler, ils vont se rentrer dedans. Dans ce cas, ils ont tous les deux tout perdu. Mais ils peuvent aussi chercher à s'éviter. Il suffit d'ailleurs qu'un seul d'entre eux décide de se mettre dans le fossé pour que les deux s'évitent un accident très grave. Mais on voit bien que dans ce cas, celui qui aura eu l'attitude la plus désinvolte, sera aussi bénéficiaire que celui qui a pris l'initiative et assumé les coûts et les risques d'une sortie de route. Ce type qui sort de la route, c'est la « Poule Mouillée ». Il a eu la trouille et a cherché à s'esquiver. Celui qui est resté obstinément sur sa trajectoire, c'est celui « qui en a... ». On dira que la coopération des deux est profitable aux deux et surtout que la non-coopération, la trahison de l'un est, elle aussi, profitable aux deux ! On dira aussi, et c'est là que le jeu de la Poule Mouillée prend tout son sens, que celui qui a choisi l'attitude de coopération peut tolérer, voire reconnaître comme légitime l'attitude « désinvolte », de non-coopération, de trahison diront les théoriciens, de son partenaire. Un bel exemple de ce jeu de la Poule Mouillée peut être trouvé dans la célèbre affirmation d'un responsable des finances américaines après que le dollar a été détaché de la référence Or : « le dollar est notre devise, mais

c'est votre problème ». À ce moment, les Etats-Unis ont fait comprendre à leurs partenaires économiques et alliés qu'ils ne s'occuperaient pas de la tenue du dollar contre les autres monnaies. Ils suggéraient aux autres pays de le faire à leur place pour éviter de très graves désordres. C'est ce qu'ils ont fait, exactement comme le joueur américain désinvolte le prévoyait : ils se sont efforcés de maintenir leurs monnaies à l'intérieur d'une marge de fluctuation vis-à-vis du dollar, subissant ainsi les errements des politiques budgétaire, économique voire militaire des Etats-Unis. Et comme il s'agissait de fidèles alliés, ils se sont finalement bien accommodés du système. Il faudra attendre pas mal d'années avant qu'une monnaie « concurrente », l'Euro, émerge enfin. Les exemples de ces situations où celui qu'on qualifie d'« indélicat dominant » joue sa partie sur le dos des autres, abondent dans la vie sociale et dans la vie économique : les rapports entre copropriétaires pour le paiement de travaux d'intérêts communs, ceux entre fermiers pour des questions d'accès à l'eau, pour entretenir des voies d'accès, des canaux d'irrigation etc. en sont des illustrations classiques et à la portée de tous. Il n'est pas besoin d'avoir fait des études de mathématiques très poussées.

7.1 Exercices appliqués

Exercice 73 : Élimination itérative des stratégies strictement dominées
gains :

Soit la matrice de

J	Joueur 2			
	s	Gauche	Centre	Droite
Joueur 1	Haut	(4,3)	(5,1)	(6,2)
	Milieu	(2,1)	(8,4)	(3,6)
	Bas	(3,0)	(9,6)	(2,8)

Tableau 7.1 : Matrice de gains : Jeu de mouvement simultané

- 1 – Y a-t-il des stratégies dominées ?
- 2 – Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies pures ?

Exercice 74 : Équilibres de Nash

Voici une matrice de gains associée à un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur :

J	J ₂		
	s	s ₂₁	s ₂₂
J ₁	s ₁₁	(1,4)	(0,2)
	s ₁₂	(1,2)	(0,4)

Tableau 7.2 : Matrice de gains

Répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées ? Y a-t-il des stratégies faiblement dominées ?
- 2 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.
- 3 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}). Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 4 – Déterminez les optima de Pareto parmi les équilibres de Nash.

Exercice 75 : Équilibres de Nash

Voici une matrice de gains associée à un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur :

J	J ₂		
	s	s ₂₁	s ₂₂
J ₁	s ₁₁	(0,0)	(4,1)
	s ₁₂	(1,4)	(0,0)

Tableau 7.3 : Matrice de gains

Répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées ? Y a-t-il des stratégies faiblement dominées ?
- 2 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.
- 3 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}). Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 4 – Déterminez les optima de Pareto parmi les équilibres de Nash.

Exercice 76 : Équilibres de Nash

Voici une matrice de gains associée à un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur :

J	J_2		
	s	s_{21}	s_{22}
J_1	s_{11}	(4,4)	(0,0)
	s_{12}	(4,1)	(4,0)

Tableau 7.4 : Matrice de gains

Répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées ? Y a-t-il des stratégies faiblement dominées ?
- 2 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.
- 3 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}). Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 4 – Déterminez les optima de Pareto parmi les équilibres de Nash.

Exercice 77 : Équilibres de Nash

Voici une matrice de gains associée à un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur :

J	J_2		
	s	s_{21}	s_{22}
J_1	s_{11}	(0,1)	(2,2)
	s_{12}	(1,4)	(1,4)

Tableau 7.5 : Matrice de gains

Répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées ? Y a-t-il des stratégies faiblement dominées ?
- 2 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.

- 3 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}). Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 4 – Déterminez les optima de Pareto parmi les équilibres de Nash.

Exercice 78 : Équilibres de Nash

Voici une matrice de gains associée à un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur :

J	J_2		
	s	s_{21}	s_{22}
J_1	s_{11}	(1, -1)	(3, 0)
	s_{12}	(4, 2)	(0, -1)

Tableau 7.6 : Matrice de gains

Répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées? Y a-t-il des stratégies faiblement dominées?
- 2 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.
- 3 – Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}). Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 4 – Déterminez les optima de Pareto parmi les équilibres de Nash.

Exercice 79 : Équilibres de Nash : gains paramétriques

Soit un jeu simultané avec deux joueurs et deux stratégies par joueur, la matrice de gains associée à ce jeu est la suivante :

J	J_2		
	s	s_{21}	s_{22}
J_1	s_{11}	$\left(\frac{k}{2}, \frac{k}{2}\right)$	(0, 1)
	s_{12}	(1, 0)	$\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$

Tableau 7.7 : Matrice de gains

En fonction des valeurs de k , $k \in \mathbb{R}$, répondez aux questions suivantes en justifiant vos réponses :

- 1 – Y a-t-il des stratégies strictement dominées?

- 2– Déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures.
- 3– Déterminez les équilibres de Nash en stratégies mixtes, avec α (resp. β) la probabilité que J_1 (resp. J_2) joue s_{11} (resp. s_{21}).
- 4– Tracez les courbes de meilleures réponses avec en abscisse la stratégie de J_1 .
- 5– Pour quelle(s) valeur(s) de k ce jeu est du type « Dilemme du prisonnier » ? Pourquoi ?

Exercice 80 : Ne pas parler de politique en famille !

Si Casimir va à gauche, Sidonie et lui gagnent un point. S'il va à droite et Sidonie à gauche, ils perdent tous les deux un point. Dans le dernier cas Casimir gagne deux points et Sidonie rien.

- 1– Écrivez ce jeu sous forme normale.
- 2– Y a-t-il des stratégies dominées ?
- 3– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies pures ?
- 4– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies mixtes (Dessinez les fonctions de meilleure réponse des deux joueurs) ?

Exercice 81 : Groville Vs Mufflins : guerre ou paix ?

Les deux grandes villes de la Présipauté de Groland, Groville et Mufflins, ont des relations conflictuelles. Elles doivent faire séparément le choix de la paix ou de la guerre. Si la paix est choisie par les deux villes, le gain est de quatre pour chacune d'elles, si c'est la guerre, le gain est de deux. Si les choix sont discordants, la ville ayant choisit la guerre obtient six, l'autre n'obtenant rien.

- 1– Décrivez l'ensemble des joueurs et leur ensemble de stratégies.
- 2– Est-ce un jeu simultané ?
- 3– Écrivez ce jeu sous forme normale.
- 4– Y a-t-il des stratégies dominées ?
- 5– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies pures ?
- 6– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies mixtes (Dessinez les fonctions de meilleure réponse des deux joueurs) ?
- 7– Y a-t-il un optimum de Pareto ?

Exercice 82 : Pierre-Feuille-Ciseaux

Casimir et Sidonie jouent à « Pierre-Feuille-Ciseaux », le gagnant obtient deux points et le perdant rien. Les points sont partagés en cas d'égalité.

- 1– Décrivez l'ensemble des joueurs et leur ensemble de stratégies.
- 2– Est-ce un jeu simultané ?
- 3– Écrivez ce jeu sous forme normale.
- 4– Y a-t-il des stratégies dominées ?
- 5– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies pures ?
- 6– Y a-t-il des équilibres de Nash en stratégies mixtes (Dessinez les fonctions de meilleure réponse des deux joueurs) ?

Exercice 83 : Jeux séquentiels

Sur un marché monopolistique il y a un entrant potentiel. Si l'entrée a lieu, l'entreprise historique peut « punir » l'entrant, dans ce cas les deux entreprises font une perte de -1 ; ou ne rien faire, dans ce cas l'entrant gagne 1 et la firme en place ne gagne rien.

S'il n'y a pas entrée alors le monopole fait un profit de 5. Il n'y a pas de coût fixe pour l'entrant.

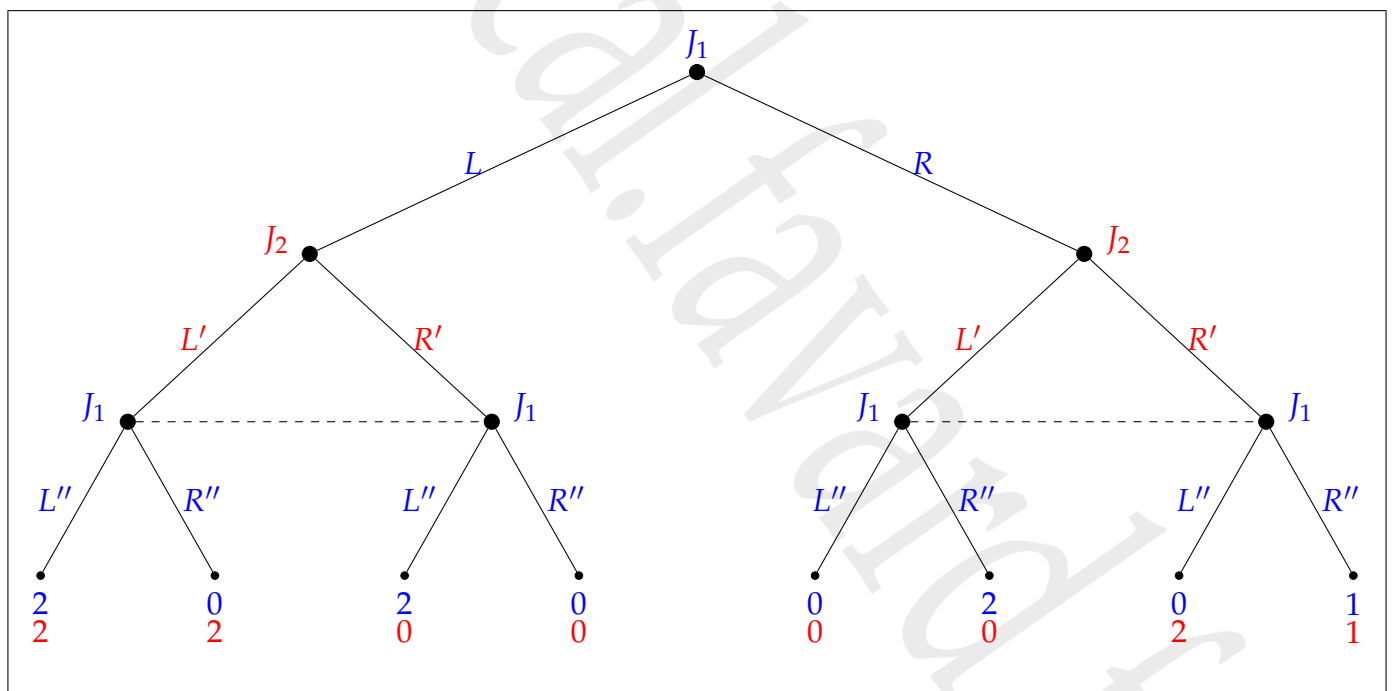
- 1 – Donnez le jeu sous forme extensive.
- 2 – Donnez le jeu sous forme normale .
- 3 – Quels sont les équilibres de Nash de ce jeu.
- 4 – Déterminez les EPSJ.

Le monopole a maintenant la possibilité d'augmenter sa capacité de production avant que le jeu précédent soit joué. Cette possibilité a un coût fixe de 3. Si cette capacité est utilisée pour « punir » l'entrant, la recette additionnelle générée est de 3, sinon la recette additionnelle est nulle.

- 5 – Donnez le nouveau jeu sous forme extensive.
- 6 – Déterminez les EPSJ.
- 7 – Comparez les résultats.

Exercice 84 : Jeu séquentiel

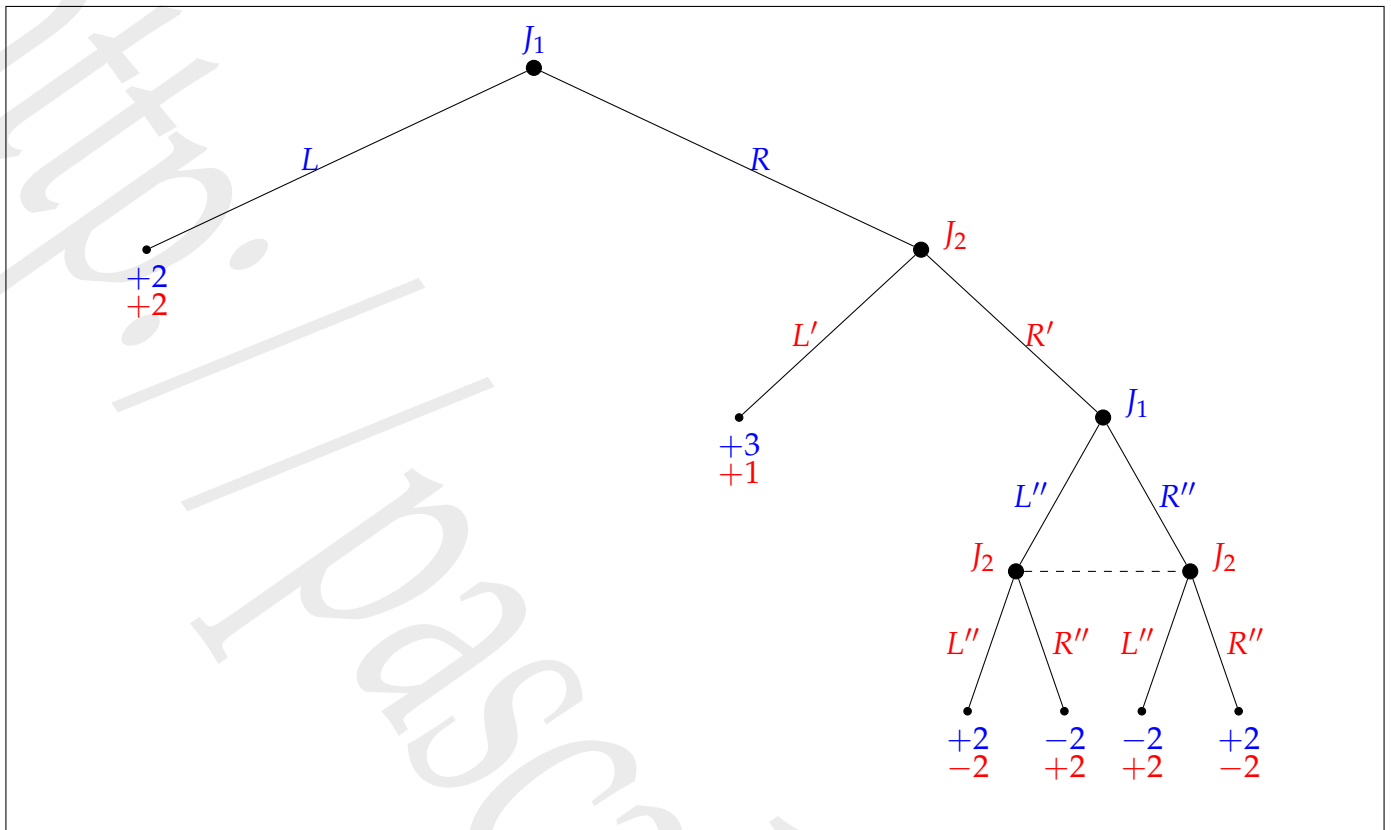
Soit le jeu Π à deux joueurs et trois étapes décrit par l'arbre de jeu suivant :



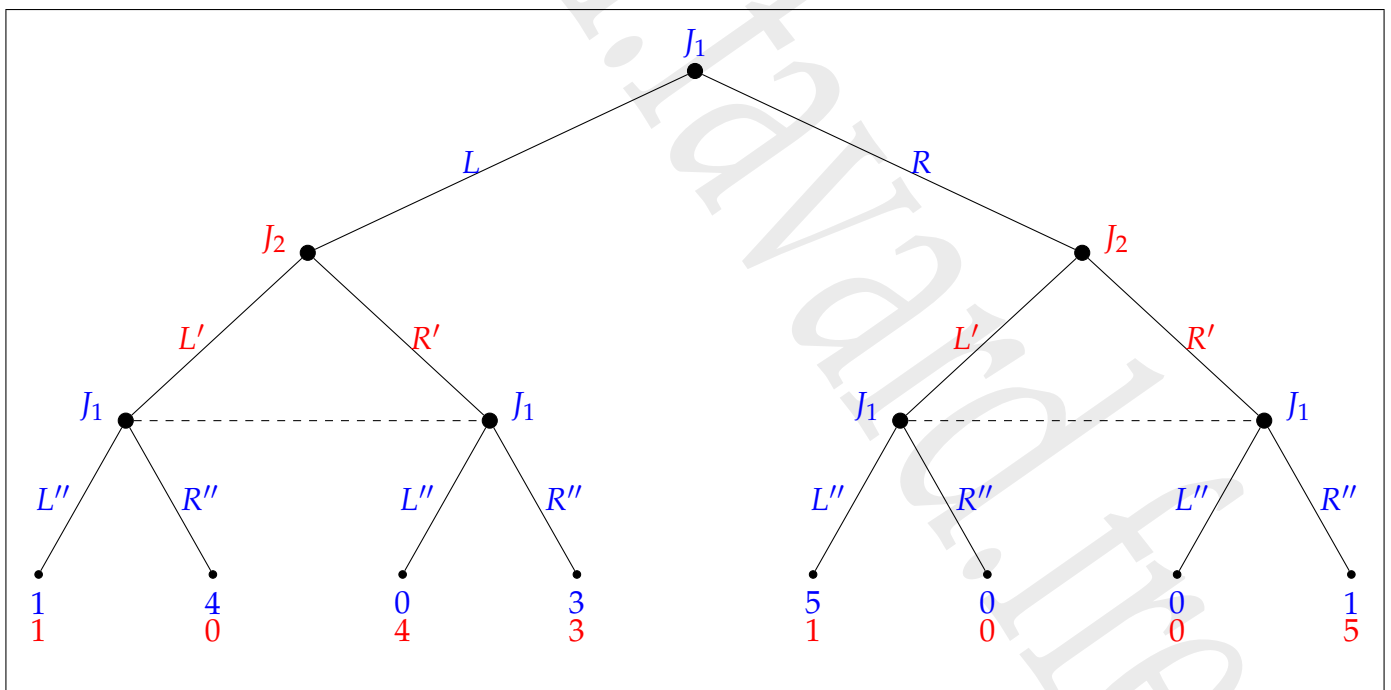
- 1 – Décrivez l'ensemble de stratégies de chaque joueur.
- 2 – Écrivez ce jeu sous forme normale.
- 3 – Déterminez les équilibres de Nash de ce jeu.
- 4 – Déterminez les sous-jeux de ce jeu et leurs équilibres de Nash.
- 5 – Déterminez les équilibres parfaits en sous-jeux de ce jeu.

Exercice 85 : Jeux séquentiels

Soit Ω , le jeu séquentiel à deux joueurs décrit par l'arbre de jeu suivant :



et Γ , le jeu séquentiel à deux joueurs décrit par l'arbre de jeu suivant :



- 1 – Combien d'étapes y a-t-il dans chacun de ces jeux ?
- 2 – Écrivez ces jeux sous forme d'une matrice de gains la plus simple possible.
- 3 – À partir de ces matrices déterminez les équilibres de Nash en stratégies pures de ces jeux.
- 4 – Déterminez les sous-jeux de ces deux jeux.
- 5 – Déterminez tous les équilibres parfaits en sous-jeux de ces jeux.
- 6 – Le concept d'équilibres parfaits en sous-jeux a-t-il un intérêt ?

7.2 Exercices théoriques

Références bibliographiques

- BELLEFLAMME, P. et PEITZ, M. (2010). Industrial organization : markets and strategies. Cambridge University Press.
- BERGSTROM, T. C. et VARIAN, H. R. (1993). Intermediate microeconomics. WW Norton.
- BERGSTROM, T. C. et VARIAN, H. R. (2003). Workouts in intermediate microeconomics. WW Norton.
- FUDENBERG, D. et TIROLE, J. (1991). Game theory mit press. MIT press Cambridge, MA.
- GIBBONS, R. (1992). Game theory for applied economists. Princeton University Press.
- GOLLIER, C. (2004). The Economics of Risk and Time. MIT press Cambridge, MA.
- HARA, C., SEGAL, I. et TADELIS, S. (1997). Solutions Manual for Microeconomic Theory by Andreu Mas-Colell, Michael D. Whinston, and Jerry R. Green. Oxford University Press.
- HINDRIKS, J. et MYLES, G. D. (2006). Intermediate Public Economics. MIT press Cambridge, MA.
- JEHLE, G. A. et RENY, P. J. (2011). Advanced Microeconomic Theory. Pearson Education.
- JULLIEN, B. et PICARD, P. (2002). Éléments de microéconomie 2.Exercices et Corrigés. Montchrestien.
- LAFFONT, J.-J. (1988). Fondements de l'économie publique. Vol.1 du Cours de Théorie Microéconomique. Economica, Paris.
- LAFFONT, J.-J. (1991). Economie de l'Incertain et de l'Information. Vol.2 du Cours de Théorie Microéconomique. Economica, Paris.
- LAFFONT, J.-J. et MARTIMORT, D. (2009). The Theory of Incentives : the principal-agent model. Princeton university press.
- LAFFONT, J.-J. et TIROLE, J. (1993). A Theory of Procurement and Regulation. MIT press Cambridge, MA.
- MAS-COLELL, A., WHINSTON, M. D. et GREEN, J. R. (1995). Microeconomic Theory. Oxford university press New York.
- NITZAN, S. (2009). Collective preference and choice. Cambridge University Press.

- PERLOFF, J. M. (2009). Microeconomics. Harlow : Pearson Education.
- PICARD, P. (1990). Éléments de microéconomie 1. Théorie et applications. Montchrestien.
- RILEY, J. G. (2012). Essential Microeconomics. Cambridge University Press.
- SALANIÉ, B. (2000). The Microeconomics of Market Failures. MIT press Cambridge, MA.
- SALANIÉ, B. (2005). The Economics of Contracts : a primer. MIT press Cambridge, MA.
- SALANIE, B. (2011). The Economics of Taxation. MIT press Cambridge, MA.
- STARR, R. M. (2011). General Equilibrium Theory : An introduction. Cambridge University Press.
- SYDSÆTER, K., STRØM, A. et BERCK, P. (2005). Economists' mathematical manual. Springer.
- TIROLE, J. (1988). The Theory of Industrial Organization. MIT press Cambridge, MA.
- VARIAN, H. R. (1984). Microeconomic Analysis. Norton New York.

Liste des figures

Page

Liste des tables

	Page
7.1 Matrice de gains : Jeu de mouvement simultané	63
7.2 Matrice de gains	63
7.3 Matrice de gains	63
7.4 Matrice de gains	64
7.5 Matrice de gains	64
7.6 Matrice de gains	65
7.7 Matrice de gains	65

Index

Aversion au risque, 28, 29

Bien

inférieur, 6, 8

normal, 6, 8

numéraire, 6–8, 12

Boîte d'Edgeworth, 41–44

Charge morte, 49, 51, 53, 57

Choix intertemporels, 27, 57

Coefficient d'aversion

absolue, 25

relative, 25

Coefficient d'aversion

absolue, 29

Contrainte budgétaire, 4–6, 9, 10

Contrainte budgétaire intertemporelle, 27

Courbe d'Engel, 5, 6, 8

Courbe d'indifférence, 4–6, 8–10, 41–43

Courbe d'isoproduction, 15, 16, 18, 19

Courbe des contrats, 41–44

Court terme Vs long terme, 16, 34, 37, 47

Critère de

Pascal, 28

Savage, 28

Wald, 28

Demande

hicksienne, 9, 10, 12

marshallienne, 7–11

totale, 35, 54

Demande conditionnelle de facteur, 16, 17

Discrimination

degré 2, 54, 56

degré 3, 52–54, 58

parfaite, 49, 52, 54, 55

Effet revenu et effet substitution, 7–9, 27

Élasticité

prix, 7, 9, 11, 18, 19, 39, 51, 58

prix croisés, 9, 11

revenu, 8, 9, 12

Ensemble de production, 19

Épargne, 27

Équation de Slutsky, 9

Équilibre

monopole, 48, 49, 51, 52, 54, 57

décentralisé, 41–44

marché concurrentiel, 35, 36, 38, 39, 47–49

Équilibre Parfait en Sous-Jeux, 67, 68

Équilibre de Nash en

stratégies mixtes, 63–66

stratégies pures, 63–68

Équivalent certain, 25, 29

Espace de consommation, 3–6, 10

Externalité

négative, 24

Fonction

de dépense, 9, 10, 12

Fonction d'utilité

autres, 4–6, 11

Cobb-Douglas, 5, 8, 41, 43

indirecte, 9, 10, 12, 25, 26, 28, 29

intertemporelle, 27

Leontief, 5, 6, 9, 42, 43

linéaire, 4, 5, 10, 41, 43

quasi-linéaire, 5, 6, 8, 12, 43

vNM, 24–26

Fonction de coût

fixe, 16, 35

marginal, 16, 34

moyen, 16, 34

total, 15–19, 34, 37, 38

Fonction de production
 autres, 16, 43
 Cobb-Douglas, 15, 17, 18, 37, 43
 Leontief, 19
 quasi-linéaire, 16

Fonction de recette, 48, 54

Forme
 extensive, 67
 normale, 67

Frontière des possibilités de production, 44

Indice de Lerner, 51, 58

Meilleur choix, 4–9, 11, 24, 27, 35

Monopole
 multiproduit, 48

Offre
 entreprise, 15–19, 35, 47
 totale, 35, 39, 47

Optimum de Pareto, 41–44, 52, 57, 63–66

Préférence pour le présent, 27

Prime de risque, 25, 29

Production jointe, 18, 35

Quota
 consommation, 6, 9
 importation, 37

Relation de préférence, 11, 12, 25

Rendements d'échelle, 15, 17, 19

Sentier consommation-revenu, 5, 6, 8

Sentier d'expansion, 15, 16

Seuil de
 fermeture, 16, 19, 35, 37
 rentabilité, 16, 19, 35

Stratégies dominées, 63

Subvention
 à l'unité, 36, 37
 forfaitaire, 36

Surplus
 État, 36
 consommateur, 7, 8, 12, 36, 52, 54
 producteur, 18, 36, 50, 54, 57
 social, 35–37, 48, 51, 53, 54, 57

Tarif binôme, 52, 54

Taux
 d'actualisation, 27
 d'escompte, 57
 d'intérêt, 27

Taxe
 à l'unité, 4, 37, 39
 ad-valorem, 35

TmS, 4–6, 8, 41–43

TmST, 15

VAN, 28

Variation
 équivalente, 12
 compensatoire, 12

Vecteur input-output, 17

