Introduction à la Microéconomie

Pierre Fleckinger

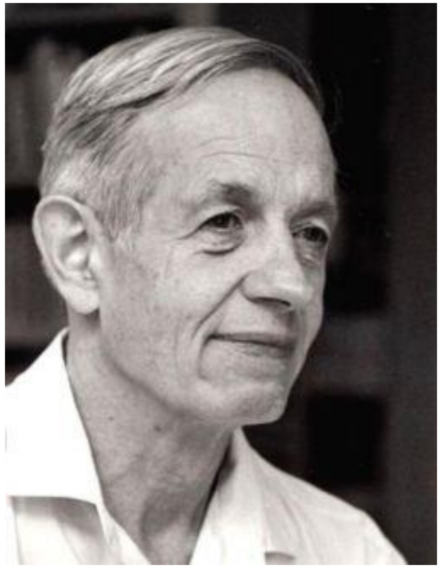
Chapitre 3:
Oligopole et théorie des jeux

1. Les oligopoles
2. Eléments de théorie des jeux
3. Oligopoles de Cournot et Bertrand
4. Concurrence dynamique

Starring

Augustin Cournot
(1801-1877)

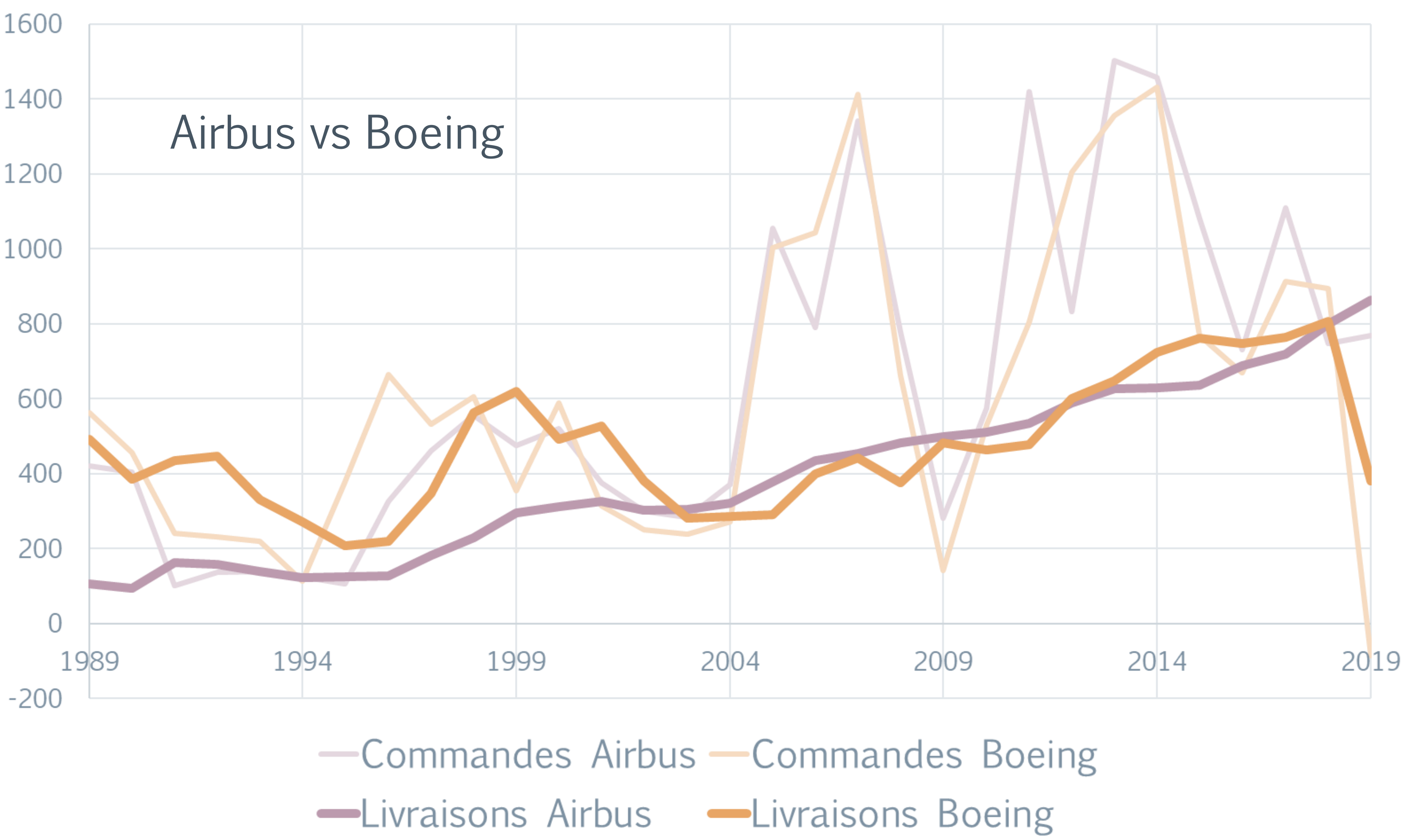
Joseph Bertrand
(1822-1900)



John Nash
(1928-2015)

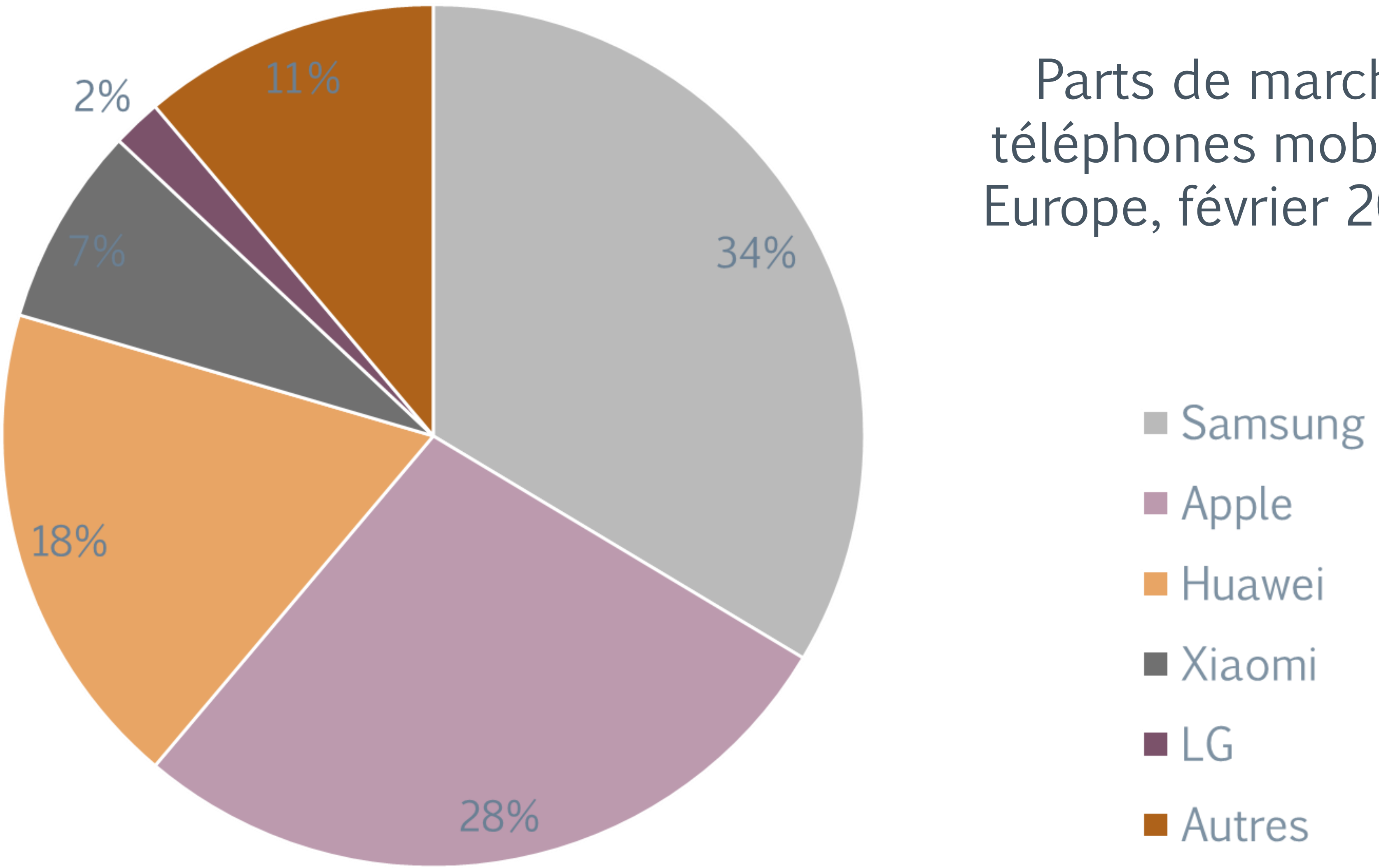
Les oligopoles

- Jusque là, nous avons considéré des producteurs qui ne prenaient pas en compte le comportement des autres producteurs car:
  - soit le marché était atomisé, et le prix s'imposait aux producteurs, l'influence de chacun étant négligeable,
  - soit le producteur était en monopole et donc seul.
- Les situations intermédiaires sont des oligopoles
- Quand il y a quelques producteurs, chaque producteur va prendre en compte ce qu'il anticipe des comportements des autres pour prendre sa décision de production.
  - La théorie des jeux fournit des outils pour analyser ces situations



Airbus vs Boeing
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-200
1989
1994
1999
2004
2009
2014
2019
Commandes Airbus
Commandes Boeing
Livraisons Airbus
Livraisons Boeing

Parts de marché téléphones mobiles Europe, février 2020



Choix stratégiques

- Deux producteurs produisant des quantités y_1 et y_2
- En concurrence parfaite, ils n'auraient pas d'influence sur le prix avec leurs quantités
- Mais ils sont deux: ils ne font pas tout seul le prix, mais leurs quantités ont un impact non-négligeable sur le prix:
$$p(y_1 + y_2)$$
- Chacun cherche simultanément à maximiser son profit
- Le modèle de Cournot décrit une concurrence ou les choix stratégiques sont les quantités
- Le modèle de Bertrand propose lui une concurrence en prix

Choix stratégiques

- Dans de telles situations,
  les décisions sont interdépendantes
- Pour choisir sa quantité (ou son prix), chaque concurrent doit anticiper ce que choisira l'autre
- La rationalité est « interactive » dans ce cas: il n'est pas possible de faire l'économie d'une réflexion sur ce que les autres pensent et vont donc décider, contrairement au cas de la concurrence parfaite
- On entre ici dans le monde de la théorie des jeux.

Oligopole
et théorie des jeux

1. Les oligopoles
2. Eléments de théorie des jeux
3. Oligopoles de Cournot et Bertrand
4. Concurrence dynamique

Le dilemme du confiné

- Deux joueurs
- Chacun peut choisir de rester confiné (C) ou de sortir (S)
- Si les deux se confinent, la **pandémie** s’arrête
- Si l’un des deux sort, la pandémie continue
- Si les deux sortent, la pandémie s’accélère
- Enfin, rester confiné a un **coût individuel**

Le dilemme du confiné

- On attribue les utilités suivantes aux joueurs:
  - Si la pandémie s'arrête, ils ont un gain de 4
  - Si la pandémie continue, ils ont un gain de 2
  - Si la pandémie s'accélère, ils ont un gain de 0
  - Le coût individuel du confinement est de 3

- On peut maintenant construire la bi-matrice du jeu

Le dilemme du confiné: matrice des gains

La pandémie s'arrête

La pandémie continue

	C(onfinement)	S(ortie)
C(onfinement)	(4 - 3 , 4 - 3)	(2 - 3 , 2)
S(ortie)	(2 , 2 - 3)	(0 , 0)

La pandémie continue

Coût individuel du confinement

La pandémie s'accélère

Le dilemme du confiné

Stratégies du joueur 2

Stratégies du joueur 1

	C	S
C	(1 , 1)	(-1 , 2)
S	(2 , -1)	(0 , 0)

Gain du joueur 1

Gain du joueur 2

Le dilemme du confiné

	C	S
C	(1 , 1)	(-1 , 2)
S	(2 , -1)	(0 , 0)

- S donne un gain supérieur à C, quelle que soit la stratégie de l'autre!
- La situation (S,S) est pourtant Pareto-dominée par (C,C)

Le dilemme du confiné

	C	S
C	(1 , 1)	(-1 , 2)
S	(2 , -1)	(0 , 0)

- La situation (S,S) est un équilibre en stratégie dominante
- Ce jeu est appelé dilemme du prisonnier

Equilibre de Nash

- **Définition:** un équilibre de Nash est un couple de stratégies tel que le joueur 1 joue sa meilleure stratégie compte tenu de celle du joueur 2, et le joueur 2 compte tenu de la stratégie de 1.

- Une définition équivalente: une situation dans laquelle il n'existe pas de déviation unilatérale profitable.

- C'est une notion de stabilité résultant de l'optimisation individuelle, mais aucunement liée à l'efficacité.

- NB: s'il existe un équilibre en stratégie dominante (tel que chacun a une stratégie qui est la meilleure quelle que soit celle de l'autre) alors c'est l'unique équilibre de Nash.

Distanciation sociale

› Deux joueurs

› Ils se croisent dans un couloir de 2m de large

› Leurs gains sont proportionnels à la distance qui les séparent

› Ils vont donc raser le mur de gauche ou le mur de droite

Distanciation sociale

	G	D
G	(0,0)	$\boxed{(1,1)}$
D	$\boxed{(1,1)}$	(0,0)

- Raser le mur de gauche est la meilleure chose à faire quand l'autre rase celui de droite et inversement
- Les deux situations (G,D) et (D,G) sont des équilibres de Nash
- Un pur problème de coordination

Stocker du papier toilette

- Deux joueurs
- Ils peuvent acheter normalement (N) ou acheter plus pour stocker (S)
- S'ils se comportent tous les deux normalement, chacun paie peu, ne fait pas la queue, et dispose de ce qu'il faut
- Si un seul stocke, il dépense plus et s'encombre, et l'autre joueur fait face à un risque de pénurie
- Enfin, si les deux stockent, ils font longtemps la queue au supermarché en plus de trop dépenser et de s'encombrer

	N	S
N	$\boxed{(3,3)}$	(0,2)
S	(2,0)	$\boxed{(1,1)}$

- Les deux situations (N,N) et (S,S) sont des équilibres de Nash
- Un « bon » équilibre et un « mauvais » équilibre
- Le mauvais équilibre: je pense que les autres vont stocker, donc j'ai peur de la pénurie. Donc je stocke. Les autres font pareil en retour. Et la situation dont on avait peur se réalise. Donc on avait raison d'avoir peur.

(3,2)	(1,1)
(0,0)	(2,3)

(1,-1)	(-1,1)
(-1,1)	(1,-1)

(1,1)	(0,2)
(2,0)	(3,3)

(4,7)	(50,6)
(3,85)	(2,1)

- Quels sont les optima de Pareto?
- Quels sont les équilibres de Nash?

Quelques applications de la théorie des jeux

- Contexte historique: avancées autour du Projet Manhattan
  - Enjeux stratégiques et militaires
  - Développement: fin 2nde Guerre Mondiale puis Guerre Froide
- Pour comprendre les interactions et phénomènes sociaux
- En biologie: jeux évolutionnistes, jeux de population
- En sciences politiques: études des systèmes de vote, positionnement des programmes, relations internationales
- En économie:
  - Stratégie d'entreprise
  - Politique de la concurrence
  - Enchères
- Influence aussi en psychologie, informatique, philosophie…

CARNEGIE INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SCHENLEY PARK
PITTSBURGH 13, PENNSYLVANIA

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
COLLEGE OF ENGINEERING AND SCIENCE

February 11, 1948

Professor S. Lefschetz
Department of Mathematics
Princeton University
Princeton, N. J.

Dear Professor Lefschetz:

This is to recommend Mr. John F. Nash, Jr. who has applied for entrance to the graduate college at Princeton.

Mr. Nash is nineteen years old and is graduating from Carnegie Tech in June. He is a mathematical genius.

Yours sincerely,

Richard J. Duffin

Richard J. Duffin

RJD:hl

Lettre de recommandation pour John Nash (1948)

Preuve de l'existence d'équilibre (Nash, 1950 PNAS)

EQUILIBRIUM POINTS IN N-PERSON GAMES

By John F. Nash, Jr.*

Princeton University

Communicated by S. Lefschetz, November 16, 1949

One may define a concept of an n-person game in which each player has a finite set of pure strategies and in which a definite set of payments to the n players corresponds to each n-tuple of pure strategies, one strategy being taken for each player. For mixed strategies, which are probability distributions over the pure strategies, the pay-off functions are the expectations of the players, thus becoming polylinear forms in the probabilities with which the various players play their various pure strategies.

Any n-tuple of strategies, one for each player, may be regarded as a point in the product space obtained by multiplying the n strategy spaces of the players. One such n-tuple counters another if the strategy of each player in the countering n-tuple yields the highest obtainable expectation for its player against the $n - 1$ strategies of the other players in the countered n-tuple. A self-countering n-tuple is called an equilibrium point.

The correspondence of each n-tuple with its set of countering n-tuples gives a one-to-many mapping of the product space into itself. From the definition of countering we see that the set of countering points of a point is convex. By using the continuity of the pay-off functions we see that the graph of the mapping is closed. The closedness is equivalent to saying: if $P_1, P_2, \ldots$ and $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n, \ldots$ are sequences of points in the product space where $Q_n \rightarrow Q$, $P_n \rightarrow P$ and Q_n counters P_n then Q counters P.

Since the graph is closed and since the image of each point under the mapping is convex, we infer from Kakutani's theorem[1] that the mapping has a fixed point (i.e., point contained in its image). Hence there is an equilibrium point.

In the two-person zero-sum case the "main theorem"[2] and the existence of an equilibrium point are equivalent. In this case any two equilibrium points lead to the same expectations for the players, but this need not occur in general.

* The author is indebted to Dr. David Gale for suggesting the use of Kakutani's theorem to simplify the proof and to the A. E. C. for financial support.

[1] Kakutani, S., *Duke Math. J.*, **8**, 457–459 (1941).

[2] Von Neumann, J., and Morgenstern, O., *The Theory of Games and Economic Behaviour*, Chap. 3, Princeton University Press, Princeton, 1947.

Oligopole
et théorie des jeux

1. Les oligopoles
2. Eléments de théorie des jeux
3. Oligopoles de Cournot et Bertrand
4. Concurrence dynamique

L'oligopole de Cournot

- Cournot a inventé l'équilibre de Nash dans un cas particulier
- Ingrédients:
  - n producteurs, $i = 1 \dots n$, produisant chacun y_i, avec une fonction de coût C, croissant convexe
  - Demande inverse $p(Y)$ avec $Y = \sum_i y_i$
- Le profit du producteur i s'écrit: $\pi_i(y_1, .., y_n) = p(Y)y_i - C(y_i)$
- L'équilibre de « Cournot-Nash » correspond à la solution de :

$$\begin{cases} \max_{y_1} \pi_1(y_1, .., y_n) \\ \max_{y_i} \pi_i(y_1, .., y_n) \\ \max_{y_n} \pi_n(y_1, .., y_n) \end{cases}$$

- Chaque producteur i choisit sa quantité en considérant le vecteur des quantités des autres $y_{-i} = (y_1, .., y_{i-1}, y_{i+1}, .., y_n)$ comme donné

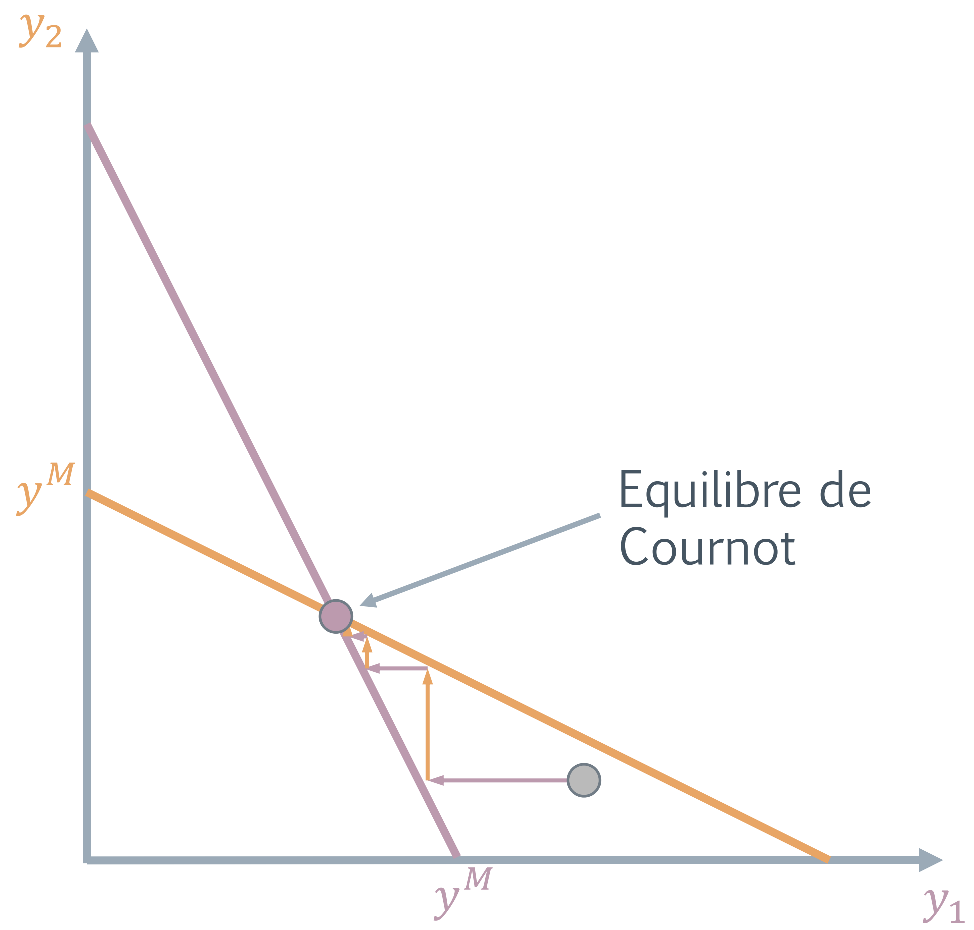


Illustration:

- $n = 2$
- $p(Y) = a - bY$
- $C(y) = cy$

- Fonction de meilleure réponse $y_1(y_2)$:
  - La quantité y_1 qui maximise π_1 si le concurrent choisit y_2
- L'équilibre correspond donc à l'intersection des deux

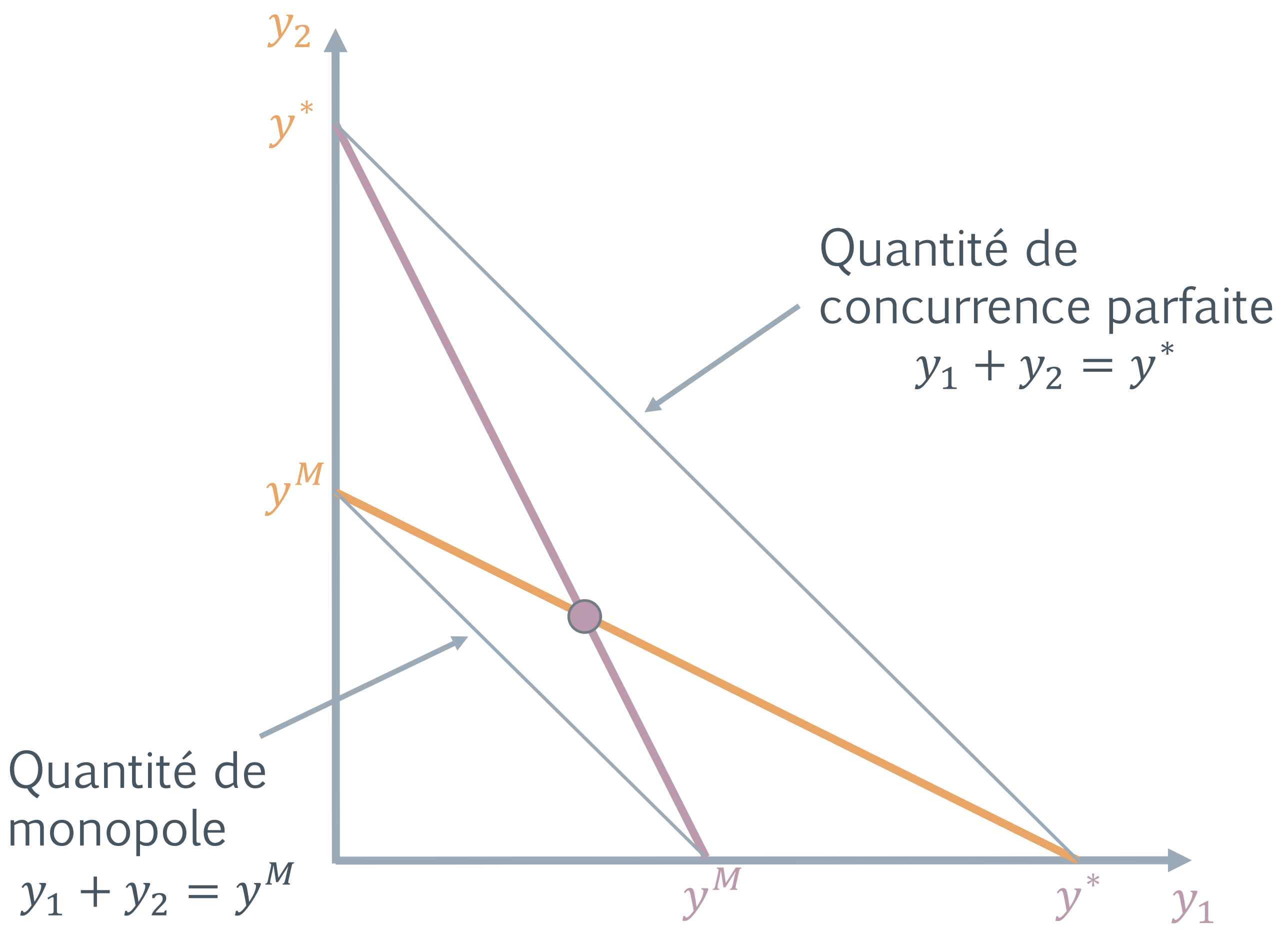


Illustration:

- $n = 2$
- $p(Y) = a - bY$
- $C(y) = cy$

- La quantité totale à l'équilibre de Cournot est comprise entre celle de concurrence parfait et celle de monopole

L'oligopole de Cournot—suite

- A l'équilibre, le producteur i fixe y_i tel que:

$$p = C'(y_i) - \frac{dp}{dy_i} y_i > C'(y_i)$$

- Les quantités produites sont égales pour chaque concurrent (à démontrer) donc $y_i = \frac{Y}{n}$, et de plus $\frac{dp}{dy_i} = \frac{dp}{dY}$.
- L'élasticité de la demande est $\varepsilon = \frac{dY/Y}{dp/p}$
- On obtient ainsi en remplaçant dans la condition d'équilibre:

$$\boxed{\frac{p - C'}{p} = \frac{1}{n|\varepsilon|}}$$

- Généralise la formule de Lerner pour le monopole ($n = 1$), et inclut à la limite le marché atomisé où la concurrence est parfaite ($n = +\infty$).

Mesurer le pouvoir de marché

- L'indice de Lerner: $L = \frac{p - C'}{p}$ donne le taux de marge, le pourcentage du prix qui est une marge de profit.
- On peut mesurer aussi la concentration du marché, en additionnant les parts de marchés des k plus grandes entreprises: $C_k = \sum_1^k s_i$, où les $s_i = \frac{y_i}{Y}$ sont ordonnés.
- Les autorités de la concurrence utilisent souvent l'indice d'Herfindahl: $H = \sum_1^n s_i^2$.

- Dans le cas d'un modèle de Cournot symétrique, on a simplement $L = \frac{1}{n\varepsilon}$, $C_k = \frac{k}{n}$ et $H = \frac{1}{n}$. L'indice de Lerner contient donc plus d'information économique, avec l'élasticité.

L'oligopole de Bertrand

- Les producteurs choisissent leur prix, ils ont un coût marginal constant c
- Le producteur i fait face à une demande $y_i(p_1, .., p_n)$
  - Seul(s) le(s) producteur(s) avec le plus bas prix vend(ent)
  - Si plusieurs producteurs choisissent le plus bas prix, ils se partagent la demande également
- Le problème central est que la demande $y_i(p_1, .., p_n)$ est donc discontinue
  - Si le producteur i choisit un prix juste en dessous de $\min_{k \neq i}(p_1, .., p_n)$, il prend toute la demande
  - Si le producteur i choisit un prix au dessus de $\min_{k \neq i}(p_1, .., p_n)$, il n'a aucune demande
- A l'équilibre de Nash du jeu de Bertrand, $\boxed{p_i = c}$ pour tout i.
  - Un producteur a intérêt à choisir un prix juste en dessous de celui des autres
  - Cette dynamique de meilleures réponses amène jusqu'au coût marginal

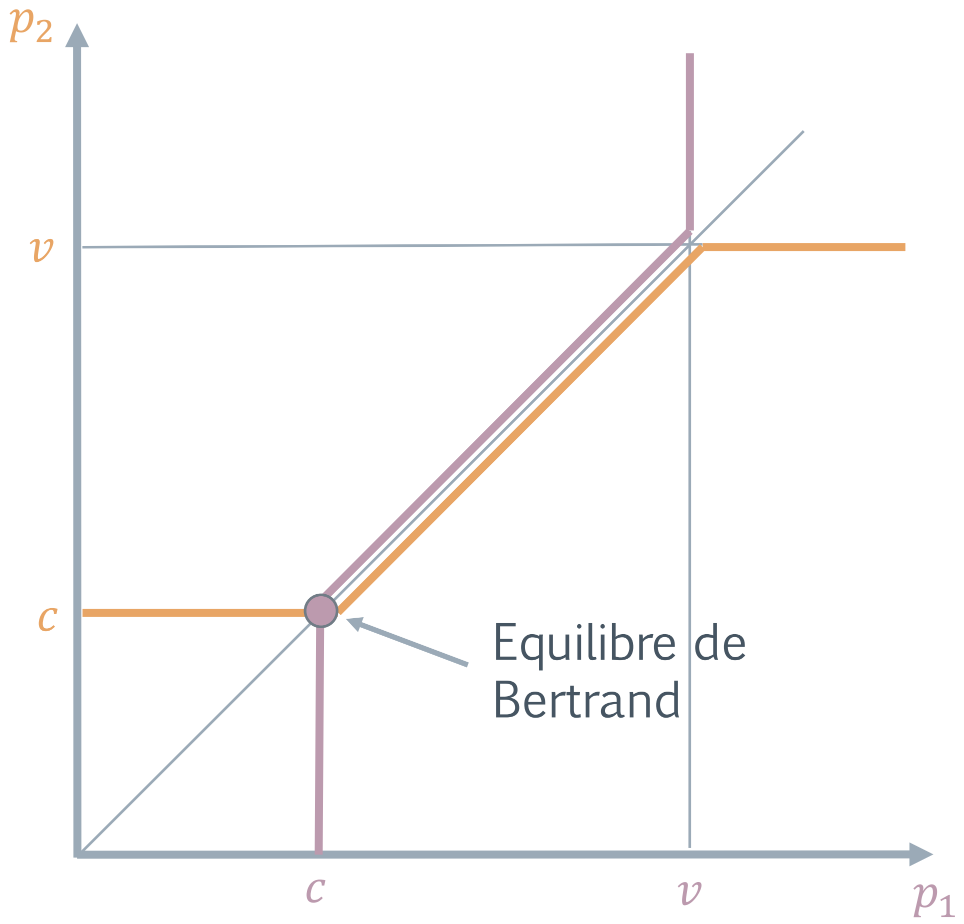


Illustration:

- $n = 2$
- Disponibilité à payer maximale v

- Chaque concurrent veut avoir un prix « juste en dessous » (1 centime)
- Dans la limite d'être profitable ($p \geq c$) et d'avoir des ventes ($p \leq v$)

Bertrand vs Cournot

- Le résultat de Bertrand est frappant: dès que $n \geq 2$, on retrouve le résultat de concurrence parfaite!
- La concurrence en prix est beaucoup plus intense
- Le modèle de Cournot s'applique aux industries où la capacité de production importe (ou quand le marché n'est pas en surcapacité), et où les décisions de productions et de dimensionnement sont peu flexibles
- Au contraire, sur les marchés où la capacité s'ajuste très facilement à court terme par rapport au prix, le modèle de Bertrand est plus adapté
- Exemples?

Oligopole et théorie des jeux

1. Les oligopoles
2. Eléments de théorie des jeux
3. Oligopoles de Cournot et Bertrand
4. Concurrence dynamique

Concurrence dynamique

- La concurrence passe d'abord par les décisions d'entrée
- Les entreprises en place peuvent en particulier chercher à dissuader ou à bloquer l'entrée
  - Par exemple, dans le modèle de Cournot, plus n est faible, plus le profit des entreprises est élevé
- Le nombre de concurrents dépend des barrières à l'entrée, qui peuvent être stratégiquement établies par les entreprises actives
- On parle ici de concurrence pour le marché (par opposition à la concurrence sur le marché)
- Cet aspect dynamique conditionne la possibilité (ou l'impossibilité) d'un marché parfaitement concurrentiel, avec des producteurs « suffisamment nombreux »

Barrières à l'entrée—typologie

- Dans certains domaines, il existe des barrières à l'entrée **réglementaires ou légales** :
  - Les licences de taxi
  - Le numerus clausus des médecins
  - Les licences pour les opérateurs mobiles
  - Les brevets (cf monopole)
  - …
- Mais les entreprises en place peuvent aussi **créer** des barrières à l'entrée
- Ces barrières **endogènes** conditionnent la structure de marché

Equilibre concurrentiel de long terme

- Hypothèse: l'entrée est gratuite
- Dans l'analyse du marché parfaitement concurrentiel, les producteurs avaient déjà pris leur décision d'entrée: équilibre concurrentiel de court terme
- Nous prenons désormais en compte les décisions d'entrée (et de sortie) des producteurs en amont
- Les producteurs entrent tant que leur profit est positif: $p \geq c$
- A long terme, une infinité d'entreprises entrent et le profit est nul
- Donc si l'entrée ne coûte rien, on a en effet toujours un marché concurrentiel.
- Mais cela correspond à des profits nuls, et les entreprises veulent échapper à cette situation!

Dissuasion de l'entrée

› Hypothèse: deux entreprises, dont une déjà en place (1) et un entrant potentiel (2)

› Coûts marginaux constants c, demande $Y(p)$

› L'entrant doit investir I pour s'établir

› L'entrant ne récupère pas son investissement s'il doit sortir

› Le jeu est séquentiel, en trois étapes:

1. L'entreprise en place fixe son prix p
2. L'entrant potentiel décide d'entrer ou non
3. En cas d'entrée, l'entrant décide de son prix

Induction amont: résolution à rebours du jeu séquentiel

- Etape 3:
  - Si l'entreprise 1 est seule, elle fait un profit $\pi_1 = (p - c)Y(p)$, où p est le prix fixé en première étape
  - La concurrence si l'entreprise 2 entre conduit aux profits suivants: $\pi_1 = 0$ et $\pi_2 = (p - \varepsilon - c)Y(p - \varepsilon) - I \approx (p - c)Y(p) - I$
- Etape 2:
  - L'entrant décide d'entrer si son profit est positif: $\pi_2 = (p - c)Y(p) - I > 0$
- Etape 1:
  - L'entreprise en place fixe son prix pour dissuader l'entrée de 2, tel que:

$$(p_{lim} - c)Y(p_{lim}) - I = 0, \text{ soit } \boxed{p_{lim} = c + \frac{I}{Y}}$$

- En fixant le prix au coût moyen de l'entrant, l'entrée est barrée
- Quand I tend vers 0, p_{lim} tend vers c, quand I est très élevé, l'entreprise en place n'est pas contrainte et peut pratiquer son prix de monopole. Dans les cas intermédiaires, elle est partiellement disciplinée ($p_{lim} < p^M$)

Réversibilité de l'investissement

- Supposons maintenant que l'entrant peut sortir en récupérant son investissement I
- Alors une stratégie de « hit and run » est faisable:
  - Entrer pour bénéficier d'un prix $p_{lim} > c$, et ressortir très vite en récupérant I
- La seule façon d'empêcher cela pour l'entreprise en place est de fixer $p = c$
  - Cela équivaut à l'équilibre parfaitement concurrentiel
  - Encore plus fort que le paradoxe de Bertrand puisqu'on observe que $n = 1$!
- Le marché peut être efficace avec un seul producteur si l'investissement est parfaitement réversible
- Une idée proche de l'absence d'arbitrage en finance (toute possibilité de profit est immédiatement exploitée, donc absente à l'équilibre)

La théorie des marchés contestables

- Un marché avec **réversibilité parfaite** de l'entrée est dit **contestable**
  - Coût d'entrée totalement récupérable
- La réversibilité parfaite est cependant un cas extrême rare
  - Transport aérien ? Redéployer un avion sur une autre ligne est facile.
- Dans la plupart des cas, il existe des investissements au moins partiellement irréversibles (R&D, publicité, une nouvelle usine difficilement reconvertible…)
- Mais la théorie des marchés contestables montre que:
  - le degré d'irréversibilité est une variable déterminante de l'intensité de la concurrence potentielle
  - la question des coûts à la sortie des marchés est clé

Illustration: les licences de taxi

- Sur certains marchés, l'entrée est régulée
  - Pourquoi cette régulation? ici: congestion
- Les profits redeviennent-ils positifs?
- Non, si les licences sont cessibles sur un marché concurrentiel
- Illustration:
  - A Paris, prix de la licence = 120 000€ et le salaire du chauffeur est égal au SMIC, en travaillant 10h/j 6 jours sur 7. Pourquoi ?
  - Parce que le coût d'entrée (le prix de la licence) est récupérable en sortant
  - La concurrence sur le marché de la licence conduit à un prix qui annule les bénéfices que l'on peut faire en entrant.
- Remarques:
  - Le prix des courses est régulé, mais c'est encore pour d'autres raisons
  - l'entrée des VTC a doublement touché ce marché: concurrence accrue qui le rend moins profitable, et baisse en retour du prix de la licence (double peine pour les chauffeurs en place: baisse de 230k€ à 135k€ entre 2012 et 2020)