

# La recherche Développement

Eléments d 'analyse :  
Compétition RD, concurrence et  
structure industrielle

**Table 4.1**  
The R&D-intensive group.

FTC code	R&D/sales (%)	SIC codes	SIC industry	Case history
37.08	17.3	3724	Aircraft Engines & Engine Parts	
38.01	16.1	3812/21	Engineering & Scientific Instruments	
		3812	Search & Navigation Equipment	
		3821	Laboratory Apparatus & Furniture	
37.04	13.9	3795	Combat Vehicles, Tanks	
36.52	12.1	3661/2	Telephone, Telegraph, Radio, TV Guide	Chapter 5
		3661	Telephone & Telegraph Apparatus	
		3663	Radio & TV Communications Equipment	
36.21	10.6	3671	Electron Tubes, Receiving & Transmitting	
37.07	10.6	3721/8	Aircraft & Aircraft Equipment NEC	
		3721	Aircraft	Chapter 16
		3728	Aircraft Equipment NEC	
28.07	10.2	2834	Drugs, Ethical	Chapter 8
35.31	8.9	3571/2/5/7	Electronic Computing Equipment	Chapter 15
		3571	Electronic Computers	
		3572	Computer Storage Devices	
		3575	Computer Terminals	
		3577	Computer Peripheral Equipment	
36.23	7.9	3674	Semiconductors & Related Services	Chapter 14
35.32	7.3	3578	Calculating & Accounting Machines	
38.08	6.3	3861	Photographic Equipment & Supplies	Chapter 5
38.07	5.7	38612	Photocopying Equipment	
38.03	5.5	3827	Optical Instruments & Lenses	
35.01	5.4	3511	Turbines & Turbine Generator Sets	Chapter 7
28.15	4.5	2879	Pesticides & Agricultural Chemicals	
38.02	4.3	3823/4/5/9	Measuring & Controlling Devices	
		3823	Process Control Instruments	
		3824	Fluid Meters & Counting Devices	Chapter 6
		3825	Instruments to Measure Electricity	
		3829	Measuring & Controlling Devices NEC	
35.51	4.2	3579	Typewriters, Office Machines NEC	
32.03	4.2	3229	Pressed & Blown Glass NEC	
28.06	4.1	2823/4	Organic Fibres	Chapter 14
		2823	Cellulosic Manmade Fibres	
		2824	Organic Fibres, Noncellulosic	

# La problématique.

- En amont :
  - S'assurer un avantage concurrentiel temporaire
  - Protégé par le brevet (Venise.....)
  - ou le secret ....
  - Monopole temporaire
- Les questions :
  - RD et structure industrielle (effet sur, conséquence de)
  - RD et croissance :
  - Protection par le brevet : trop ou trop peu ?
  - Progrès technique « optimal » ?
  - Recherche fondamentale et recherche appliquée

# Schumpeter ...

- L 'ombre Schumpétérienne :
  - destruction créatrice, monopole...
- The fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new consumers' goods, the new methods of production and transportation, the new markets. [This process]...incessantly revolutionnizes the economic structure, from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of Creative destruction is the essential about capitalism.
- Capitalisme, Socialisme et Démocratie. (1942)

# Les clés de l'analyse.

- 1- Points d'application RD
  - A- abaisser les coûts.
  - B- améliorer la qualité, nouveau produit.
- 2- La technologie de la RD
  - A - Univocité et complexité du chemin d'arrivée.
  - B - Nature de l'incertitude et rôle de l'accumulation du savoir.
- 3- La découverte
  - A- Nature de la découverte : mineure ou majeure, autonomie.
  - B- Degré de sa protection. substituts proches, brevet, diffusion.
- 4- Le contexte économique de la valorisation du savoir
  - A- Technologies du secteur
  - B- Formes de la concurrence (intensité ..) Entrée ...

# Plan de la présentation

- Pas de croisement selon les clés ci-dessus
  - 16 choix (?)
  - Coups de projecteurs préalables.
- Incitation à la RD
  - Rôle de la structure de marché
  - Rôle de la nature de la découverte.
- La compétition pour la RD : cas polaires ....
  - Le billet de loterie.
  - La course au(x) (trésor(s)).
- Les dynamiques de la concurrence
  - intensité de la concurrence et RD
  - Destruction créatrice et interactions intertemporelles

# L 'incitation à la RD

- Question :
  - Incitation RD selon la structure du marché
- Problématique :
  - Secteur : structure de coût donnée, formes de concurrence données
  - Une invention existe abaisse les coûts de production
  - Consentement à payer (enchère..) pour acquérir le droit exclusif sur l 'invention (licence d 'exclusivité)
  - Incitation entreprise de RD / licence exclusive ....
  - Le marché des licences, concurrence sur le marché des licences ?
  - RD prise en charge ou sous traitée ? Pb du partage du surplus.
- Premières applications :
  - Situation initiale monopole.
  - Situation initiale concurrentielle
  - concurrence en prix ou ...

# L'incitation à innover du monopole inexpugnable.

- Le cadre
  - Un marché : bien homogène....
  - Demande  $D(p)$ , coût de production  $c$ , (rendements constants).
  - Innovation ; abaisse le coût  $c(i) \rightarrow c(f)$
- Monopole :
  - Prix de monopole :  $P^*(c) : \rightarrow c \rightarrow$  . Quantité :  $Q(c)=D(P^*(c)) \rightarrow c$
  - Profit  $\pi(c) \rightarrow, c \rightarrow$
  - $\pi(\pi) = \int_{c(f)}^{c(i)} Q(c) dc$ .
  - Remarque 1 :  $\pi(\pi) < \pi(S^C) = \int_{c(f)}^{c(i)} D(c) dc$ .
  - Mais  $>$  surplus cons. avec prix de monop.  $<$  surplus total ...
- Enchère du monopole inexpugnable :
  - Passage de  $c(0)$  à  $c(f)$ ,  $\pi(\pi) = \int_{c(f)}^{c(i)} Q(c) dc$ .

# L'incitation à innover du monopole (suite)

- Menace d'un entrant,
  - Seule possibilité entrant : acquérir la nouvelle technologie
  - Innovation drastique ou non.
    - Drastique :  $P^*(c(f)) < c(i)$  : achat = situation de monopole et peut éliminer son concurrent, sans coup férir.
    - Non drastique : Si entrée : Profit total =  $\mathcal{R}^d(c(i)) + \mathcal{R}^d(c(f)) < \mathcal{R}(c(f))$
- Valeur de l'innovation
  - pour le titulaire :
    - Si drastique :  $\mathcal{R}(c(f))$ .
    - Si non drastique :  $\mathcal{R}(c(f)) - \mathcal{R}^d(c(i))$
  - Pour l'entrant :
    - Si drastique :  $\mathcal{R}(c(f))$ .
    - Si non drastique :  $\mathcal{R}^d(c(f)) : \mathcal{R}^d(c(f)) < \mathcal{R}(c(f)) - \mathcal{R}^d(c(i))$ .
  - Le titulaire prêt à payer plus ...

# L'incitation à innover sur un marché concurrentiel à la Bertrand.

- Situation initiale :
  - n entreprises : coût  $c(0)$
  - Invention non drastique  $c(f)$  :
    - $P = c(0) - \frac{1}{n}$
    - Profit =  $(c(0) - c(f))D(c(0))$
    - $R > ? \frac{1}{n}(S)$
  - Innovation drastique :
    - $P = P(c(f))$ ,
    - $R(m) < R < \frac{1}{n}(S)$
- Résultat :
  - Une entreprise en concurrence prête à payer plus qu'un monopole.
  - **Biais vers les innovations « mineures »**

# Industrie photographique

- Quelques faits :
  - Avènement du film couleur : innovation de produit / 1960-1975.
  - RD faible années 50 croît pour répondre demande de qualité.
  - Deux standards : Agfa, (à l'eau), Kodak (à l'huile) : 2 trajectoires technologiques.
  - Effort Kodak 57-63 (120 millions de dollars/ film couleur 2 > toute RD antérieure) .
  - Double compétition : produit et mode de traitement.
  - Première réponse : vague de fusions : Agfa Gevaert, ICI absorbe Ilford (UK), recherche boom et publicité ...
  - Agfa Gevaert : se tourne vers des solutions compatibles avec Kodak C41 vers le milieu des années 70 ... Stabilisation (1990) à 12p cent.  
*Kodak* (50) *Ilford* (0), Fuji (> 10), *Konica* <, *3M*
  - Beaucoup de sorties, un entrant 3M succès faible.

# L 'industrie pharmaceutique

- Quelques caractéristiques.
  - Coût de développement introduction médicaments nouveau : 150 M Euros (3 pour cent ventes annuelles de + grande entreprise du secteur)
  - Résultat vente très aléatoires .... (marketing =RD)
  - RD variable dans le temps, transformation après 50
  - RD/ventes = 3.7 pcent (1951), 5.8 p.cent années 50, 9,1 les années 60,
  - 1990 20 pour cent, peu de changements de concentration.
  - Formes test +- aléatoire des molécules, struture des macromolécules
  - 700 000 composés examinés 16 adoptés
  - Optimisation des performances, essais cliniques.

# Les paraboles de la compétition en RD

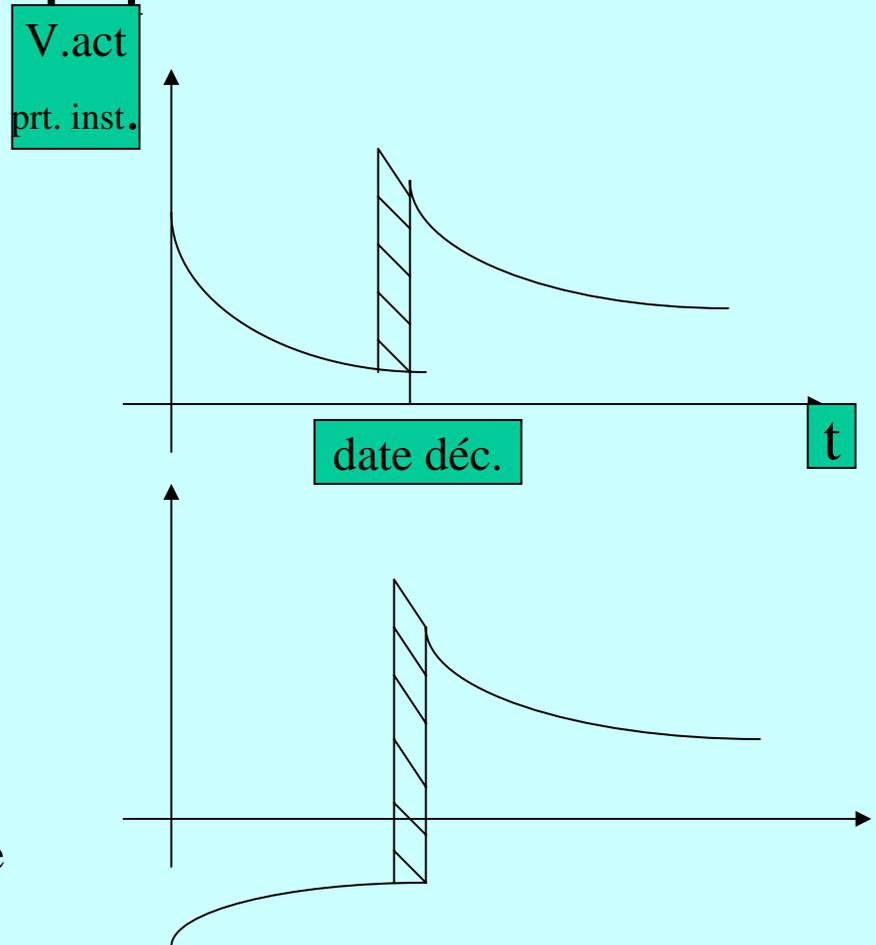
- Le cadre :
  - compétition.
  - dimension temporelle.
  - Le vainqueur dispose d 'un monopole temporaire.
  - Le brevet : un prix de valeur fixée.
- Les paraboles
  - le ruban du manège, ou les billets de loterie
  - la course au trésor
  - la course au trésor à étapes
  - Les courses aux trésors

# Compétition en RD: ruban du manège, loterie, chasse au papillon ....

- Le cadre :
  - La probabilité instantanée d'innovation ★ un « effort » instantané.
    - Processus de Poisson :  $h(t)dt, h(e)dt = \text{prob. innov. t/e entre t et t+dt}$
    - Coût :  $C(h)$ , taux d'actualisation commun :  $r$ ,
  - valeur du prix  $V$ : monopole (invention drastique..)
    - le titulaire reçoit un flux  $v < V$  / innovation, 0 s'il n'innove pas.
- Interprétation :
  - Billets de loterie (on peut en acheter plusieurs, tirage chaque jour.
  - Ruban du manège. Métaphore géographique : le papillon/ nature.
- Analyse :
  - Gain espéré :
  - $\{1/[r+h(t) +h(e)]\} \{Vh(t) - C(h(t)) - v\}$
  - $\{1/[r+h(t) +h(e)]\} \{Vh(e) - C(h(e))\}$

# La chasse au papillon suite

- Résultat : (Nash)
  - Effort du titulaire < entrant.
  - Pourquoi ?
- Les deux effets :
  - Effet d'efficacité :
    - consentement à payer identique (drast.)
    - si enchère instantanée
  - Effet de remplacement :
    - Incitation à avancer la date plus faible.....
    - $h(t) = f(h(e)) < h(e)$
- Firmes spécialisées ? ...

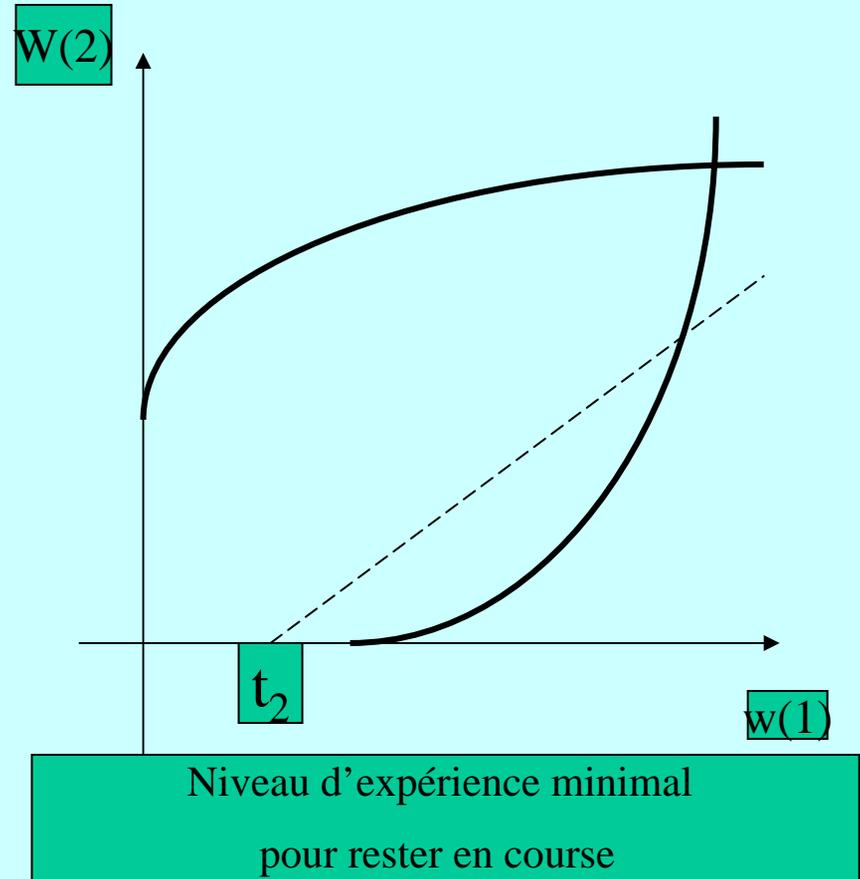


# Compétition : la course au trésor.

- Le cadre :
  - un « trésor », comme précédemment.  $V$  pour toutes les entreprises
  - Accumule expérience, (dépense, stock / connaissances),  $x(t) \in \mathcal{R}(0,1)$ ,
- Le modèle déterministe :
  - Le trésor à celui qui franchit la ligne d'arrivée premier :  $\blacklozenge x(t) = X$
  - Résultat : modèle symétrique, équilibre parfait
  - **Préemption totale** : qui mène / départ cont. à son rythme, gagne.
  - Robuste ? retard d'information coût convexe : la préemption n'est pas complète (retard suffisant du suiveur pour abandon ...)

# Course au trésor et préemption.

- Le modèle stochastique :
  - forage pétrolier..
  - prob.  
découverte  $\star w(t) = \int x(t) dt$ 
    - $x(t) \in [0,1]$
    - Coût / unité de temps  $c$  :
  - Hyp. La recherche rentable pour au moins une entreprise.
- Deux possibilités :
  - les 2 entreprises s'engagent / recherche et y restent.. déc.
    - $\int_0^{\infty} \exp\{-rt - 2 \int^t (h(e) de)\} \{h(t)V - c\} dt > 0$
  - Sinon ***préemption.***

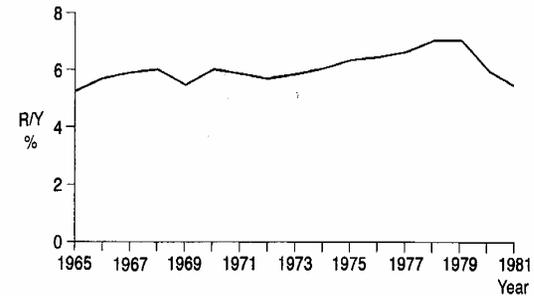


# Compétition : courses au(x) trésors.

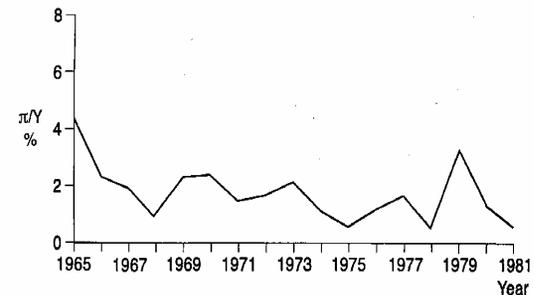
- La course au trésor à étapes :
  - invention préalable (le temple avant le trésor...)
  - Plus complexe :
    - le premier parti persévère sauf si son rival trouve le temple avant  $t(t)$
    - Le second ou abandonne à 0, abandonne à  $t(t)$ , ou à  $t(t) + e$
- La course aux trésors :
  - Nombreuses filières ;
    - Cas d 'innovation non brevetée.
    - Cas limite : activités de recherche indépendantes
  - Trajectoires technologiques
    - Caractéristiques différentes ?
  - Atténué beaucoup le phénomène de préemption.

# Industrie photographique

- Caractéristiques :
  - Compétition de trajectoires technologiques.
  - Course aux trésors successifs .
  - Protection brevet faible mais imitation difficile
  - Non « drastique », mais impose un standard.
  - Escalade : voir figure.



(i)



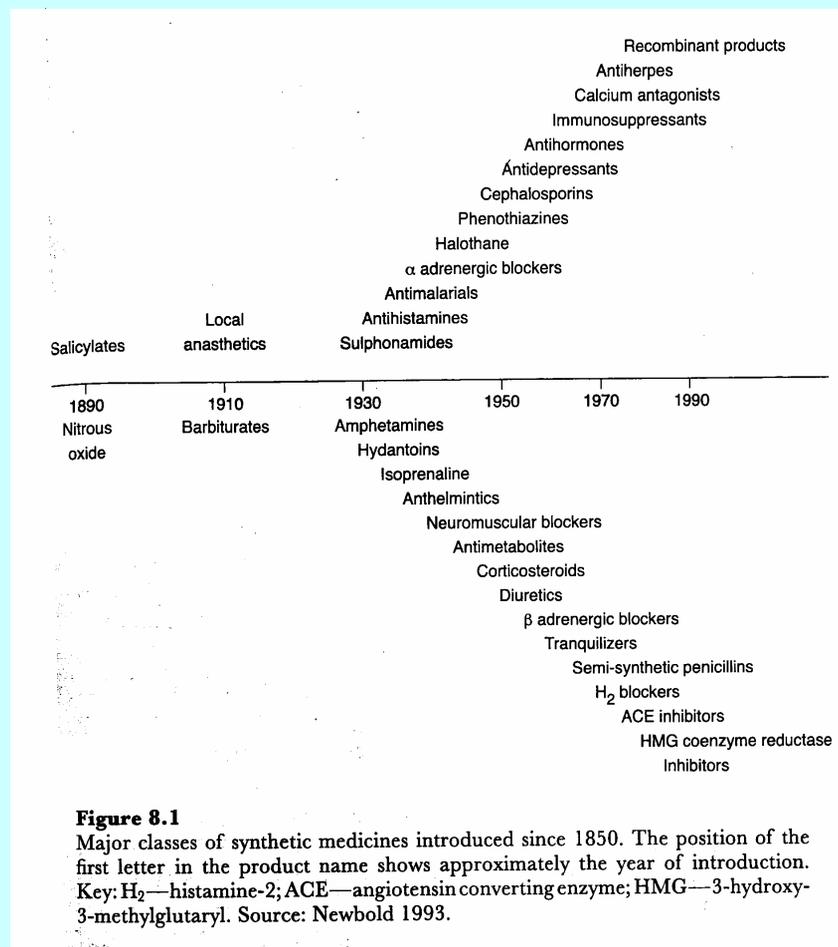
(ii)

**Figure 5.2**

Panel (i) shows Agfa-Gevaert's R&D/sales ratio and panel (ii) its net profit/sales ratio, 1965-81.

# Industrie pharmaceutique (suite)

- groupes de produits « chimiquement reliés »
  - liens faibles : /connections demande (entre groupes)
  - / économies d 'envergure (même à l 'intérieur ...)
- plusieurs trajectoires technologiques sur chaque segment.
- Découvertes successives différenciées horizontalement et non verticalement.
- Chasse aux papillons ....



# Industrie pharmaceutique (suite)

- groupes de produits  
« chimiquement reliés »
  - liens faibles : /connections demande (entre groupes)
  - / économies d 'envergure (même à l 'intérieur ...)
- plusieurs trajectoires technologiques sur chaque segment.
- Découvertes successives différenciées horizontalement et non verticalement.
- Peu d 'avantage au découvreur antérieur.....

**Table 8.1**

Concentration in the pharmaceutical market.

	United States		Global concentration ratios, 1989 (%)	
	$C_4$	$C_{20}$		
1947	28	64	$C_{10}$	32
1958	27	73	$C_{20}$	52
1967	24	73	$C_{50}$	82
1977	24	73	$C_{100}$	95
1987	22	65		

The left-hand panel shows four-firm and twenty-firm concentration ratios for the U.S. pharmaceutical industry (SIC 2834). Source: U.S. Census of Manufactures. The right-hand panel shows estimated global concentration ratios for 1989 expressed as a share of the combined sales of 212 leading firms. Source: Scrip, World Pharmaceutical News, Review Issue 1991.

# La dynamique de la compétition.

- Limites des approches précédentes.
  - Incitation à innover :
    - vision statique, gain de RD fixe : inventions récurrentes.
    - Interactions entre la structure de marché et RD plus complexe
  - Formes de la compétition. Beaucoup plus complexe :
    - la course sans ligne d'arrivée définitive.
    - Métaphore géographique : territoire libres / fermés.
    - Degré de protection du brevet : imitation, contournement..
    - Trajectoires technologiques, filières, méthodes.
  - Interaction marché des produits complexes.
    - Nature de la découverte, Forme de la concurrence ..
- Compétition pour la RD et dynamique de la concurrence.
  - Invention drastique récurrentes
  - Concurrence pour le leadership dans un duopole.

# La dynamique de la compétition :

- Reprendre le modèle chasse au papillon, invention drastique.
- La destruction créatrice :
  - Après invention le (nouveau) titulaire adopte une nouvelle technologie : détruit et crée ...ainsi de suite ...
  - La valeur de l 'invention  $V$  ★ la célérité de l 'invention suivante
  - $V(h^{t+1}) \ominus \{1/[r+h^t]\} \{V(h^{t+1}) h^t - C(h^t)\}$
- La dynamique avec création destructrice
  - $h^t = f(h^{t+1})$ , formes .....
  - Aghion- Howitt (EMA 92)
    - Equilibre général . Coût recherche croît + vite  $h^t$  (via marché travail).
    - Innovation réduction du coût  $1/\gamma$  . Compatible avec croissance.
    - Innovation trop forte ou faible ?

# Bibliographie sommaire

- Aghion P. Howitt P. (1992), « A model of growth through creative destruction » *Econometrica*, 60, 325-351.
- Aghion P., Bloom N., Blundell R., Griffith R., Howitt P. (2002) « Competition and innovation ; an inverted U relationship », mimeo
- Guesnerie R. Tirole J (1985) « L 'économie de la Recherche-Développement », *Revue Economique*,
- Schumpeter J. (1942) « Capitalisme, socialisme et démocratie »
- Sutton J. (1991) « Sunk costs and market structure », MIT Press
- Sutton J. (1998) « Technology and market structure », MIT Press.
- Tirole, J., 1988, "The Theory Industrial Organization », MIT Press, Cambridge.