

ÉCONOMIE DE LA SCIENCE

PHILIPPE AGHION – 22/11/16



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

PARTIE 0: LIBERTÉ ACADÉMIQUE ET PROCESSUS D'INNOVATION



**COLLÈGE
DE FRANCE**
— 1530 —

LE MYSTÈRE DU FINANCEMENT DE LA R&D ...

Financée par :

Effectuée par :

Total: \$377B	Gouvernement	Industrie	Universités & Non-Profits
Gouvernement	32B	0	0
Industrie	34B	232B	0
Universités & Non-profits	48B	4B	25B

Source: NSF 2011/2012 Update:

http://www.nsf.gov/statistics/nsf14304/content.cfm?pub_id=4326&id=2



COLLÈGE DE FRANCE
— 1530 —

...VS. FINANCEMENT DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Financée par :

Effectuée par :

Total: \$65B	Gouvernement	Industrie	Universités & Non-profits
Gouvernement	4B	0	0
Industrie	3B	11B	0
Universités & Non-profits	28B	2B	15B

Source: NSF 2011/2012 Update:

http://www.nsf.gov/statistics/nsf14304/content.cfm?pub_id=4326&id=2



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

MAIS LE MYSTÈRE DU FINANCEMENT EXISTE TOUJOURS !

- Pourquoi voit-on plusieurs sources à la fois de financement et d'innovation ?
- Pourquoi la recherche fondamentale est-elle menée par les universités alors que la recherche appliquée et le développement sont dominés par l'industrie?
- S'il s'agit de formes organisationnelles concurrentes, pourquoi y a-t-il un financement industriel de la recherche universitaire?
- Besoin d'un nouveau cadre: Aghion-Dewatripont-Stein (RAND 2008): Liberté universitaire et secteur privé



INTRODUCTION

Qu'est-ce qui différencie la recherche universitaire de la recherche privée?

1. Recherche appropriable

- Mais ce problème peut être résolu en subventionnant la recherche fondamentale

2. Systèmes incitatifs

- Mais pourquoi les universités devraient-elles résoudre un problème d'incitation qui pourrait être résolu au sein des entreprises privées ? (Hart et Holmstrom (1988))



NOTRE APPROCHE

1. Percevoir le milieu universitaire comme un engagement à laisser les droits de contrôle aux chercheurs
2. Modéliser les lignes de recherche comme un processus à plusieurs étapes (Hellmann-Perotti (2004))
 - Compromis de base: le chercheur académique peut mener des recherches *inutiles* sur un plan commercial (coût de la délégation des droits de contrôle au scientifique) mais, en échange, il accepte des salaires plus bas
 - Idée principale : lorsque la recherche est un processus à plusieurs étapes, le milieu académique a un avantage comparatif dans les premières étapes, et la recherche privée dans les étapes ultérieures



CADRE D'ÉTUDE

- *Stratégie de modélisation*: Simplifier au maximum les différences entre milieu universitaire et secteur privé (entreprises maximisant leurs profits)
- Un produit économiquement viable (par exemple un nouveau médicament) commence avec une idée I_0 construite par les chercheurs, menant aux idées I_1 , I_2 , ..., jusqu'à l'idée I_k , qui génère une valeur économique V
- Pour chacun des k stades, un chercheur travaille sur l'idée développée (peut être généralisé à plus d'un chercheur)



CADRE D'ÉTUDE

- Dans le **milieu académique**, le scientifique est libre de poursuivre sa propre stratégie de recherche
 - La *stratégie réaliste* a une probabilité p de succès, c'est-à-dire de passage à l'étape suivante
 - La *stratégie alternative* a une probabilité 0 de passage à l'étape suivante
- Avec la probabilité α , le scientifique n'a aucune désutilité à choisir la *stratégie réaliste*, mais avec une probabilité $(1 - \alpha)$, il a la désutilité z à choisir cette stratégie
 - *Ex ante*, le scientifique ne connaît pas ses préférences



CADRE D'ÉTUDE

- Dans le **secteur privé**, le patron du scientifique peut orienter sa recherche, c'est-à-dire lui imposer la *stratégie réaliste*
 - Cela augmente la probabilité de succès de αp à p , mais il impose également une désutilité *ex ante* de $(1-\alpha)z$ sur le scientifique
- Si les chercheurs ont une option de sortie R :
 - Le salaire académique sera : $w_a = R$
 - Les salaires de recherche du secteur privé seront :
$$w_p = R + (1-\alpha)z$$



RÉSOUUDRE LE MODÈLE AVEC N=1

- Dernière étape k :

- Secteur privé génère des bénéfices :

$$P_k = pV - w_p = pV - (R + (1 - \alpha)z)$$

- Secteur académique génère des bénéfices :

$$A_k = \alpha pV - w_a = \alpha pV - R$$

- La recherche dans le secteur privé domine la recherche académique quand:

$$P_k > A_k \Leftrightarrow pV > z.$$



RÉSOUUDRE LE MODÈLE AVEC N=1

- Étape (k – 1) : Soit $\Pi_k = \max\{P_k, A_k\}$

- Secteur privé génère des bénéfices :

$$P_{k-1} = p\Pi_k - w_p$$

- Secteur académique génère des bénéfices :

$$A_{k-1} = \alpha p\Pi_k - w_a$$

- La recherche dans le secteur privé domine la recherche académique quand:

$$P_{k-1} > A_{k-1} \Leftrightarrow p\Pi_k > z$$



RÉSOUUDRE LE MODÈLE AVEC N=1

• Étape i :

➤ Secteur privé génère des bénéfices :

$$P_i = p\Pi_{i+1} - w_p$$

➤ Secteur académique génère des bénéfices :

$$A_i = \alpha p\Pi_{i+1} - w_a$$

avec

$$\Pi_{i+1} = \max\{P_{i+1}, A_{i+1}\}$$

➤ La recherche dans le secteur privé domine la recherche académique quand:

$$P_i > A_i \Leftrightarrow p\Pi_{i+1} > z$$



RÉSULTATS

1. Le secteur académique tend à dominer la recherche dans le secteur privé lors des premières étapes car Π_{i+1} augmente avec i
2. Le secteur académique est viable à un stade plus précoce que le secteur privé si :

$$p\Pi_i - w_p < \alpha p\Pi_i - w_a$$

soit

$$w_a = R \ll \alpha z$$



RÉSULTATS

3. Plus généralement, il existe un maximum unique i^* tel qu'il soit socialement optimal :

- Que la recherche soit menée dans le milieu académique si $i < i^*$
- Que la recherche soit menée par le secteur privé si $i > i^*$
- i^* est :
 - i. Décroissant en V
 - ii. Croissant en α
 - iii. Croissant en z



THE ANTI-COMMONS EFFECT

1. Supposons que les chercheurs soient libres de vendre leurs idées au secteur privé

➤ Transition de l'équilibre entre milieu académique et secteur privé

➤ Maximum $i(0)$ défini par :

$$p\Pi_{i+1} = p^{k-i+1} V - (p + .. + p_{k-i})w_p > 0$$

2. Optimum social :

➤ Maximum i^* défini par :

$$p\Pi_{i+1} = z$$



THE ANTI-COMMONS EFFECT

- Par conséquent, la transition du milieu universitaire au secteur privé se fait trop tôt
- Exemple: $R = w_a = 0$; $k=6$; $V = 100$; $p=0.45$; $z= 1.9$;
 $\alpha = 0.5$
 - Sous le laissez-faire avec *Bayh-Dole*, le projet passe dans le secteur privé après l'étape 1, et anticipant cela, la contrainte de faisabilité *ex ante* est violée, ce qui implique que le projet n'est jamais lancé



THE ANTI-COMMONS EFFECT

- Remarque: Supposons que la stratégie de recherche alternative donne lieu à de nouvelles lignes de recherche
 - Surtout si elles impliquent de nombreuses étapes, ces nouvelles lignes peuvent être non viables dans le secteur privé au niveau de salaire du secteur privé, auquel cas une stratégie alternative ne sera pas poursuivie; donc:
 1. Risque d'une transition trop rapide vers la recherche privée sous *laissez-faire*
 2. La réduction du caractère appropriable peut maintenant conduire à un flux beaucoup plus élevé de lignes de recherche qui réussissent
 3. Prédiction empirique: une fois que la propriété d'une idée passe dans le secteur privé, elle ne produit pas autant d'idées utiles pour la prochaine génération qu'elle aurait produit dans le milieu académique



EXTENSION 1: ORGANISATIONS HYBRIDES

- *Entreprise du secteur privé moins autoritaire*
 - Supposons que l'entrepreneur doive acquérir de l'information afin de s'intéresser au chercheur, et doit donc faire un effort lui coûtant $\frac{1}{2} \theta \lambda^2$ pour acquérir cette information avec une probabilité λ
 - Probabilité d'équilibre d'être informé à l'étape i :
$$\lambda_i = \arg \max \{ \lambda(1 - \alpha)p\Pi_{i+1} - \frac{1}{2} \theta \lambda^2 \}$$
 - $\lambda_i = (1 - \alpha)p\Pi_{i+1} / \theta$



EXTENSION 1: ORGANISATIONS HYBRIDES

- Donc:
 1. La firme devient plus autoritaire et paie davantage son scientifique au fur et à mesure que i augmente (λ_i et w_{pi} augmentant tous les deux avec i)
 2. Il y a toujours un rôle pour le milieu académique: même si $\lambda_i < 1$, il peut encore être inefficacement élevé dans les premières étapes d'un programme de recherche
 - Exemple: $R = w_a = 0$; $z = 2$; $\alpha = 0,5$; $p = 0,45$; $V = 100$; $k = 6$; $\lambda \in \{0,5,1\}$ avec $c(0,5) = 0 < c(1) = 4$
 - Politique optimale: les trois premières étapes dans le milieu académique; Quatrième étape dans le secteur privé avec $\lambda = 0,5$; Deux dernières étapes dans le secteur privé avec $\lambda = 1$



EXTENSION 2: LE RÔLE DE L'OUVERTURE

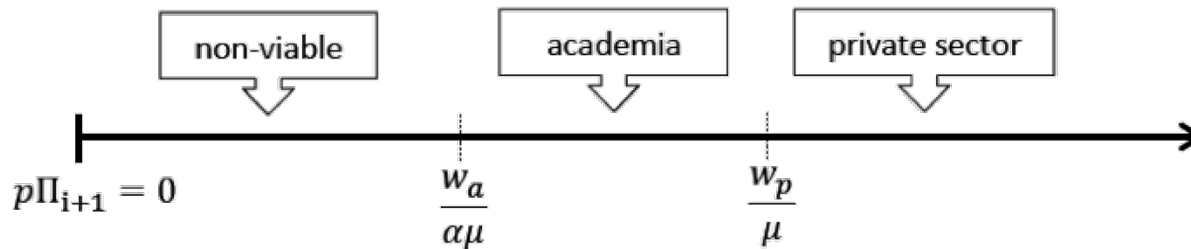
- Lorsque la recherche est organisée au sein du milieu universitaire, l'ouverture réduit les coûts fixes associés à l'exploration et entraînera une augmentation de la diversité de la recherche.
- Par conséquent, **l'ouverture est complémentaire de la liberté académique.**
- Précisément :
 - Augmenter l'ouverture concernant les intrants de la recherche conduira à :
 - (H1) Une augmentation du **niveau** de la recherche ultérieure
 - (H2) Augmentation de la **durée** des nouveaux projets de recherche
 - (H3) Une augmentation de la **diversité** de la recherche ultérieure
 - Participation de nouveaux chercheurs et établissements de recherche
 - Exploration de nouvelles lignes de recherche



EXTENSION 3: CONTRAINTES DE CRÉDIT

- Pour satisfaire aux contraintes de crédit, les deux environnements de recherche requièrent : $\mu\alpha p\Pi_{i+1} \geq w_a$ et $\mu p\Pi_{i+1} \geq w_p$
- Hypothèse 1 : existence du secteur académique : $w_p > w_a/\alpha$
- Hypothèse 2 : importance de la contrainte : $w_p/\mu > \Delta w/(1-\alpha)$

Figure 1: Equilibrium Selection



- La portée du secteur universitaire est : $1/\mu(w_p - w_a/\alpha)$
- Prédiction 1 : relâcher la contrainte de crédit (augmenter μ) étend l'emprise du secteur privé aux dépens du milieu académique



EXTENSION 3: CONTRAINTES DE CRÉDIT

- Première dimension : **Probabilité d'être contraint**
- Prédiction 2 : Des lignes de recherche **plus spéculatives** ont plus de valeur conditionnellement au succès, et sont préférées dans le milieu académique quand les contraintes de crédit se resserrent
- Seconde dimension : **Réduction de la valeur, conditionnellement à être contraint**
- Prédiction 3 : Les lignes de recherche au niveau de la transition et sans possibilité de diversification (*branching*) font face aux coûts les plus élevés de la contrainte, de sorte que les lignes à **horizon plus lointain** et à **plus large portée** sont favorisées

