

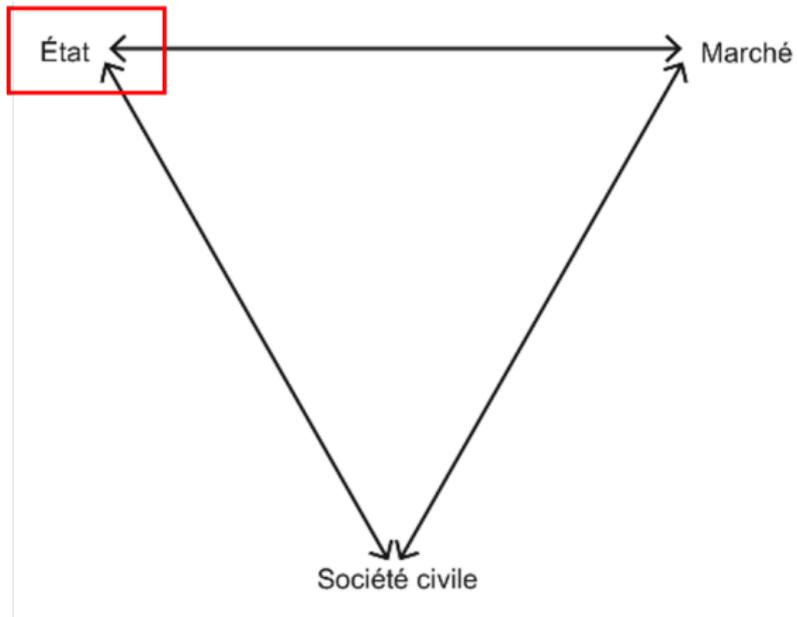
Le Rôle de l'État

Philippe
AGHION

Collège de France

8 novembre 2022

Triangle



Plan du Cours

I. – Marge Intensive de l'Innovation

- A) Politiques Horizontales
- B) Politiques Verticales

II. – Marge Extensive de l'Innovation

- A) Politiques d'Immigration
- B) Politiques d'Éducation

III. – Réorienter l'Innovation

- A) Innovation Verte
- B) Transition Énergétique

I – Marge Intensive de l'Innovation

A) Politiques Horizontales

From Public Labs to Private Firms: Magnitudes and Channels of R&D Spillovers

Antonin Bergeaud, Arthur Guillouzouic, Emeric Henry et
Clément Malgouyres

Centre for Economic Performance Discussion Paper, 2022

Les Politiques Horizontales – LabEx (1)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

- Les auteurs cherchent à identifier et quantifier les **effets des subventions à la recherche publique sur les entreprises privées opérants à proximité des centres de recherche subventionnés.**
- Quels sont les canaux à travers les quels le soutien à la recherche publique affecte la R & D des entreprises?
- Les entreprises du quartile le plus exposé régionalement et sectoriellement aux laboratoires subventionnés augmentent leurs dépenses en R&D de 20%, relativement à celles du quartile le moins exposé.

Les Politiques Horizontales – LabEx (2)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

LabEx :

- Les auteurs étudient les effets de la mise en place du programme **“Laboratoire d’Excellence (LabEx)”** en 2009 en France sur les entreprises situées à proximité des laboratoires publics financés.
- En 2010 et 2011, 171 (sur 400) clusters de recherche académique ont été sélectionnés pour une durée de 8 ans, percevant au total une allocation de recherche de 1.5 milliards d’euros.
- Chaque centres a reçu en moyenne 8 millions d’euros, pour une fourchette allant de 2 à 30 millions d’euros, versés par transferts annuels.

Les Politiques Horizontales – LabEx (3)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Données :

- Données pour mesurer les **effets sur le secteur privé et l'exposition** :
 - *Déclaration Annuelle de Sécurité Sociale* (DASS) pour mesurer l'**emploi dans la R&D** ;
 - *PATSTAT* pour les informations sur les **brevets** et *patCit* pour les **citations** ;
- Données pour mesurer les **canaux de transmission** :
 - Crédit d'impôt à la R&D pour l'**externalisation de la recherche par des laboratoires privés vers le public** ;
 - Données sur les **co-supervisions** publiques-privées de thèses de doctorat ;
 - *JEU* pour la création de **start-ups de recherche** reliées au cluster de recherche ;
 - *DASS* pour la **mobilité des travailleurs** entre le secteur public et privé.

Les Politiques Horizontales – LabEx (4)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Méthode Empirique :

- Les auteurs cherchent à mesurer la **réponse des entreprises privées au choc de financement**.
- Ils ont donc besoin d'établir une mesure d'**exposition** à ce choc, qui varie par secteur et localisation.
- Afin d'établir une mesure d'**exposition**, ils doivent **d'abord établir une mesure de proximité** entre le **secteur privé et les laboratoires de recherche publique**.

Les Politiques Horizontales – LabEx (5)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Méthode Empirique – Proximité :

- La mesure de **proximité** entre les entreprises et les laboratoires de recherche publique **dépend à la fois de la proximité scientifique et de la proximité géographique** :
 - **Scientifique** : les auteurs mesurent à quel point les entreprises **citent les publications académiques des laboratoires publics dans leurs brevets** sur une échelle de 0 à 1 ;
 - **Géographique** : la mesure d'exposition n'est calculée que pour les **entreprises faisant partie d'une même Zone d'Emploi (ZE – “Commuting Zone”** en anglais) que les laboratoires sujets au financement du LabEx. Il y a en moyenne trois zones d'emploi par départements.

Les Politiques Horizontales – LabEx (6)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Méthode Empirique – Exposition (1) :

- La mesure d'**exposition** d'une entreprise consiste en une **somme de tous les fonds LabEx reçus dans sa ZE pondérée par sa proximité scientifique avec chacun des laboratoires publics** ayant reçu ces financements.
- Les auteurs font donc l'hypothèse que les **retombés de la recherche publique** dans le secteur privé sont **géographiquement localisées**.

Les Politiques Horizontales – LabEx (7)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Méthode Empirique – Exposition (2) :

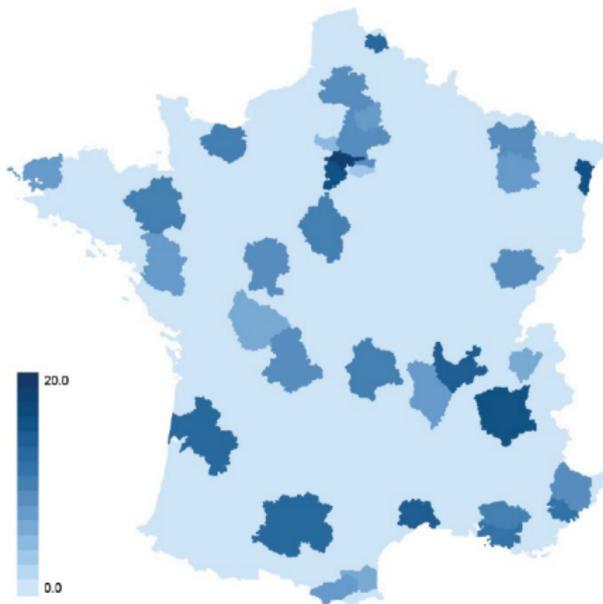


Figure – Exposition par zone d'emploi

Les Politiques Horizontales – LabEx (8)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Méthode Empirique – Modèle Économétrique :

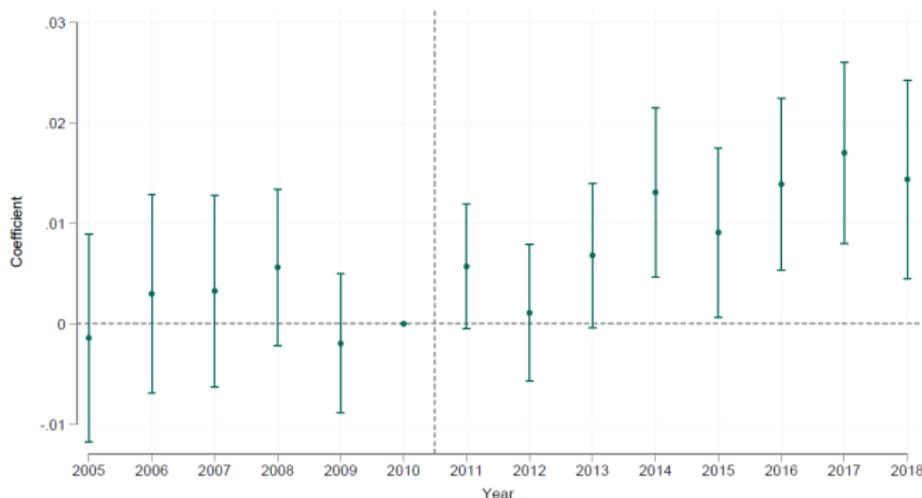
- Les auteurs recourent à la méthode du *Diff-in-Diff* avec comme groupe de contrôle les secteurs et ZE connectés à des laboratoires qui n’ont pas eu le LabEx.
- On exploite **deux sources de variations dans l’exposition des entreprises** au LabEx :
 - **Entre ZE** : certaines ZE ont reçu un financement et d’autres non ;
 - **Au sein des ZE affectées** : certaines industries ont été touchées et pas d’autres.

Les Politiques Horizontales – LabEx (9)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Inputs de la R&D (1) :

- 5 ans après le traitement, **augmentation de plus de 1% de la masse salariale** en R&D quand l’exposition est doublée.

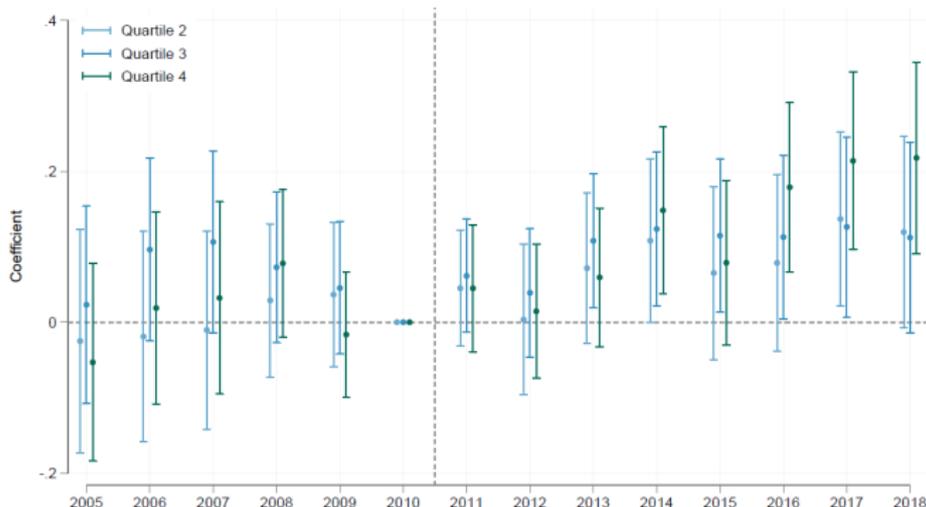


(a) Effet Moyen

Les Politiques Horizontales – LabEx (10)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Inputs de la R&D (2) :



(b) Effet Par Quartile d'Exposition

Les Politiques Horizontales – LabEx (11)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Inputs de la R&D (3) :

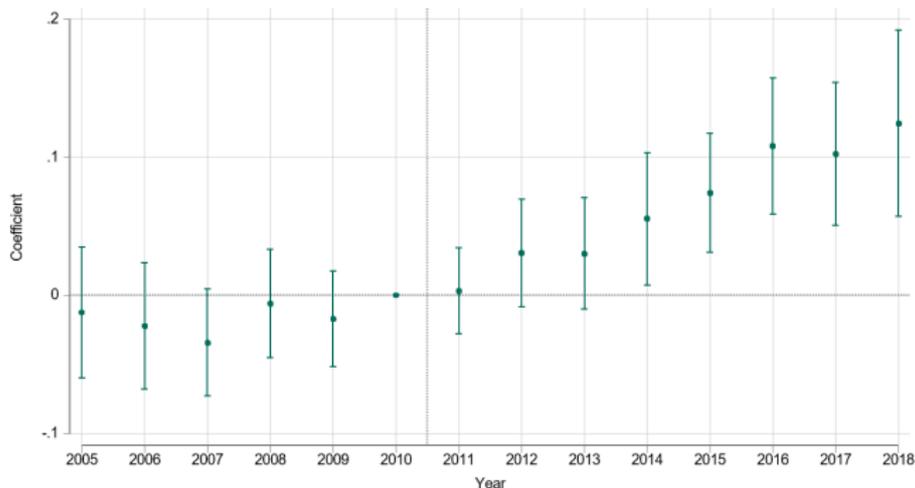
- Les résultats indiquent que la **masse salariale de R&D des entreprises augmente significativement** après que des financements LabEx aient été attribué à des clusters dans leur ZE.
- **L’amplitude de l’effet est importante** : après 5 ans, la masse salariale de la R&D **augmente de 20% pour le quartile des entreprises les plus exposées**.
- Cette augmentation provient à 80% d’une augmentation des **heures travaillées** et à 20% d’une **augmentation du salaire horaire**.

Les Politiques Horizontales – LabEx (12)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Outputs de la R&D (1) :

- 5 ans après le financement, le nombre de **brevets déposés par les entreprises augmente** de plus de 10% au sein d'un secteur donné.



Les Politiques Horizontales – LabEx (13)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Outputs de la R&D (2) :

- Le financement conduit à l’augmentation de la **probabilité de créer de nouvelles usines**. Cette augmentation est **quasi entièrement due aux créations effectuées par de nouvelles entreprises** dans la ZE.

	Static Coefficient	Obs.	Pre Trends
Creation of new plants (binary)	0.0021*** (0.0008)	59,990 obs (4285 pairs)	0.0006 (0.0014)
Creation by new firms	0.0019*** (0.0007)	59,990 obs (4285 pairs)	-0.0017 (0.0014)
Creation by old firms	0.0008 (0.0008)	59,990 obs (4285 pairs)	0.0021 (0.0015)
Number of patents	0.0148 (0.0245)	17,456 obs (1248 pairs)	-0.0212** (0.0108)
Number of patents (with sector FE)	0.0443** (0.0184)	15,657 obs (1232 pairs)	-0.0265 (0.0219)

Les Politiques Horizontales – LabEx (14)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

D’où Viennent Ces Effets ?

- Le programme LabEx **augmente significativement l’investissement dans la R&D** des entreprises, ainsi que la **création de sites de production** et l’**innovation**.
- Mais **à travers quels canaux l’effet positif** du financement de la recherche publique opère-t-il ?

Les Politiques Horizontales – LabEx (15)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

3 Types de Canaux :

- Les auteurs proposent **trois catégories de canaux** à travers lesquels le financement de la recherche publique affecte le privé :
 1. **Contracting** : **co-supervision** de thèse de doctorat (CIFRE), contrats d'**externalisation** (recherche privée effectuée par le public), **partenariat** dans la R&D ;
 2. **La mobilité de la main d'oeuvre** : facilitation de placer des jeunes docteurs dans des entreprises, création de **start-ups** par des chercheurs ;
 3. **Contrats informels** : contacts informels entre les chercheurs du public et du privé lors d'**événements** organisés par le LabEx par exemple.

Les Politiques Horizontales – LabEx (16)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Plans de Lancement (1) :

- Peu après le début des projets, les centres de recherche recevant un financement du LabEx ont du transmettre un **plan de lancement** incluant tout ce que les centres avaient pour intention de mettre en place.
- Ces plans pouvait contenir les **projets d’interactions avec les entreprises locales**.
- Les auteurs ont donc classifié les plans des centres de recherche selon les canaux de transmissions présentés dans ces plans.

Les Politiques Horizontales – LabEx (17)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Plans de Lancement (2) :

- Sur 171 plans, le projet de : (i) passer des **contrats formels** avec le privé a été mentionné 128 fois (74%); (ii) faciliter la **mobilité avec le privé** 89 fois et (iii) augmenter les **contacts informels** seulement 53 fois.

Channel	Sub Category	Nb. reports	Share Reports
Contracting		128	74%
	Contracts	78	45%
	Partnerships	46	27%
	PhD co-supervision	15	9%
	Patent licensing	67	39%
Mobility		89	52%
	Startup creation	72	41%
Informal contacts		53	30 %
	Industrial outreach	17	10 %

Les Politiques Horizontales – LabEx (18)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Deux premiers canaux (1) :

<u>Panel A: Contracting channel</u>			
	Static Coefficient	Obs.	Pre Trends
PhD co-supervision (binary)	0.0033*** (0.0008)	59,990 obs (4285 pairs)	-0.0002 (0.0009)
Academic Spin-offs (binary)	0.0015*** (0.0003)	42,850 obs (4285 pairs)	-0.0000 (0.0000)
Outsourcing R&D to public labs (binary)	0.0025*** (0.0008)	47,135 obs (4285 pairs)	-0.0005 (0.0010)
Outsourcing R&D to public labs (log)	0.0288* (0.0155)	5,183 obs (1031 pairs)	-0.0237 (0.0226)
<u>Panel B: Mobility channel</u>			
	Static Coefficient	Obs.	Pre Trends
Transfer of senior academics (binary)	0.0030*** (0.0008)	34,280 obs (4285 pairs)	-
Transfer of junior academics (binary)	0.0018* (0.0012)	34,280 obs (4285 pairs)	-
Transfer of researchers (binary)	0.0029*** (0.0011)	34,280 obs (4285 pairs)	-
Hiring of young PhDs (binary)	0.0030*** (0.0007)	47,135 obs (4285 pairs)	-0.0015* (0.0009)



Les Politiques Horizontales – LabEx (19)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Résultats – Deux premiers canaux (2) :

- Les résultats montrent clairement que le **financement du LabEx a significativement augmenté les canaux de transmission** entre les centres de recherche publics et privés.
 - **Contrats** : le financement conduit à une **augmentation des co-supervisions** des thèses de doctorat, une **augmentation de la probabilité** que des contrats soient signés avec des **start-ups universitaires** et que les entreprises **externalisent leur recherche** auprès de laboratoires publics ;
 - **Mobilité** : le financement conduit à une **augmentation de la probabilité** que des chercheurs soient **transférés du public au privé**, et que des **jeunes docteurs soient embauchés** dans le privé.

Les Politiques Horizontales – LabEx (20)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Conclusion (1) :

- Le papier montre de façon **causale** que le **financement de la recherche publique a des effets positifs sur la R&D privée.**
- La transmission du public au privé passe par **l’augmentation et l’intensification des interactions entre les centres de recherche publics et les entreprises locales** à travers des partenariats de recherche par exemple.

Les Politiques Horizontales – LabEx (21)

“From Public Labs to Private Firms : Magnitudes and Channels of R&D Spillovers” de Bergeaud, Guillouzouic, Henry et Malgouyres (2022).

Conclusion (2) :

- Cela nous pousse à repenser le rôle des politiques de soutien à la R&D privée :
 - **LabEx versus CIR**

B) Politiques Verticales

Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”

Pierre Azoulay, Erica Fuchs, Anna P. Goldstein et
Michael Kearney

NBER : Innovation Policy and the Economy, 2019

Les Politiques Verticales – ARPA (1)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

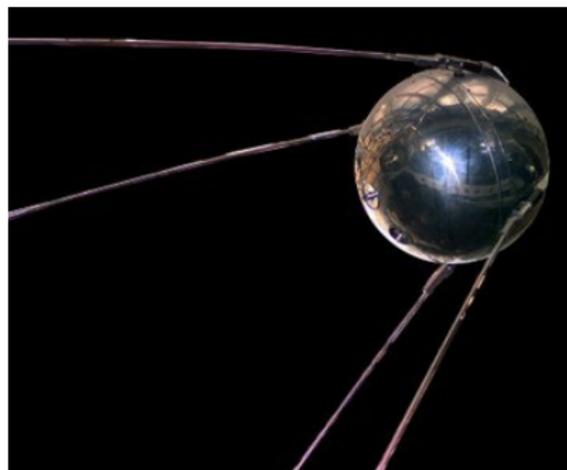
- Les auteurs cherchent à savoir ce qui rend le programme fédéral ARPA (*Advanced Research Project Agency*) **si spécial** pour avoir conduit à des inventions telles que le **GPS, Internet, le laser** ou l'**ordinateur personnel** dont les applications dépassent largement le cadre militaire.
- L'objectif est de comprendre ses **évolutions historiques** ainsi que ses **caractéristiques** afin de savoir s'il est souhaitable de répliquer ce modèle, et si oui, sous **quelles conditions** afin de maximiser les chances de succès.

Les Politiques Verticales – ARPA (2)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Aperçu Historique (1) :

- En réponse au lancement du satellite Sputnik par l'URSS en octobre 1957, les États-Unis lancèrent le programme ARPA dont la mission première était de superviser le programme inter spatiale naissant (NASA).



Les Politiques Verticales – ARPA (3)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Aperçu Historique (2) :

- ARPA a pour objectif de **financer le développement de technologies à haut risque + rémunération élevée** qui n’obtenaient pas le soutien du secteur privé (S-curve).
- En 1972, **ARPA devient DARPA (Defense ARPA)** et se tourne vers plus d’**applications militaires** pour répondre aux besoins de la guerre du Vietnam.
- Au cours des décennies suivant la guerre du Vietnam, DARPA se concentre plutôt sur la **compétitivité industrielle américaine** et les **technologies ayant à la fois une utilité militaire et civile**.

Les Politiques Verticales – ARPA (4)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Aperçu Historique (3) :

- Par exemple, en 1987, afin d'éviter que les fabricants américains de semiconducteurs ne s'approvisionnent qu'auprès de fournisseurs Japonais, le gouvernement fédéral a octroyé un financement de 100 millions de dollar par an pendant 5 ans à travers la DARPA pour acquérir le **savoir industriel nécessaire dans ce secteur stratégique**.
- Le succès de DARPA a motivé à la **création d'autres agences de type ARPA** gérées par différents services :
 - En 2002, HSARPA pour la *Homeland Security* ;
 - En 2006, IARPA pour les *Intelligence Agencies* ;
 - En 2009, ARPA-E pour le *Department of Energy*.

Les Politiques Verticales – ARPA (5)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Caractéristiques du Modèle ARPA :

- Les auteurs identifient **quatre caractéristiques** qui forment le coeur du modèle ARPA, toutes présentes dans DARPA et ARPA-E :
 1. **Flexibilité de l'organisation générale** ;
 2. **Structure ascendante du programme** ;
 3. **Liberté dans les choix des projets** ;
 4. **Management actif du projet**.
- Les trois derniers points montrent la **responsabilité cruciale du manager de programme** dans les agences suivant un modèle de type ARPA.

Les Politiques Verticales – ARPA (6)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

1. Flexibilité de l'Organisation Générale (1) :

- **Indépendance** : les directeurs de DARPA et ARPA-E **communiquent directement avec le haut de la hiérarchie** du DOD et DOE (*Department of Defense/Energy*) afin d'**éviter les multiples niveaux de bureaucratie** qui nuisent à la recherche.
- **Organisation horizontale** : tous les directeurs de programmes se réfèrent directement auprès des directeurs adjoints des agences afin de **limiter le nombre de divisions**.

Les Politiques Verticales – ARPA (7)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

1. Flexibilité de l'Organisation Générale (2) :

- ***Emploi en dehors de la réglementation de la fonction publique*** : les managers de programmes peuvent être recrutés **sans répondre à tous les critères habituels de la fonction publique** et pour des **salaires plus attractifs** afin d'**attirer les meilleurs talents le plus rapidement possible**.
- ***Contrats à durée déterminée*** : les managers sont généralement engagés pour **seulement un mandat de 3 à 5 ans**, afin de **renouveler le flux d'idées** au sein des programmes.

Les Politiques Verticales – ARPA (8)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

1. Flexibilité de l’Organisation Générale (3) :

- **Contrats flexibles** : contrairement à la plupart des agences publiques, DARPA et ARPA-E peuvent recourir à **différents types de contrats pour payer ses intervenants** au cas où les contrats standards ne suffisent pas, comme dans le cas d’achat de propriété intellectuelle par exemple.
- Les **managers** de programmes doivent être vus comme des **chefs d’orchestre** : ils ne doivent pas savoir jouer de tous les instruments, mais ils **doivent comprendre tous les instruments** et la musique afin de les réunir en harmonie.

Les Politiques Verticales – ARPA (9)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

2. Structure Ascendante du Programme (1) :

- Pour les projets ARPA-E, les directeurs de programmes **organisent des discussions mêlant la communauté scientifique et les bénéficiaires prospectifs des inventions** afin de définir les besoins et de discuter de la faisabilité des recherches dans le but de raffiner les objectifs des programmes.
- Des discussions **entre les directeurs de programmes et la direction** de ARPA-E permettent par la suite d'évaluer continuellement si une idée est acceptée ou si elle nécessite plus d'exploration.

Les Politiques Verticales – ARPA (10)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

2. Structure Ascendante du Programme (2) :

- De la même manière, les managers de programmes DARPA sont **constamment en liaison avec des militaires sur le terrain pour connaître leurs besoins en fonction de leurs missions**, ainsi qu’avec des **scientifiques afin de discuter des technologies potentielles** qui pourraient répondre à ces besoins.
- La **structure ascendante** des projets permet à la fois de mieux définir les besoins du terrain ainsi que de mettre en relation des individus qui ne se seraient pas connus sans le projet, **augmentant le probabilité que des idées révolutionnaires émergent.**

Les Politiques Verticales – ARPA (11)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

3. Liberté dans les choix des projets (1) :

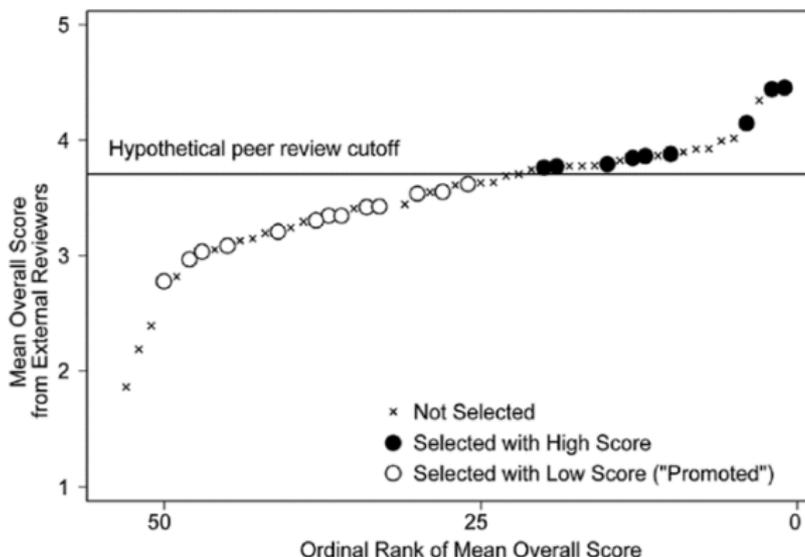
- Les directeurs de programmes peuvent choisir **comment allouer leurs fonds au sein du programme.**
- Un **panel d’experts peut être appelé afin de noter la proposition technique d’un projet** étant incertain par nature.
- Les directeurs de programmes possèdent également de **fortes latitudes en terme de sélection des projets**, et ne doivent pas seulement s’en tenir aux évaluations des experts.

Les Politiques Verticales – ARPA (12)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

3. Liberté dans les choix des projets (2) :

- On voit que sur les 22 projets sélectionnés, **seuls 9 se trouvent parmi les 22 projets les mieux notés par les experts.**



N = 53 proposals

Les Politiques Verticales – ARPA (13)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

3. Liberté dans les choix des projets (3) :

- De nombreux directeurs de programmes indiquent qu’ils **prêtent davantage d’attention aux commentaires qu’à la note moyenne des experts**, et ils essaient de trouver des **complémentarités entre les projets qu’ils sélectionnent**.
- La liberté dans la sélection des projets permet ainsi de **limiter le biais contre la nouveauté qui prévaut au sein de la communauté scientifique**.

Les Politiques Verticales – ARPA (14)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

4. Management actif du projet (1) :

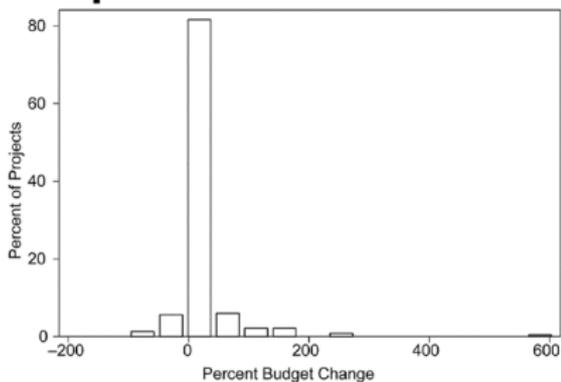
- Contrairement au fonctionnement du HHMI, les **chercheurs ont très peu de liberté concernant leur sujet de recherche** – les sujets sont établis après concertation par le directeur du programme lorsqu’il crée le programme et choisi les sujets qu’il finance.
- Les projets sont découpés en plusieurs étapes importantes (**milestones**) dont l’échéance, les objectifs et le budgets sont **susceptibles d’être mis à jour selon les résultats rapportés** auprès de la direction du programme.

Les Politiques Verticales – ARPA (15)

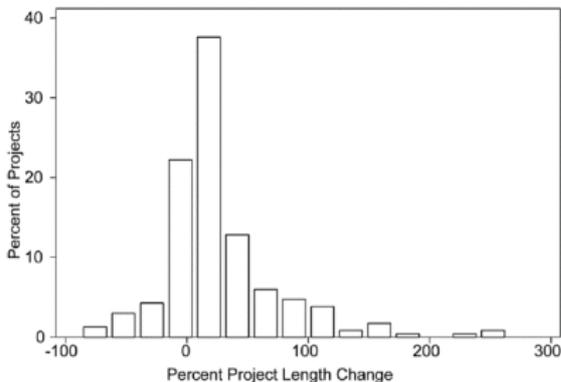
“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

4. Management actif du projet (2) :

- Pour les projets ARPA-E, la probabilité est **plus que 50%** que les budgets et les échéances soient **étendus**.
- En cas de **résultats trop mauvais** pour des étapes majeures, des projets peuvent être **terminés prématurément**.



N = 234



N = 234

Les Politiques Verticales – ARPA (16)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Que peut être ARPA-ble ? (1)



- Selon les auteurs, un domaine de recherche peut être “ARPA-ble” lorsqu’il présente ces **trois caractéristiques à la fois**.

Les Politiques Verticales – ARPA (17)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Que peut être ARPA-ble ? (2)

- Le modèle ARPA est adapté pour la recherche effectuée avec en tête une **utilité finale pratique**, et **non pas pour la recherche fondamentale** trop en amont de toute activité commerciale.
- Le modèle est idéal pour les domaines techniques où résident des **courbes en S naissantes** : la **technologie existe**, elle est **relativement inexplorée**, et a un **grand potentiel d'amélioration**.
- ARPA est approprié lorsqu'il y a des **frictions** au cours des phases de **développement, démonstration et déploiement à grande échelle** (ex., nouvelle technologie énergétique sans claire voie de commercialisation).

Les Politiques Verticales – ARPA (18)

“Funding Breakthrough Research : Promises and Challenges of the “ARPA Model”” de Azoulay, Fuchs, Goldstein et Kearney (2019).

Conclusion :

- Le modèle ARPA n'est pas un substitut pour d'autres sources de soutien à la R&D, mais remplit une niche bien spécifique.

		<u>Idea generation</u>	
		Investigator initiation:	Mission-inspired solicitation:
Investigator freedom:		HHMI NIH NSF	Gates Foundation Chan-Zuckerberg Initiative
<u>Project execution</u>			
Empowered program staff:		Venture Capital Google X	DARPA ARPA-E

Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program

Sabrina T. Howell, Jason Rathje, John Van Reenen et
Jun Wong

SSRN Working Paper, 2021

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (1)

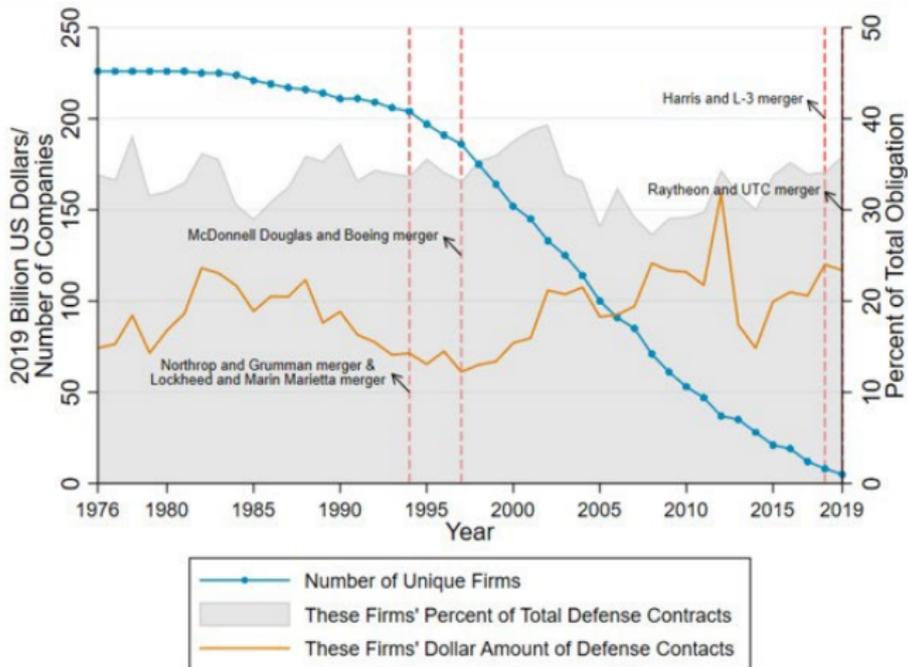
“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

- La *US Air Force* (USAF) faisant face à une **baisse significative de son activité d'innovation** lança en 2018 une réforme des contrats *Small Business Innovation Research* (SBIR) appelée “**Open topics**”.
- L'objectif étant d'attirer de nouvelles entreprises afin qu'elles **proposent n'importe quelles technologies qui pourraient être utiles pour la USAF**, dans un esprit “**bottom-up**” au lieu du traditionnel “**top-down**”.
- En utilisant cette réforme, les auteurs cherchent à évaluer si une **approche plus ouverte et non centralisée peut permettre d'impulser un regain de productivité de la R&D publique** aux États-Unis.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (2)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Concentration Accrue des Prestataires de Défense Principaux (appelés Primes) :

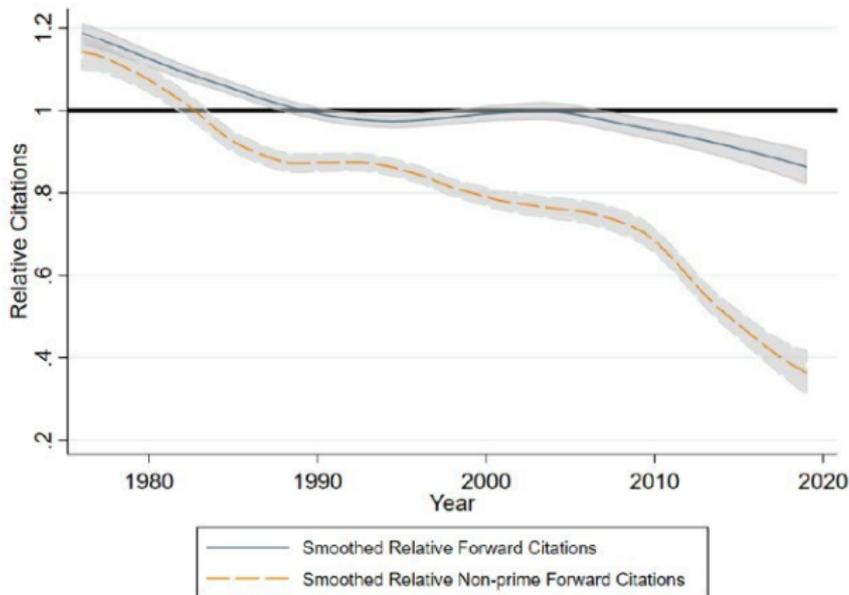


Les Politiques Verticales – SBIR Défense (3)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2020).

Baisse d’Influence de l’Innovation des Primes :

(a) Prime Patent Citations

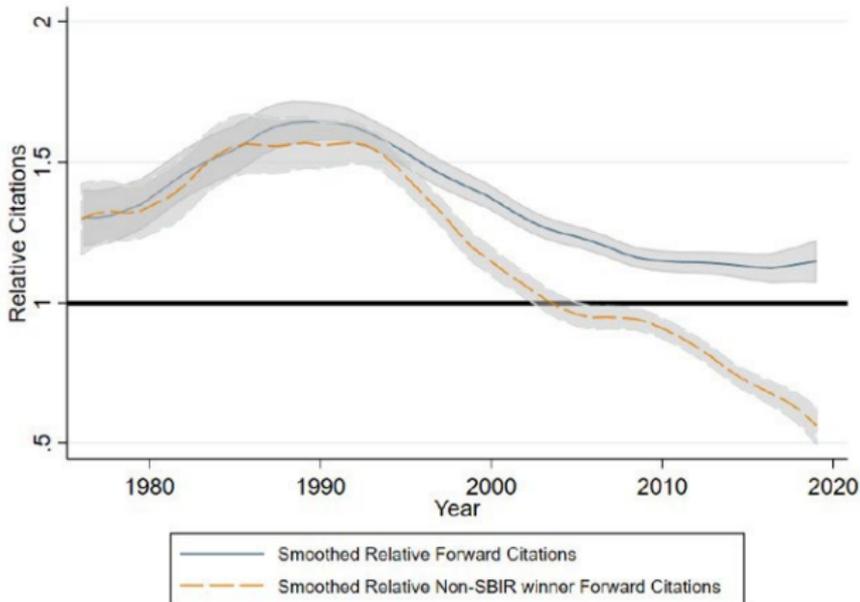


Les Politiques Verticales – SBIR Défense (4)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Baisse d’Influence de l’Innovation des Lauréats SBIR Conventionnel :

(b) Conventional SBIR Winner Patent Citations



Les Politiques Verticales – SBIR Défense (5)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Consolidation des Primes et Dynamiques de l'Innovation :

- En 1976, il y avait 226 *primes* provenant du secteur de la Défense alors qu'ils ne sont plus que **6 en 2019 pour la même part de marché** (environ 35% de la valeur totale des contrats).
- Le **nombre de citations par brevet** relatif au nombre moyen pour la même classe technologique **diminue à travers le temps pour les "primes" ainsi que pour les lauréats du SBIR Conventionnel.**
- Les "*primes*" dans le secteur de la Défense sont passées de **20% plus innovantes** que la moyenne en 1976 à **10-40% moins innovantes** en 2019.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (6)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Données :

- Les auteurs mobilisent des **données administratives sur les candidatures et lauréats** du programmes SBIR, regroupant 21 432 propositions de 2003 à 2019.
- **Quatre sources** de données spécifiques sont utilisées:
 - *CB Insights, SDC VentureXpert, Crunchbase and Pitchbook* pour accéder aux **opérations de financements privés** ;
 - *USPTO* informe sur les **brevets** et leurs **citations** ;
 - *Air Force contracts* depuis l'*Office of Contracts* pour obtenir les informations sur les **contrats autres que SBIR pour la USAF** ;
 - *SBIR.gov* renseigne sur les **lauréats du SBIR**.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (7)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Méthode Empirique :

- Les auteurs exploitent une **discontinuité dans l’attribution du prix du SBIR *Open* en fonction du score attribué aux propositions** faites par les entreprises. Seuls les meilleurs scores reçoivent le prix.
- Un modèle économétrique de *Regression Discontinuity Design* (RDD) est utilisé pour **estimer l’effet d’être lauréat du SBIR sur quatre variables** : recevoir un financement par VC, l’obtention d’un contrat non-SBIR, le dépôt d’un brevet et l’obtention d’un contrat SBIR.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (8)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Différences Entre Entreprises par Type de Projets (1) :

	Open	Conventional
	N=1,659	N=4,995
Firm Age (years)	9.8 [5]	18.2 [15]
Size (Number Employees)	26.9 [8]	60.8 [20]
Located in VC hub	19.7%	14.8%
Located in county near AF base	19.2%	27.5%
Pre-award VC	11.4%	6%
Pre-award DoD non-SBIR contract	25.3%	60.1%
Pre-award Patent	25%	47.3%
Pre-award SBIR contract	23%	66.6%
Number of proposals per topic	379 [375]	20 [15]
Number of winners per topic	213 [297]	3[2]

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (9)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Différences Entre Entreprises par Type de Projets (2) :

- Les entreprises qui postulent à des projets de type *Open* sont en moyennes :
 - Plus **jeunes** ;
 - Plus **petites** ;
 - Plus souvent **financées par des VC** ;
 - Moins détentrices de **brevets** ;
 - Moins détentrices de **contrats passés avec l’USAF**.
- Les projets *Open* attirent un **nombre bien plus important d’entreprises par projet**.

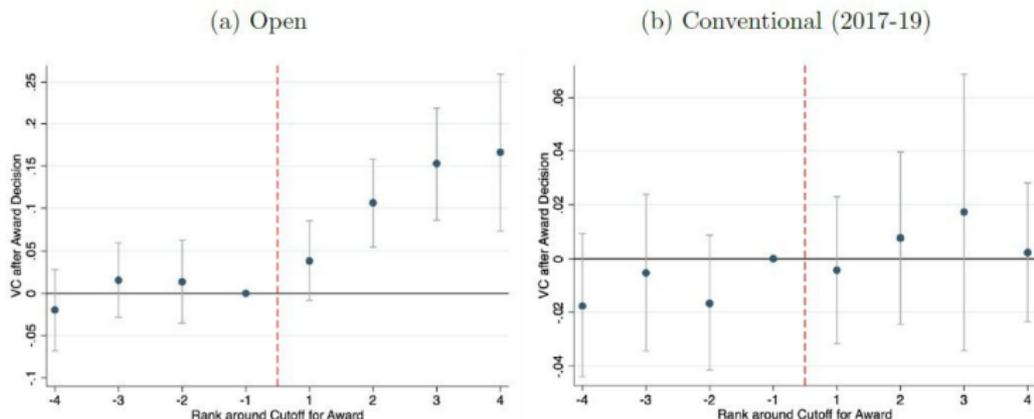
Les Politiques Verticales – SBIR Défense (10)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Résultats – Financement par VC :

- **L'accès à des VC augmente avec le rang pour les projets *Open* mais pas pour les conventionnels.** Être lauréat du SBIR *Open* augmente la probabilité de VC de 5.4 points de pourcentages pour une probabilité moyenne de 7.9%.

Figure 4: Probability of Venture Capital by Rank Around Cutoff



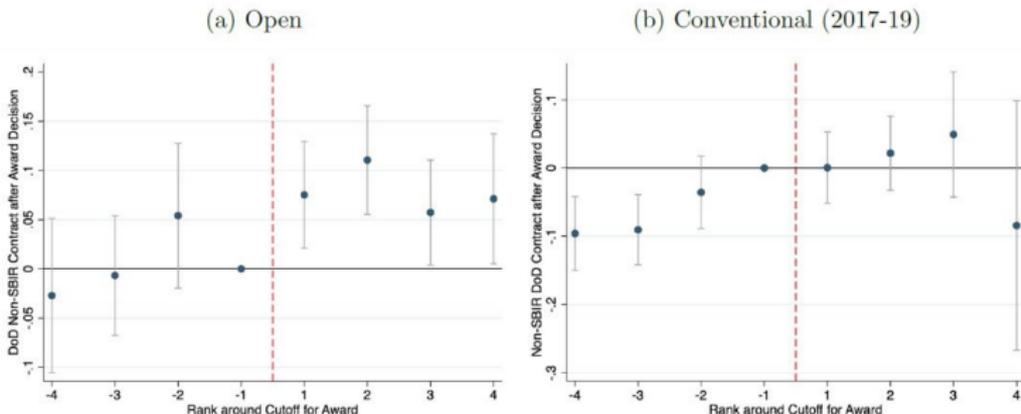
Les Politiques Verticales – SBIR Défense (11)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Résultats – Contrats non-SBIR :

- Être lauréat du SBIR *Open* augmente **significativement la probabilité d'évoluer au delà du SBIR en obtenant un contrat non-SBIR avec la USAF (+7.5 p.p. pour une moyenne de 14.8%).**

Figure 5: Probability of DoD non-SBIR Contract by Rank Around Cutoff



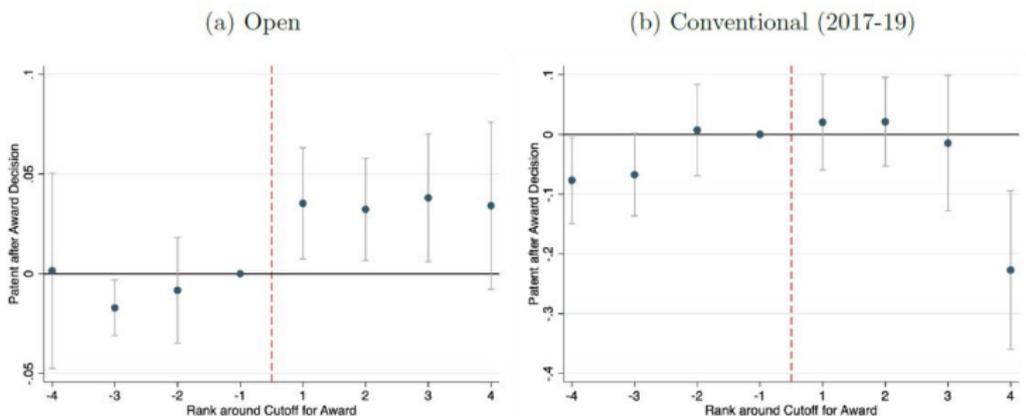
Les Politiques Verticales – SBIR Défense (12)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Résultats – Brevets :

- Être lauréat du SBIR *Open* a un **large effet positif et significatif sur la probabilité de déposer un brevet** (+5.1 p.p. pour une moyenne de 2.7%).

Figure 6: Probability of Patents by Rank Around Cutoff



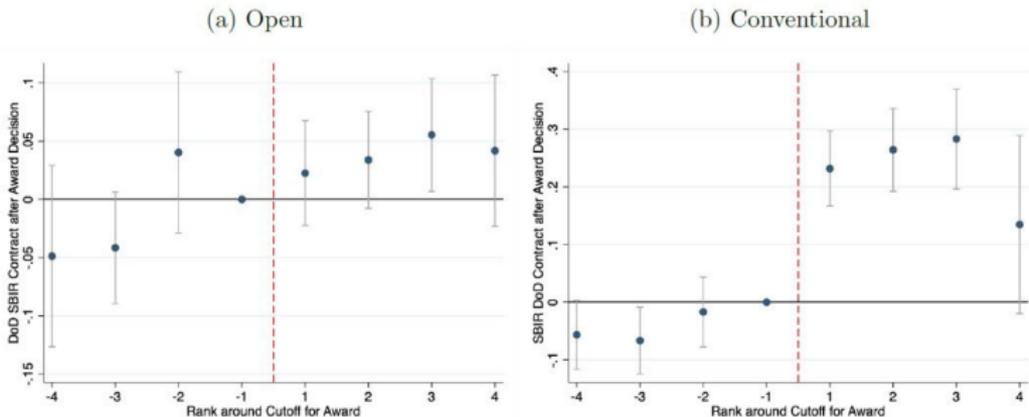
Les Politiques Verticales – SBIR Défense (13)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Résultats – Contrats SBIR :

- Être lauréat du SBIR *Open* n’a pas d’effet sur la probabilité de le devenir à nouveau, alors que **cet effet est large et significatif pour les lauréats des projets conventionnels** (17 p.p. pour une moyenne de 31%).

Figure 7: Probability of Air Force SBIR Contract by Rank Around Cutoff



Les Politiques Verticales – SBIR Défense (14)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Mécanismes :

- Ces résultats proviennent-ils d'un effet de sélection ou du fait que la **nature “bottom-up”** des concours *Open* a encourager les entreprises a proposer de **meilleures idées** ?
- Les auteurs se penchent sur les concours conventionnels depuis 2003 qui présentaient des sujets plus larges dans le **même esprit que les concours *Open***.
- Les auteurs montrent que l'**effet de sélection des entreprises est négligeable**, renforçant l'idée que c'est la nature des sujets “bottom-up” qui a favorisé l'innovation.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (15)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Conclusions (1) :

- Les auteurs ont montré l'**efficacité d'un modèle de R&D pour le secteur de la Défense** qui n'est pas organisé de haut en bas pour répondre à une mission précise mais plutôt de **bas en haut sans sujet précis**.
- Ils ont mis en évidence que les **lauréats du SBIR Open** ont une plus grande probabilité (i) de **recevoir des financements privés (VC)**; (ii) de **produire une invention qui a une valeur pratique pour le DOD (non-SBIR)**; et (iii) de voir son **invention brevetée**.

Les Politiques Verticales – SBIR Défense (16)

“Opening Up Military Innovation : An Evaluation of Reforms of the US Air Force SBIR Program” de Howell, Rathje, Van Reenen et Wong (2021).

Conclusions (2) :

- Le format **SBIR conventionnel** semble être sujet à **des effets de verrouillage**, puisque être lauréat d'un SBIR conventionnel augmente drastiquement la probabilité de devenir lauréat à nouveau dans le futur – illustrant la **capture du système par des entreprises qualifiées de “SBIR-mills”** (Edwards 2020).
- Les auteurs ont pu montrer qu'il s'agit bien de la **nature libre et “bottom-up” des sujets Open** qui ont permis aux entreprises de venir avec de meilleures idées, et que ce système pourrait insuffler du renouveau dans le fonctionnement de la R&D de la Défense américaine afin qu'elle retrouve son rôle de cœur de l'innovation aux US.

II – Marge Extensive de l'Innovation

II – Marge Extensive de l'Innovation

A) Politiques d'Immigration

Les Politiques d'Immigration – Plan

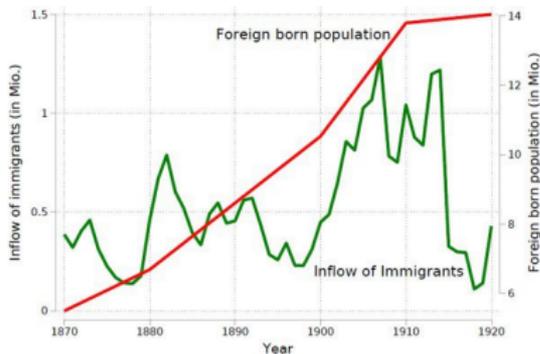
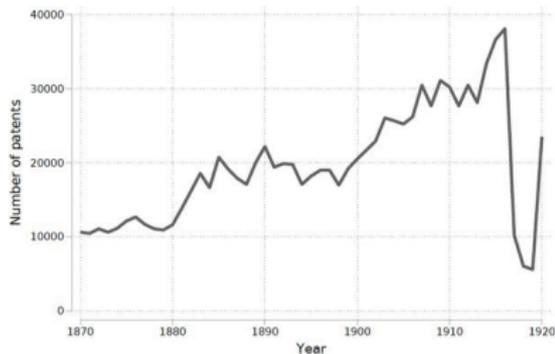
- Il s'agit dans cette section de **présenter brièvement différentes contributions** à la recherche académique économique qui mettent en avant le **caractère bénéfique que peut avoir l'immigration-insertion sur l'innovation**, et donc *in fine* sur la prospérité économique des pays d'accueil.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (1)

“European Immigrants and the United States’ Rise to the Technological Frontier” de Arkolakis, Lee et Peters (2020).

Rôle Historique (1) :

- Est-ce que **restreindre l’immigration qualifiée affecte l’innovation?**
- Les auteurs utilisent des données de **recensement**, de **brevets** et d'**immigration** aux États-Unis de 1870 à 1920.

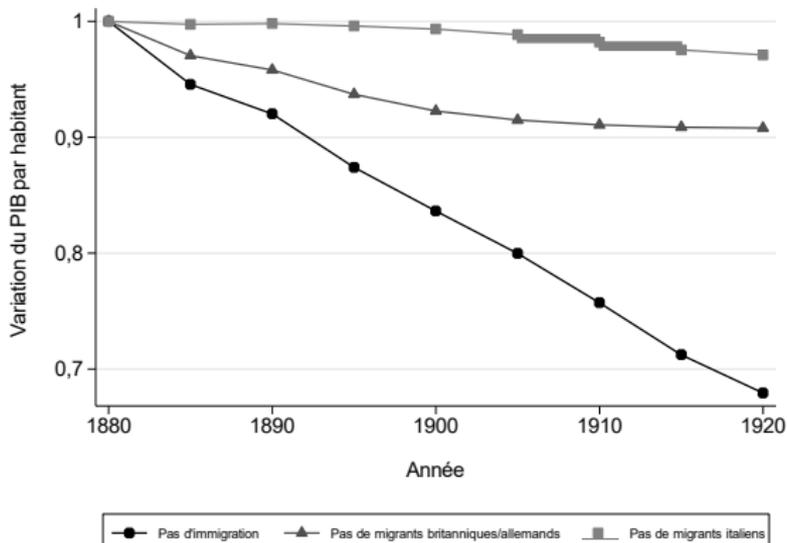


Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (2)

“European Immigrants and the United States’ Rise to the Technological Frontier” de Arkolakis, Lee et Peters (2020).

Rôle Historique (2) :

- **Analyse contrefactuelle** du PIB par habitant.



Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (3)

“European Immigrants and the United States’ Rise to the Technological Frontier” de Arkolakis, Lee et Peters (2020).

Rôle Historique (3) :

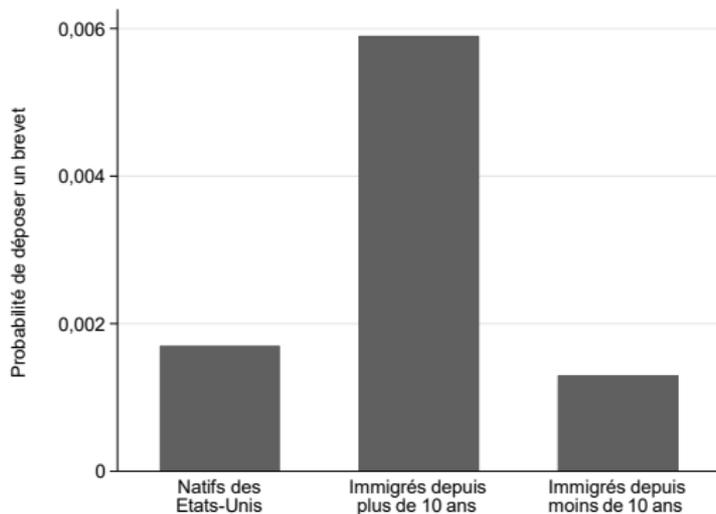
- Si les États-Unis avaient **complètement fermé ses frontières à toute immigration en 1880**, leur PIB par habitant en 1920 aurait été **30% plus faible que le niveau observé**.
- Une perte de l'ordre de 10 et de 4% aurait été constatée, si des politiques visant à exclure spécifiquement les migrants Britanniques et Allemands, ou Italiens, avaient été mises en place.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (4)

“European Immigrants and the United States’ Rise to the Technological Frontier” de Arkolakis, Lee et Peters (2020).

Rôle Historique (4) :

- En moyenne, de 1880 à 1920, les immigrants européens installés aux US depuis au moins 10 ans ont **beaucoup plus innové** que les natifs américains ou d'autres immigrants européens arrivés depuis peu.



Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (5)

“European Immigrants and the United States’ Rise to the Technological Frontier” de Arkolakis, Lee et Peters (2020).

Rôle Historique (5) :

- Explication plausible: les immigrants n'ont pu **capitaliser sur les idées auxquelles ils ont été exposés dans leur pays d'origine en innovant**, qu'une fois qu'ils étaient **vraiment installés** (définitivement) aux US.
- Ceci nous montre l'importance majeure des **politiques d'insertion** qui permettent de mettre les immigrants dans une situation où ils peuvent **capituler sur leurs idées**.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (6)

“The Contribution of High-Skilled Immigrants to Innovation in the United States” de Bernstein, Diamond, McQuade and Pousada (2019).

Rôle Récent (1) :

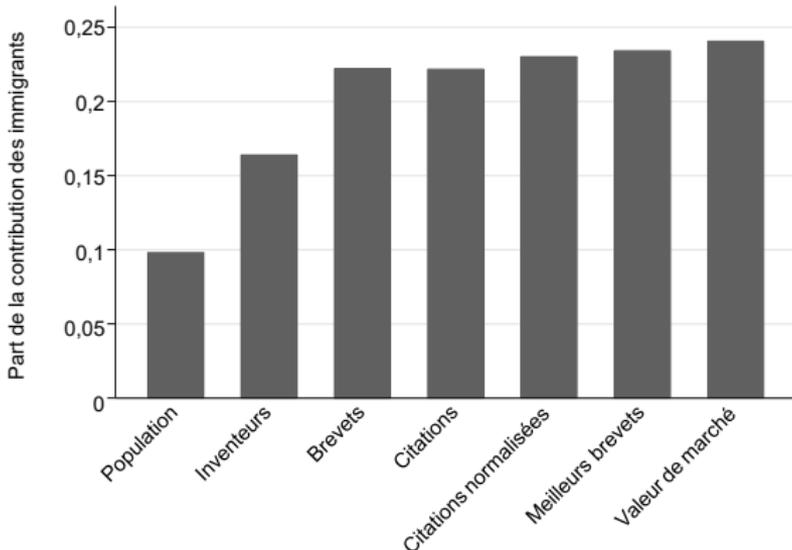
- Les auteurs utilisent des données de **sécurité sociale** et de **brevets** afin caractériser la **contribution de la population immigrée à l'innovation américaine** pour la période 1976–2012.
- Comme montré dans la figure suivante, les **immigrés** représentent que 10% de la **population américaine**, et pourtant ils représentent 16% des **inventeurs** et 23% des **brevets déposés**.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (7)

“The Contribution of High-Skilled Immigrants to Innovation in the United States” de Bernstein, Diamond, McQuade and Pousada (2019).

Rôle Récent (2) :

- Le **poids démographique des immigrants** dans le milieu de l'invention et de l'innovation **excède largement** leur poids dans la population totale.



Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (8)

“The Contribution of High-Skilled Immigrants to Innovation in the United States” de Bernstein, Diamond, McQuade and Pousada (2019).

Rôle Récent (3) :

- Outre leur importance quantitative parmi la population d'inventeurs, les auteurs s'intéressent à leur **importance qualitative au sein des réseaux d'innovation**.
- Rejoignant des contributions précédentes dans la littérature (Azoulay et al., 2010; et Jaravel et al., 2018), les auteurs veulent **quantifier l'effet d'une mort inattendue ou prématurée sur la productivité des co-auteurs du défunt**.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (9)

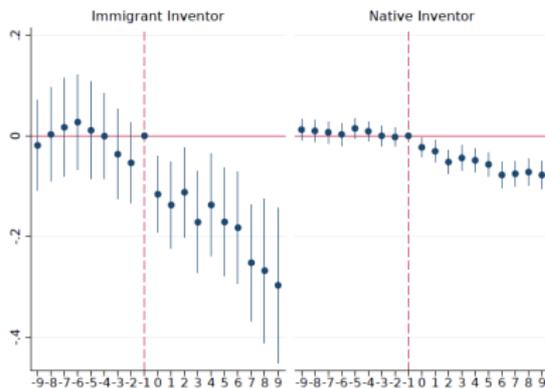
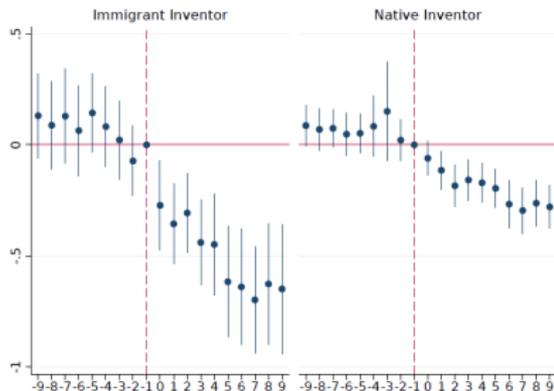
“The Contribution of High-Skilled Immigrants to Innovation in the United States” de Bernstein, Diamond, McQuade and Pousada (2019).

Rôle Récent (4) :

- L'effet négatif sur ses co-auteurs de la mort inattendue ou prématurée d'un **inventeur immigré est bien plus large que pour un inventeur né américain** – signe de leur rôle central au sein de leurs réseaux de collaborateurs.

(a) Number of Patents

(b) Top Patents



Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (10)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

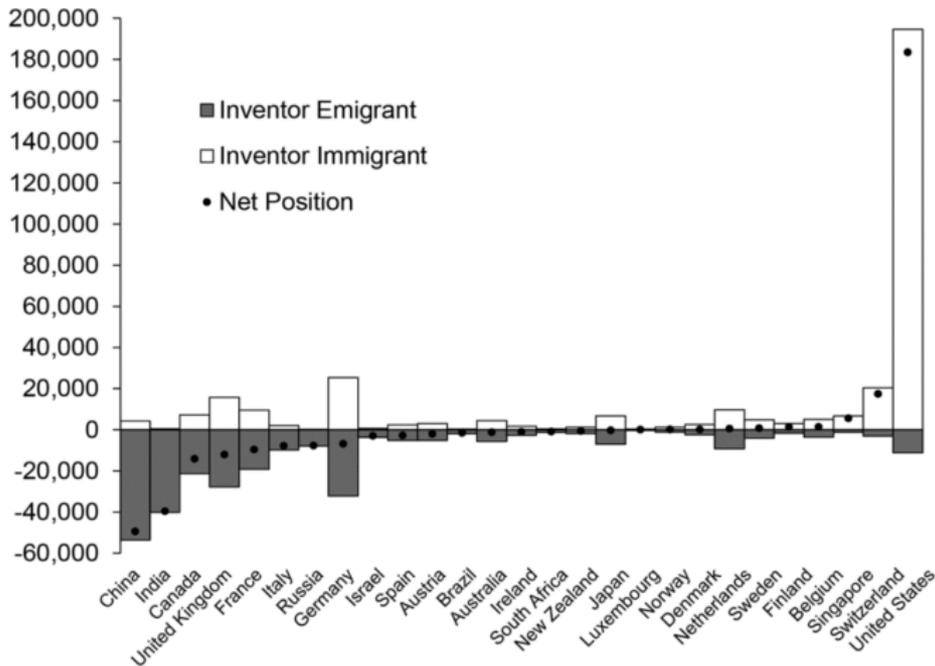
Pourquoi l'Immigration Stimule l'Innovation ? (1)

- **Pourquoi l'immigration des personnes qualifiées stimule-t-elle l'innovation dans le pays d'accueil ?**
- Il est essentiel de rappeler la **position singulière que détiennent les États-Unis en termes** d'attractivité des inventeurs étrangers.
- Les **grandes puissances économiques européennes** (Allemagne, Royaume-Uni, France et Italie) **ont une position nette négative** sur la décennie 2000-2010, alors que **celle des US est très largement positive.**

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (11)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

Pourquoi l'Immigration Stimule l'Innovation ? (2)



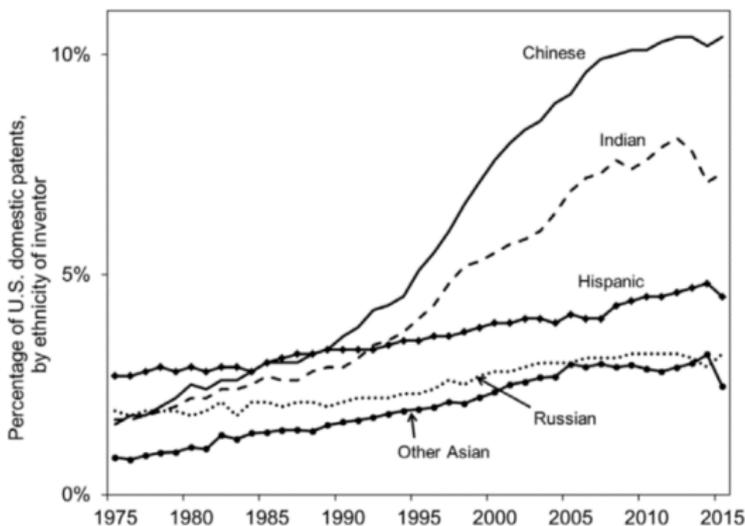
Période 2000–2010

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (12)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

Pourquoi l'Immigration Stimule l'Innovation ? (3)

- Une part grandissante des brevets américains est associée à des **ethnies autres que caucasienne**, principalement chinoise et indienne (de 1 brevet sur 12 en 1975, à 1 sur 3.5 en 2017).

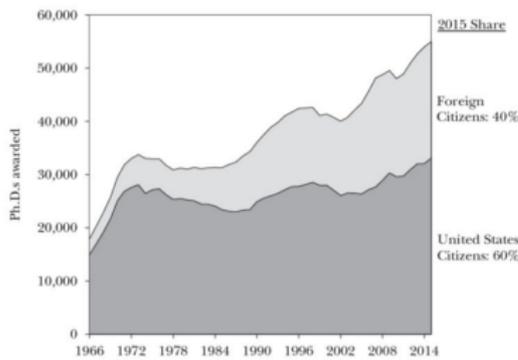
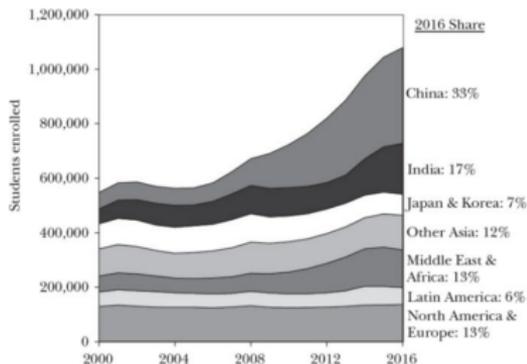


Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (13)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

Pourquoi l'Immigration Stimule-t-elle l'Innovation ? (4)

- Un premier élément de réponse réside dans l'éducation.
- Par exemple, entre 1995 et 2008, l'immigration a représenté **29% de l'augmentation de la population active diplômée du supérieur** aux US (particulièrement dans les STEM – Science, Technologie, Ingénierie, Maths).



Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (14)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

Pourquoi l'Immigration Stimule l'Innovation ? (5)

- Le second élément de réponse réside dans la notion de *intrinsic motivation*.
- Kerr voit une expression de la grande motivation intrinsèque des immigrants dans leur **choix pour les domaines STEM** (plus compétitifs) et dans le fait que les immigrants sont plus **innovants pour un niveau d'éducation donné**.

Les Effets Bénéfiques de l'Immigration (15)

“The Gift of Global Talent : How Migration Shapes Business, Economy and Society ” de Kerr (2018).

Pourquoi l'Immigration Stimule l'Innovation ? (6)

- Mais d'où provient cet **excès de motivation** ?
- Les immigrants qualifiés sont **sélectionnés par un processus strict**, qui pourrait contribuer à choisir les **plus motivés d'entre eux**.
- Le processus d'immigration étant si compliqué et pénible, qu'il contribue à **forger une motivation** parmi ceux qui réussissent à le passer (*“Je n'ai pas fait tout ça pour rien!”*).

Attirer une Immigration Qualifiée (1)

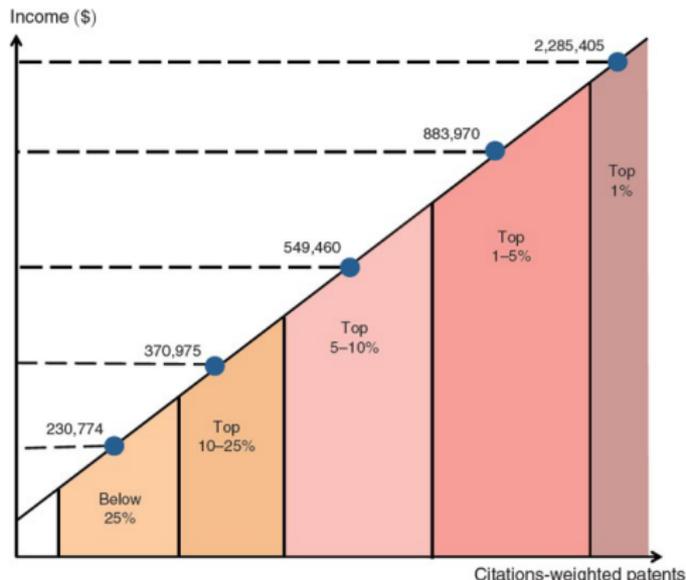
“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Les auteurs veulent connaître l'**effet du niveau du taux d'imposition sur le revenu personnel sur le choix du pays d'installation des “top-quality” inventors.**
- Un inventeur est défini comme étant “*top-quality*” lorsqu'il est **situé dans le top 25% de l'indice d'impact de ses brevets** (le nombre de brevets pondéré par les citations).
- Les auteurs utilisent des données de **brevets** de 1977 à 2003 pour les États-Unis (USPTO) et l'Europe (EPO).

Attirer une Immigration Qualifiée (2)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

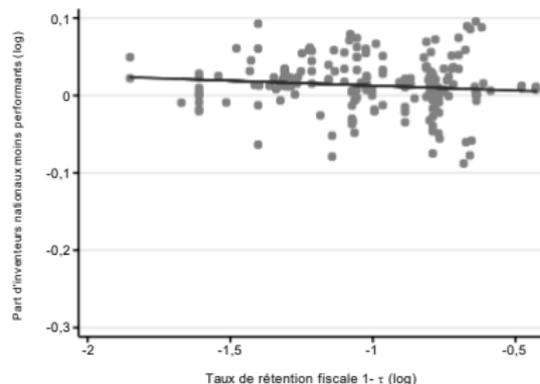
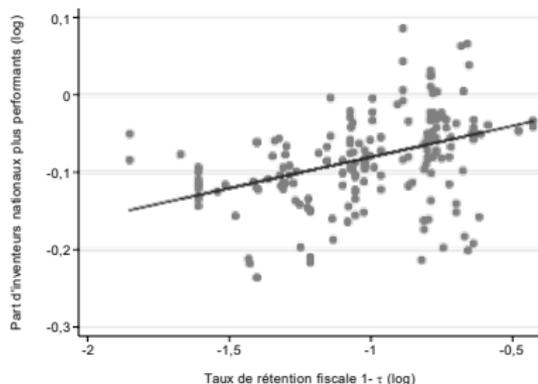
- La mesure de qualité de l’inventeur est positivement corrélée avec son niveau de revenu, et donc avec sa tranche d’imposition.



Attirer une Immigration Qualifiée (3)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Les auteurs trouvent une **corrélation négative** entre le **taux marginal d'imposition maximal** et la **part des inventeurs qui restent dans leur pays d'origine**, mais seulement pour ceux étant **“top-quality”**.
- Ceci, sachant que les **“top-quality”** ont **bien plus de chances d'être soumis au taux marginal maximum**.



Attirer une Immigration Qualifiée (4)

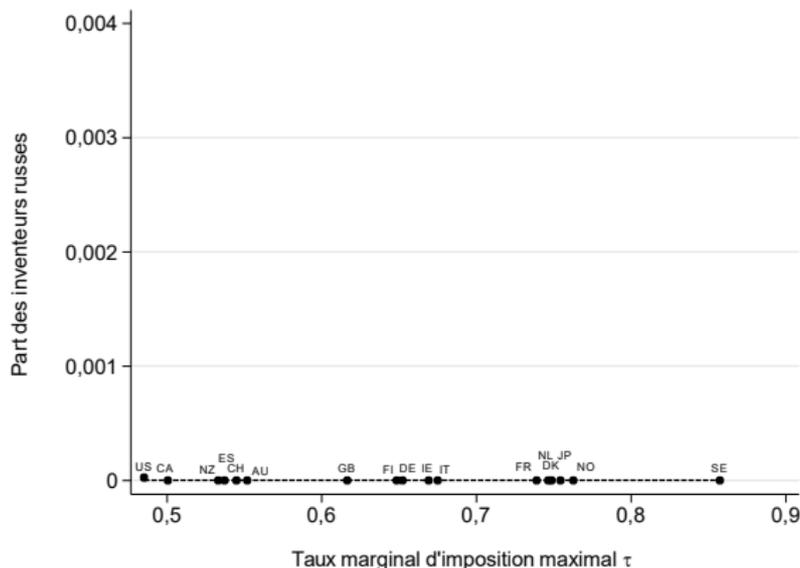
“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Une fois la corrélation négative établie entre taux marginal d'imposition maximal et la part des inventeurs *“top-quality”* restant dans le pays, les auteurs cherchent à savoir **si une relation causale existe entre ces deux variables.**
- Ils ont donc recours à **deux expériences naturelles.** La première consiste à utiliser la **dissolution de l'URSS en 1991 afin d'observer où les inventeurs russes émigrants ont décidé d'aller s'installer.**

Attirer une Immigration Qualifiée (5)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

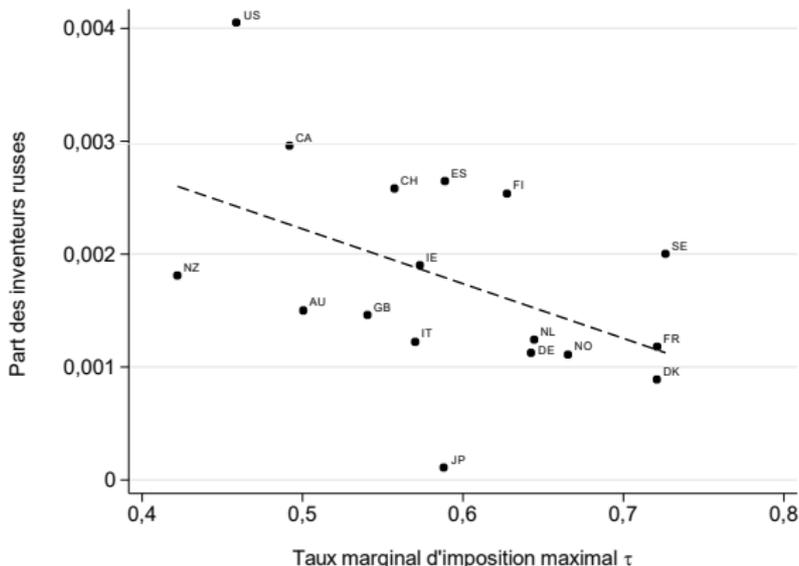
- **Avant** la dissolution de l'URSS, il n'y avait **pas de relation entre le taux marginal d'imposition maximal et la part d'inventeurs russes** due à l'interdiction pour les inventeurs d'émigrer.



Attirer une Immigration Qualifiée (6)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Une fois l'**URSS dissolue**, on observe une **forte relation négative** entre le **taux marginal d'imposition maximal** et la **part des inventeurs russes**, entre pays.



Attirer une Immigration Qualifiée (7)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Les inventeurs russes ont choisis d'**émigrer en priorité vers des pays ayant les taux d'imposition maximaux sur le revenus les plus faibles.**
- Mais une baisse de ce taux pourrait elle **entraîner un afflux d'inventeurs étrangers ?**
- Pour répondre à cette question, les auteurs recourent à une **seconde expérience naturelle qui est la baisse d'impôts de Ronald Reagan en 1986.**

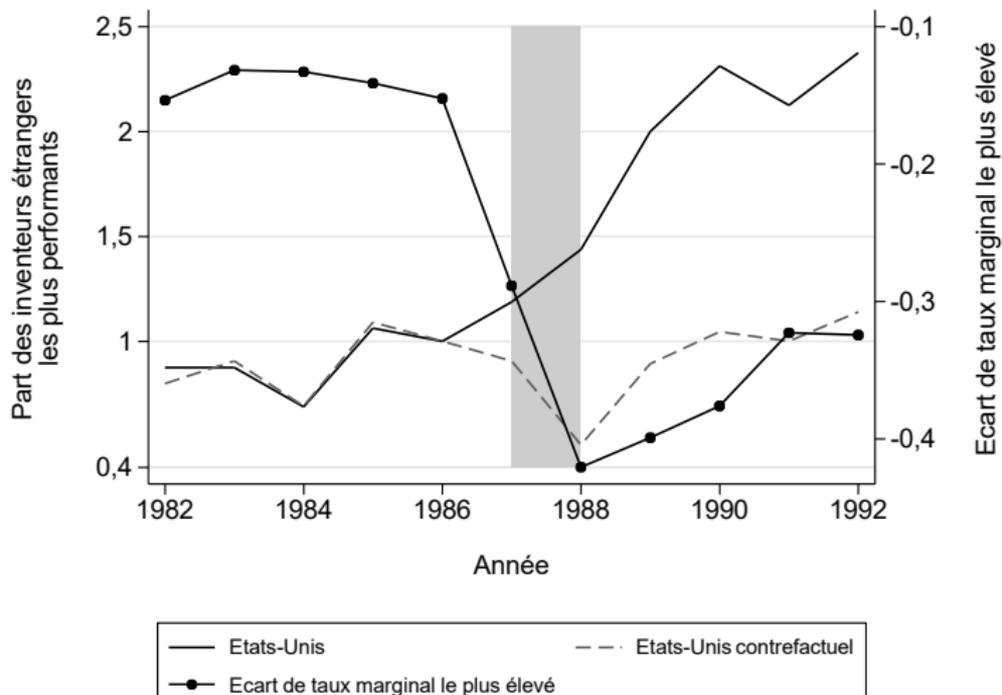
Attirer une Immigration Qualifiée (8)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).

- Un **contrefactuel des États-Unis** en terme de part d'inventeurs les plus performants (top 1%) est fabriqué à base d'autres pays développés, selon une méthode appelée **Synthetic Control**.
- Cet équivalent synthétique sert à **simuler ce qui se serait passé aux US si la réforme fiscale de 1986 n'avait pas été mise en place**.
- Une fois la réforme fiscale mise en place, la **courbe US contrefactuelle (synthétique) se sépare clairement de celle observée**, signe que le **taux marginal d'imposition maximal a un effet significatif sur la part des top inventeurs aux US**.

Attirer une Immigration Qualifiée (9)

“Taxation and the International Mobility of Inventors” de Akcigit, Baslandze et Stantcheva (2016).



Attirer une Immigration Qualifiée (10)

Conclusion (1) :

- Un taux marginal d'imposition maximal plus faible **attire significativement plus d'inventeurs de haute qualité** dans un pays.
- Cependant, il ne faut pas oublier que le **financement public de la recherche permet de stimuler l'innovation à la fois publique et privée**, et que les **impôts servent à financer ces investissements publics**.
- Les impôts ne devant donc pas être réduits à zéro, il est important de **s'assurer que les investissements publics soutiennent la croissance** (ex., éducation, santé, flex-sécurité, politique industrielle) **au lieu de satisfaire des groupes d'intérêts** gravitant autour des politiciens par exemple.

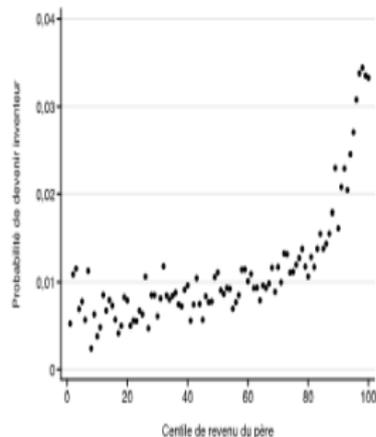
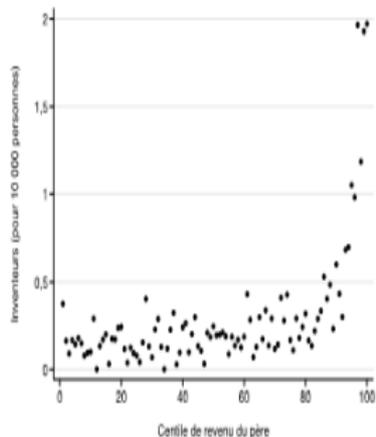
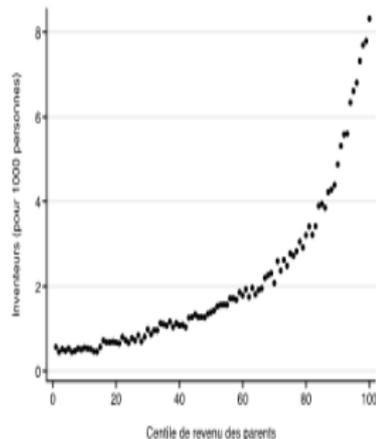
Attirer une Immigration Qualifiée (11)

Conclusion (2) :

- L'immigration vers les économies développées en provenance de pays pauvres et en développement **ne doit pas priver les pays d'origine des individus qualifiés** dont ils ont besoin pour leur propre développement.
- Idéalement, les immigrants **devraient pouvoir retourner dans leur pays d'origine ce qui permettrait un meilleur transfert de connaissance et de technologie**, ainsi facilitant le rattrapage des économies moins développées.

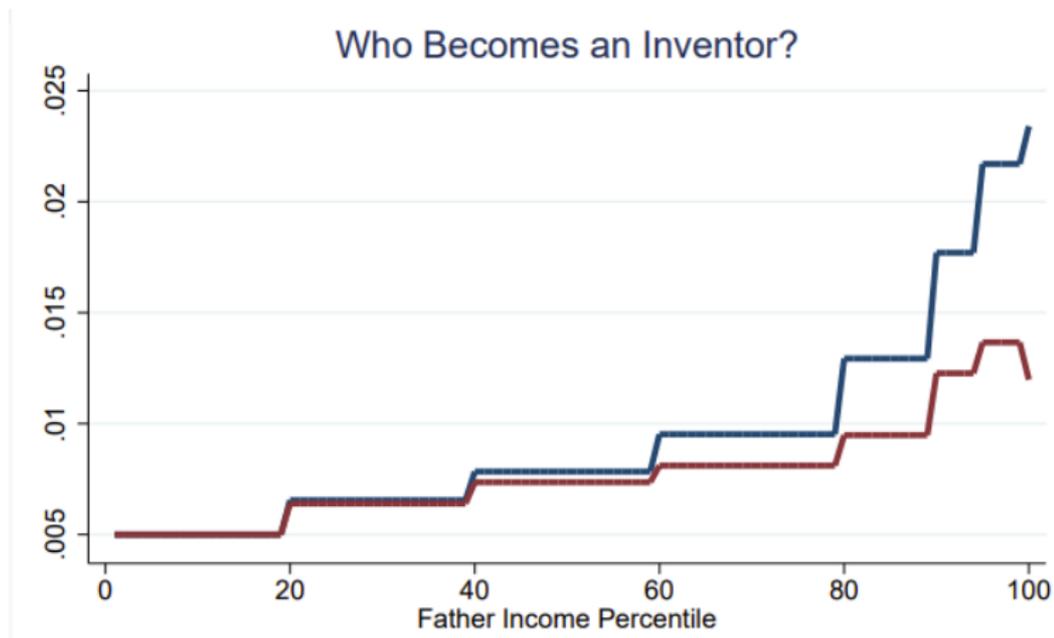
B) Politiques d'Éducation

Les Politiques d'Éducation (1)

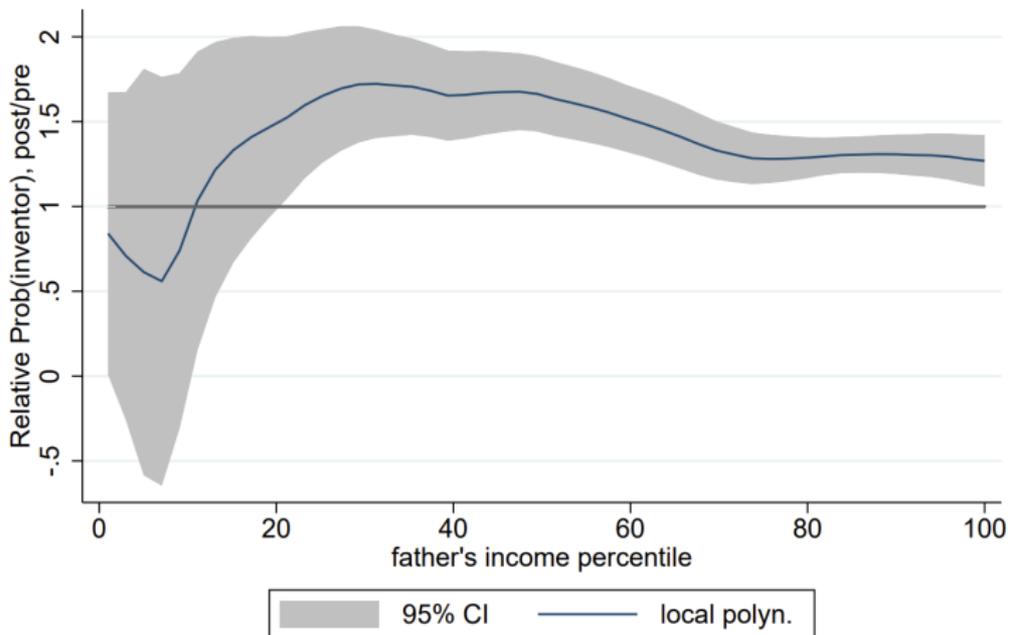


Sources : Bell, Chetty, Jaravel, Petkova et Van Reenen (2019) ; Akcigit, Grigsby et Nicholas (2017) ;
Aghion, Akcigit, Hyytinen et Toivanen (2017).

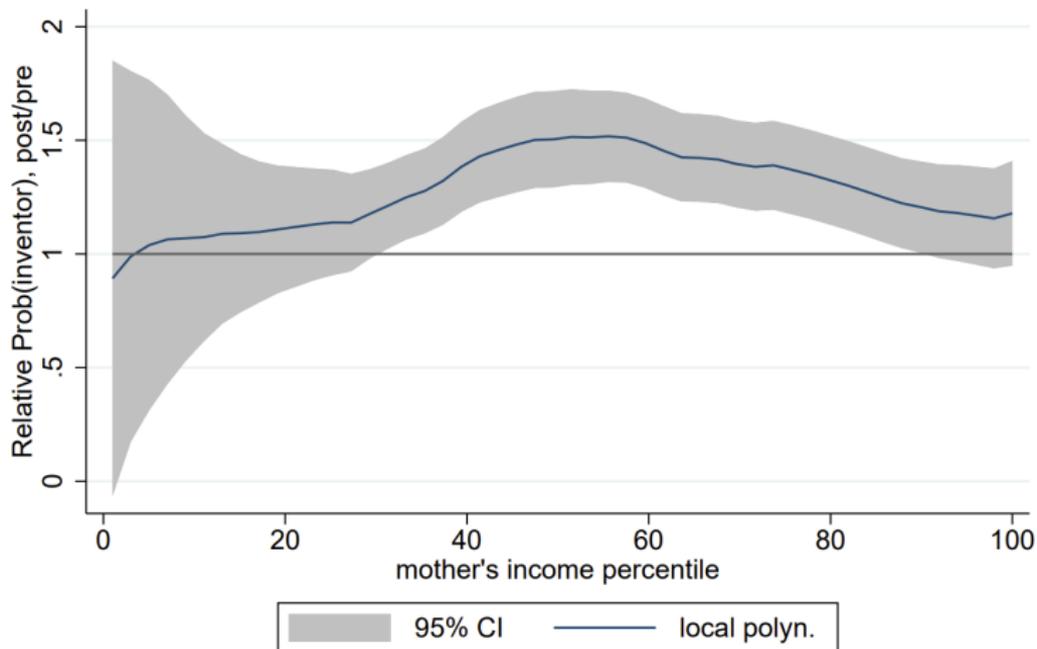
Les Politiques d'Éducation (2)



Les Politiques d'Éducation (3)



Les Politiques d'Éducation (4)



Taping Into Talent: Coupling Education and Innovation Policies for Economic Growth

Ufuk Akcigit, Jeremy Pearce et Marta Prato

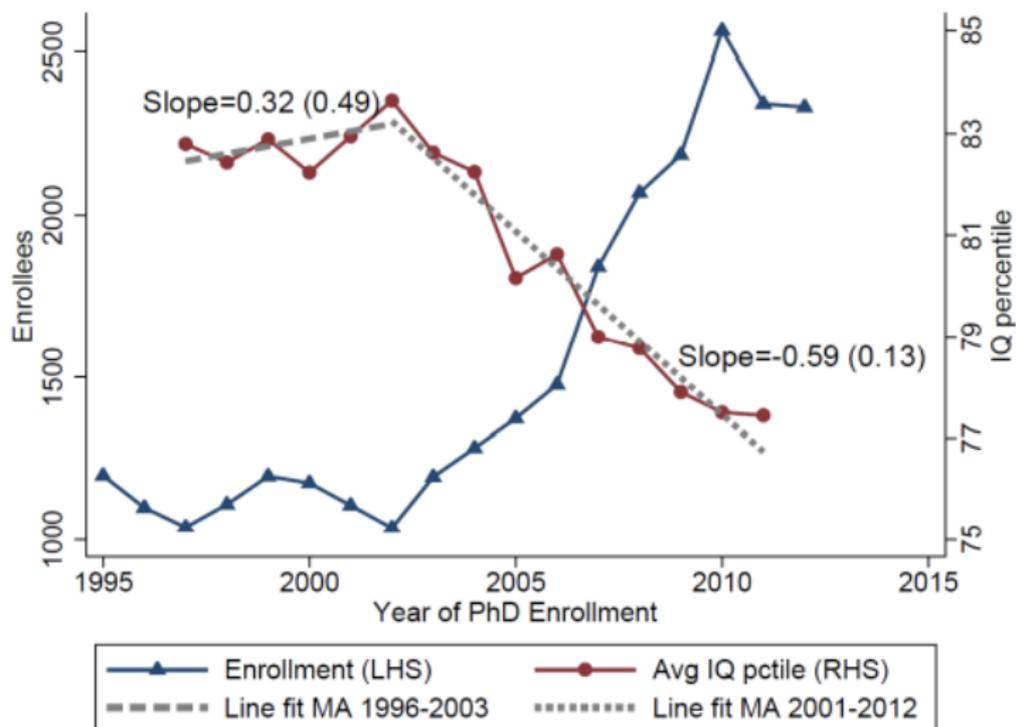
NBER Working Paper, 2020

Conclusions

- ▶ In this project we open the black box of innovation policy and document the necessary steps to transform a subsidy into productivity growth
- ▶ We document microeconomic aspects of innovation that standard endogenous growth model are missing:
 - ▶ Talent heterogeneity, Preferences for Research/Private Sector, Time to build Human Capital, Financial Frictions
- ▶ Taking these margins into account, through the lens of a quantitative model we show that productivity growth response to R&D subsidies is:
 - ▶ Small relative to educational subsidies (financial constraints high)
 - ▶ In more unequal societies (those cannot easily afford education), education policy is more effective in drawing in researchers
 - ▶ To increase the quantity of researchers, PhD slots need to expand
 - ▶ Delayed over time
- ▶ Main takeaway 1: innovation policy has to take into account the supply side of innovation
- ▶ Main takeaway 2: High skilled immigration can be used to overcome diminishing quality of the talent pool

Fact 9: Tradeoff Size vs. Quality of Researchers

Fact 9: As the number of PhD enrollees increases, avg. IQ of enrollees declines.



III – Réorienter l'Innovation

III – Réorienter l'Innovation

A) Innovation Verte

L'Innovation Verte (1)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Introducing Directed Technical Change (AABH):

- Factoring in endogenous directed technical progress:
 - It makes us **reassess the costs** of delayed intervention;
 - It leads to **different policy prescriptions**, e.g on the optimal mix of instruments.

→ Use both, **carbon tax and research subsidies**, not just the carbon tax.

L'Innovation Verte (2)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Introducing Directed Technical Change (AABH):

- A main ingredient in AABH is the fact that there is **path-dependence in the direction of technical change**.

→ Namely, firms that have **innovated a lot in dirty technologies in the past** will find it more profitable to **innovate in dirty technologies today**.

L'Innovation Verte (3)

“Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry.” de Aghion, Dechezleprêtre, Hémous, Martin et Van Reenen (2016).

Evidence of Path-Dependence (ADHMOV):

- Use data on **automobile industry** to illustrate it:
- World Patent Statistical Database (PATSTAT) at European Patent Office (EPO)
 - All patents filed in 80 patent offices in world (focus from 1965, but goes further back for some countries).
- Extracted all patents pertaining to "**clean**" and "**dirty**" **technologies in the automotive industry** (Table 1 over follows OECD IPC definition)
- Tracked applicants and extracted all their patents. Created unique HAN firm identifier.
- 4.5 millions patents filed 1965-2005.

L'Innovation Verte (4)

“Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry.” de Aghion, Dechezleprêtre, Hémous, Martin et Van Reenen (2016).

Evidence of Path-Dependence (ADHMV):

- International Patent Classes (IPC).

Description	IPC code
Electric vehicles	
Electric propulsion with power supplied within the vehicle	B60L 11
Electric devices on electrically-propelled vehicles for safety purposes: Monitoring operating variables, e.g. speed, deceleration, power consumption	B60L 3
Methods, circuits, or devices for controlling the traction- motor speed of electrically-propelled vehicles	B60L 15
Arrangement or mounting of electrical propulsion units	B60K 1
Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function / including control of electric propulsion units, e.g. motors or generators / including control of energy storage means / for electrical energy, e.g. batteries or capacitors	B60W 10/08, 24, 26
Hybrid vehicles	
Arrangement or mounting of plural diverse prime-movers for mutual or common propulsion, e.g. hybrid propulsion systems comprising electric motors and internal combustion engines	B60K 6
Control systems specially adapted for hybrid vehicles, i.e. vehicles having two or more prime movers of more than one type, e.g. electrical and internal combustion motors, all used for propulsion of the vehicle	B60W 20
Regenerative braking	
Dynamic electric regenerative braking	B60L 7/1
Braking by supplying regenerated power to the prime mover of vehicles comprising engine -driven generators	B60L 7/20
Fuel cells	
Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function; including control of fuel cells	B60W 10/28
Electric propulsion with power supplied within the vehicle - using power supplied from primary cells, secondary cells, or fuel cells	B60L 11/18
Fuel cells: Manufacture thereof	H01M 8
Combustion engines	
Combustion engines	F02 (excl. C/G/ K)

“Clean”

“Dirty”

L'Innovation Verte (5)

“Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry.” de Aghion, Dechezleprêtre, Hémous, Martin et Van Reenen (2016).

Data:

- Since **patent values are very heterogeneous** (Pakes, 1983) main outcome is “triadic” patents filed at all 3 main patent offices: USPTO, EPO & JPO
 - **Screens out low value patents.**
- Over 1978-2005:
 - 18,652 patents in “**dirty**” **technologies** (related to regular **internal combustion engine**);
 - 6,419 patents in “**clean**” **technologies** (**electric vehicles, hybrid vehicles, fuel cells,...**);
 - 3,423 distinct patent holders (2,427 firms & 996 individuals).

L'Innovation Verte (6)

“Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry.” de Aghion, Dechezleprêtre, Hémous, Martin et Van Reenen (2016).

Estimation:

Number of clean triadic patents by firm i in year t

Clean and dirty spillovers

$$PAT_{CLEAN,it} = \exp(\beta_{C,P} \ln FP_{it} + \beta_{C,1} \ln SPILL_{C,it} + \beta_{C,2} \ln SPILL_{D,it})$$

$$+ \beta_{C,3} \ln K_{C,it} + \beta_{C,4} \ln K_{D,it}$$

$$+ \beta_{C,w} w_{it} + \ln \eta_{C,i} + T_{C,t} + u_{C,it}$$

Other controls
(GDP,
GDP/capita,
other policies)

Firm fixed
effect

Time
dummies

Random error

L'Innovation Verte (7)

“Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry.” de Aghion, Dechezleprêtre, Hémous, Martin et Van Reenen (2016).

Main Results:

	Clean	Dirty
Fuel Price	0.886**	-0.644***
ln(FP)	(0.362)	(0.143)
Clean Spillover	0.266***	-0.058
SPILL _C	(0.087)	(0.066)
Dirty Spillover	-0.160*	0.114
SPILL _D	(0.097)	(0.081)
Own Stock Clean	0.303***	0.016
K _C	(0.026)	(0.026)
Own Stock Dirty	0.139***	0.542***
K _D	(0.017)	(0.020)
#Observations	68,240	68,240
#Units (Firms and individuals)	3,412	3,412

Notes: Estimation by Conditional fixed effects (CFX), all regressions include GDP, GDP per capita & time dummies. SEs clustered by unit.

L'Innovation Verte (8)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Back to Basic AABH Framework:

- Path dependence justifies **(prompt) government intervention**.
- Under **laissez-faire**, firms that have innovated "dirty" in the past will **continue to do so** in the future.
- Hence government can improve welfare and avoid an environmental disaster by "redirecting" technical **change**.

L'Innovation Verte (9)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Two Externalities:

- **Environmental** externality.
- **Knowledge** externality (path-dependence).

L'Innovation Verte (10)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

- Use **several instruments**, not just the carbon tax.
- **Act promptly**, even under Nordhaus' discount rate.

L'Innovation Verte (10)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

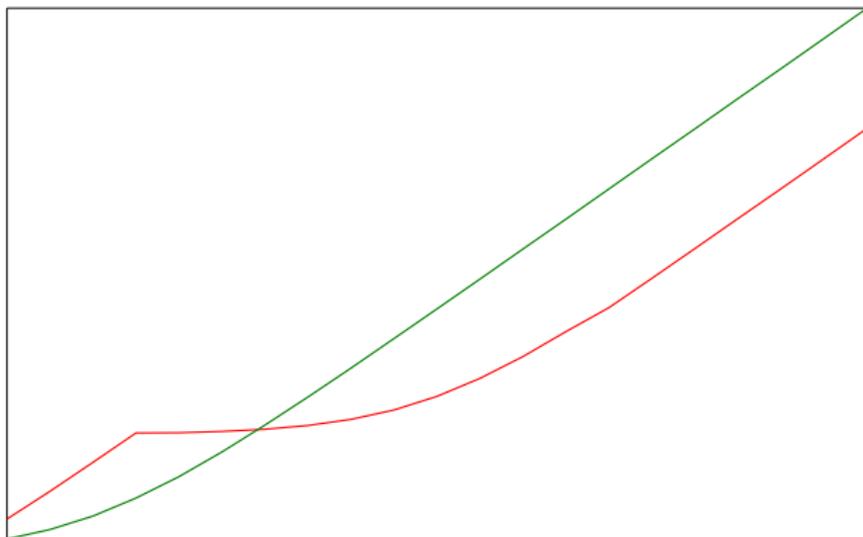
Policy Implications – Act Now:

Discount rate	1%	1.5%
Lost consumption, delay of 10 years	5.99%	2.31%
Lost consumption, delay of 20 years	8.31%	2.36%

L'Innovation Verte (11)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Policy Implications – Act Now:



L'Innovation Verte (8)

“The Environment and Directed Technical Change” de Acemoglu, Aghion, Bursztyn et Hémous (2012).

Policy Implications – Two Instruments:

- Using **one instrument instead of two**, when discount rate of 1 percent, leads to a consumption loss of 1.33 percent...
- ...or to a carbon tax **15 times higher** during first five years and 12 times higher during following five years.

Discount rate	1%	1.5%
Lost consumption	1.33%	1.55%

Directed Technical Change and Energy in Production: Finding the Ideal Climate Policy Mix to Decarbonize Production

Corentin Laffitte

PSE Master Thesis, 2022

Innovation Verte et Transition Énergétique (1)

“Directed Technical Change and Energy in Production: Finding the Ideal Climate Policy Mix to Decarbonize Production” de Laffitte (2022).

Kaya Decomposition:

- CO2 emissions can be decomposed in four terms that the policy maker should bear in mind:
 - **Carbon intensity** of energy;
 - **Energy intensity** of production;
 - **Economic development**;
 - **Population** size.

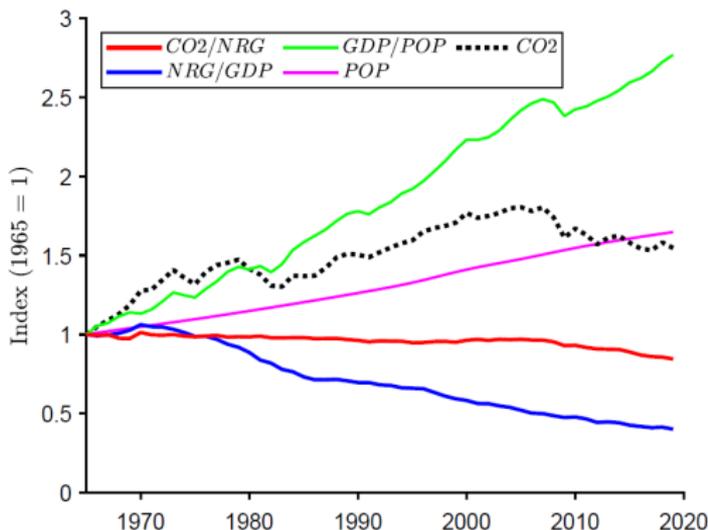
$$CO2 = \frac{CO2}{NRG} \times \frac{NRG}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$$

Innovation Verte et Transition Énergétique (2)

“Directed Technical Change and Energy in Production: Finding the Ideal Climate Policy Mix to Decarbonize Production” de Laffitte (2022).

Kaya Decomposition – USA:

- Emissions increased over time because improvement in **energy decarbonation** and **energy efficiency** did **not compensate for economic growth**.

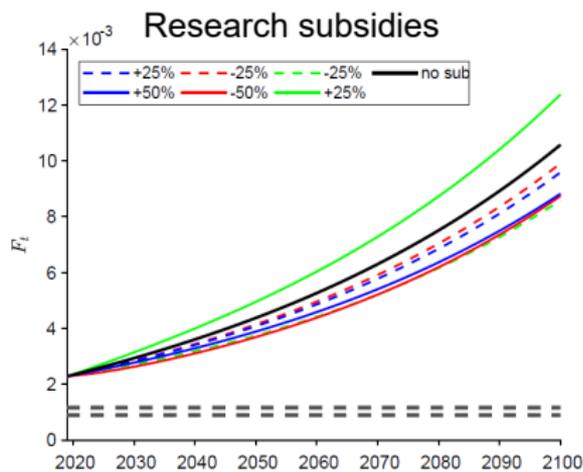
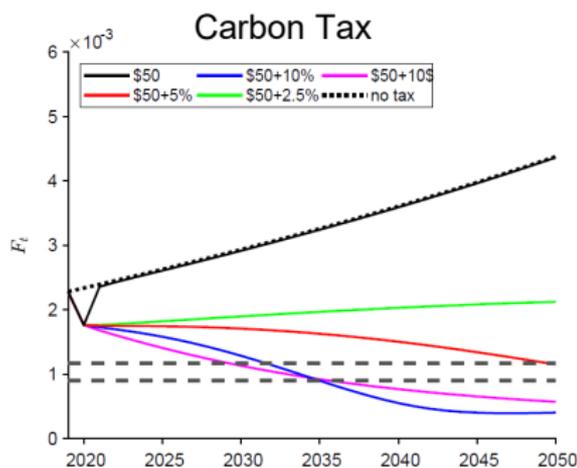


Innovation Verte et Transition Énergétique (3)

“Directed Technical Change and Energy in Production: Finding the Ideal Climate Policy Mix to Decarbonize Production” de Laffitte (2022).

Only Carbon Tax Can Reduce Carbon Emissions:

- Carbon tax is **absolutely necessary** as it is the only policy that can **reduce fossil energy consumption** from its current level.



Innovation Verte et Transition Énergétique (4)

“Directed Technical Change and Energy in Production: Finding the Ideal Climate Policy Mix to Decarbonize Production” de Laffitte (2022).

Policy Implications:

- Implementing a carbon tax along with green subsidies (research and production costs) both **increases the speed of transition** and **decreases the transition costs**.
- **Problem:** energy decarbonation and energy efficiency objectives **may conflict** as the latter **reduces the demand for green energy** that needs to be developed.
- **Holistic approach:** energy decarbonation and energy efficiency objectives **should not be managed by separate policy entities** as they tend to work against each other in the short-run.

B) Transition Énergétique

Climate Change, Directed Innovation, and Energy Transition: The Long-Run Consequences of the Shale Gas Revolution

Daron Acemoglu, Philippe Aghion, Lint Barrage
et David Hémous

Working Paper, 2019

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (1)

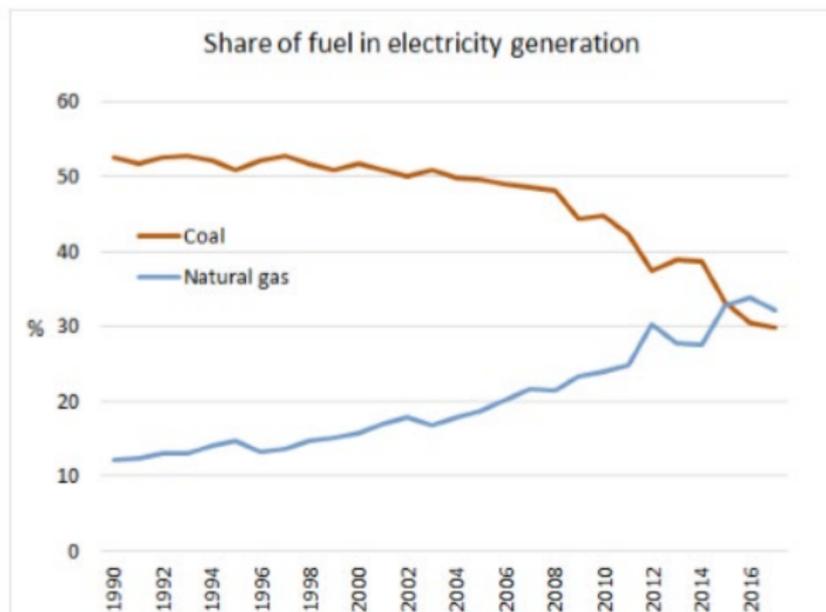
“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

- Introduce an **intermediate** source of energy (e.g. shale gas).
- Should we **subsidize production and research** in that intermediate source?

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (2)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Rise of Gas:



Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (3)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Objective of the Paper:

- Analyze effects of an **exogenous improvement in extraction technology for gas** (shale gas boom) on **aggregate pollution** in short run and long run.

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (4)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Short-Run Effects:

- Absent innovation (short-run), there are **two opposite effects** of shale gas boom:
 - **Substitution** effect;
 - **Scale** effect.
- Substitution effect **dominates** if gas is sufficiently cleaner than coal.

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (5)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

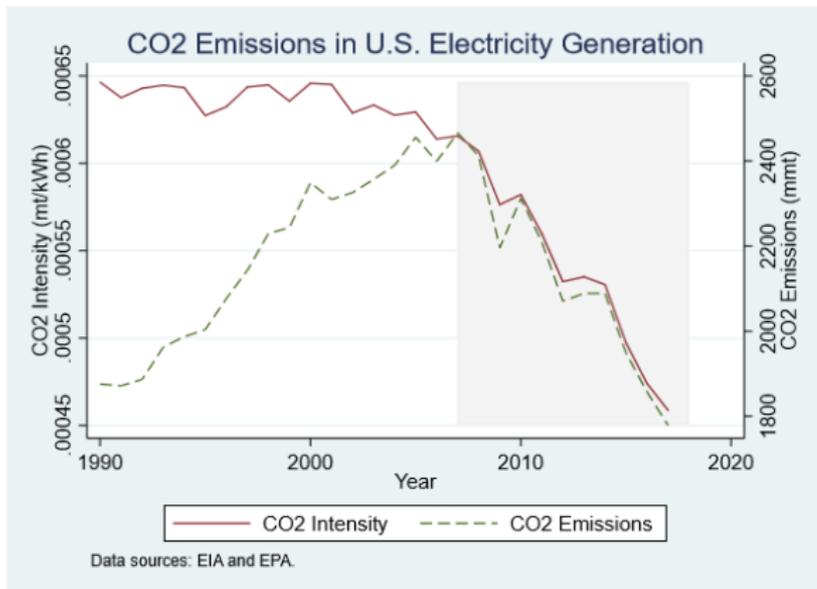
Short-Run Impact Estimates:

Total Effects of Improved Shale Extraction Technology B_{50}			
	% Δ Emiss.	% Δ Energy	% Δ CO ₂
	Intensity	Consumption	Emissions
Baseline Parameters			
+10% Increase in B_{50}	-16.7%	+5.5%	-12.1%
+50% Increase in B_{50}	-21.0%	+9.6%	-13.4%

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (6)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Emissions and Emissions Intensity:



Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (7)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

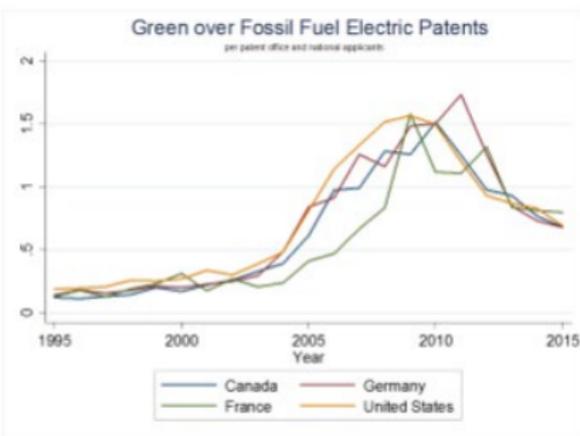
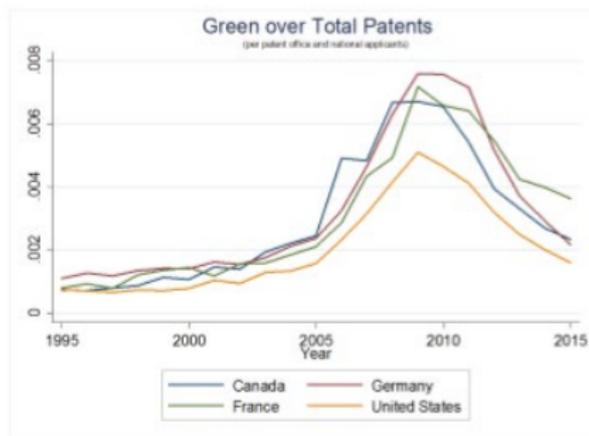
Long-Run Effects:

- Assume **endogenous innovation** on power plant technologies.
- Shale gas boom **directs innovation** away from both, coal and clean production technologies into gas production technologies.
- In the long-run, it may **move the economy** from a path with declining CO2 emissions **to a path with increasing CO2 emissions**.

Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (8)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Long-Run Effects:

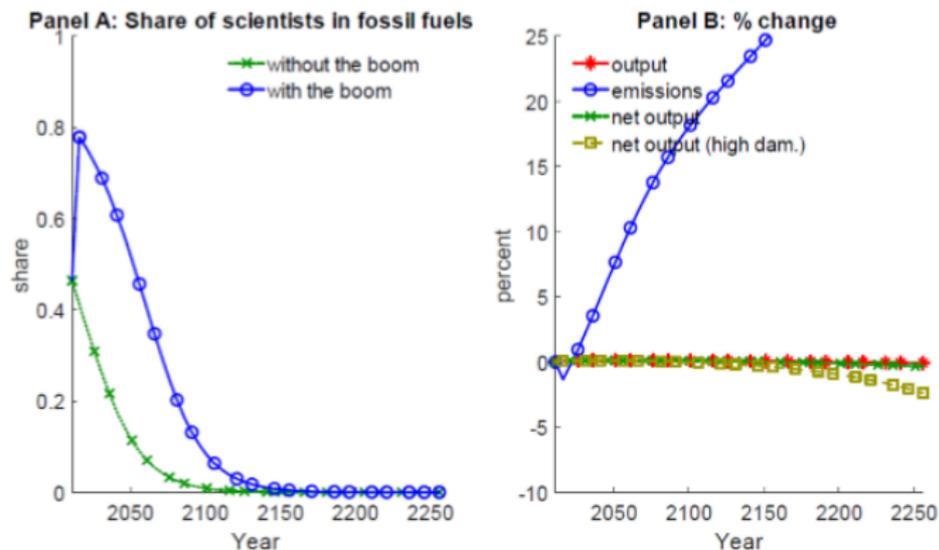


Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (9)

“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Laissez-faire Results (constant extraction technology):

- Effect of one-time 50% increase in gas extraction technology B_{st} .



Transition Énergétique – Shale Gas Revolution (10)

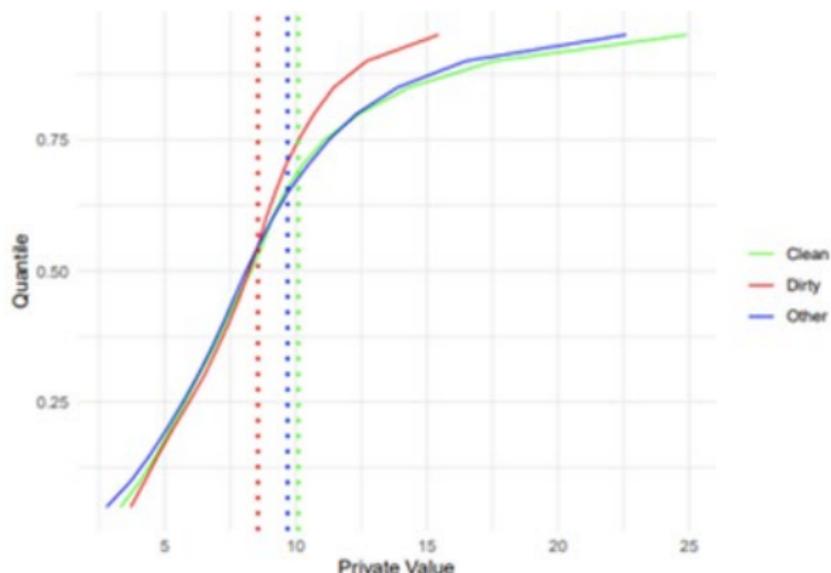
“Climate change, directed innovation, and energy transition: The long-run consequences of the shale gas revolution.” de Acemoglu, Aghion, Barrage et Hémous (2019).

Policy Implication:

- Combine **pro-intermediate energy policy** (shale gas boom) with **subsidies to green innovation**.

Transition Énergétique (1)

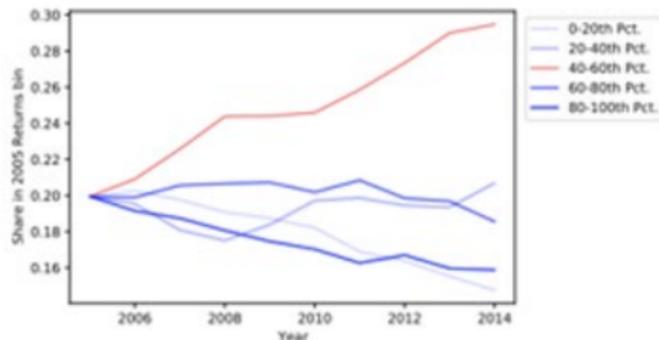
Figure 4: Private Value dispersion



Notes: Distributions of private value for Clean, Dirty and Other. Y-axis shows percentiles (in 5 percentage point steps) of each distribution. X-axis corresponds to the private value at each quantile in millions of CPI-adjusted 1982 US dollars. Vertical lines show the average value for each group.

Transition Énergétique (2)

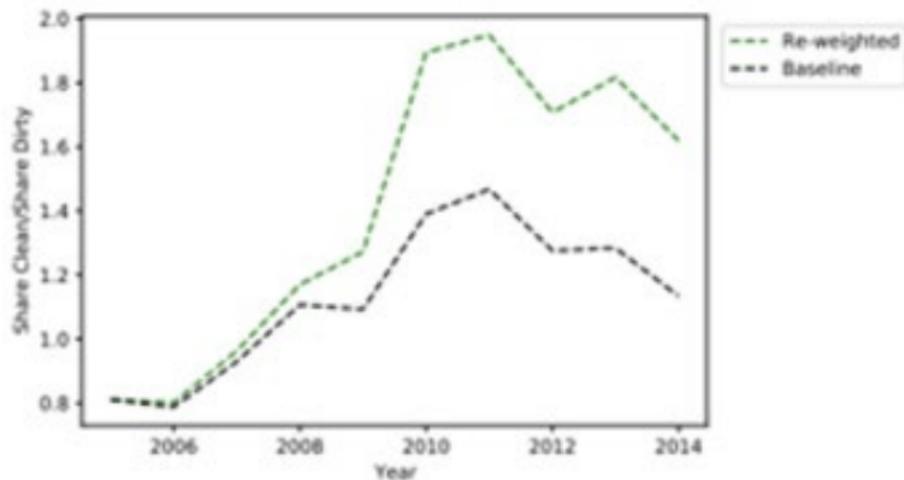
Figure 8: Trends in returns distribution for all innovations



Notes: Shows the dynamics in the overall returns distribution. We define 5 quintile bins of equal size based on the 2005 adjusted returns distribution. Then we use the bin edges to assign post-2005 innovations into these 5 bins. The y-axis shows the share of innovations that belong to each of the 2005 quintile bins.

Transition Énergétique (3)

(a) Relative Share Clean



Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?

Philippe Aghion, Roland Bénabou, Ralf Martin
et Alexandra Roulet

NBER Working Paper, 2020

Transition Énergétique – The Role of Civil Society (1)

“Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?” de Aghion, Bénabou, Martin et Roulet (2020).

Competition and Social Values:

- Above analysis suggests a role for the State in directing firms' production and innovation
- **Question:** Is there also a role for “Civil Society”?

Transition Énergétique – The Role of Civil Society (2)

“Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?” de Aghion, Bénabou, Martin et Roulet (2020).

More Competition:

- **Scale effect:** it increases output, thereby **increasing emissions** (« Chinese » effect);
- **Innovation effect:** if consumers value the environment, then more competition induces **more green innovation**, thereby **reducing emissions**.

Transition Énergétique – The Role of Civil Society (3)

“Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?” de Aghion, Bénabou, Martin et Roulet (2020).

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	Log (1+#clean)- Log (1+#dirty)			
Values	0.170*** (0.0397)	0.229*** (0.0500)	0.233*** (0.0524)	0.594*** (0.144)
Competition	0.189*** (0.0614)	0.161*** (0.0605)	0.325** (0.139)	-0.0223 (0.0305)
ValuesXCompetition	0.109*** (0.0370)	0.0703*** (0.0234)	0.0875*** (0.0231)	0.0620** (0.0243)
Log fuel price	0.766*** (0.235)	0.601** (0.244)	0.151 (0.236)	0.856 (0.663)
Competition measure	OECD	OECD	World Bank	Lerner
Values measure	Higher tax	Index	Higher tax	Higher tax
Observations	17,124	17,124	17,124	2,706
R-squared	0.121	0.122	0.121	0.199
Number of xbvdid	8,562	8,562	8,562	1,854

Transition Énergétique – The Role of Civil Society (4)

“Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?” de Aghion, Bénabou, Martin et Roulet (2020).

Policy Implication:

- **Complementarity** between **competition policy** and **“education” policy** (positive coefficients in the red rectangle).

Transition Énergétique – The Role of Civil Society (5)

“Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?” de Aghion, Bénabou, Martin et Roulet (2020).

Conclusion:

- Innovation-based climate models suggest that **action must be taken urgently...**
- There are **short-run growth costs of redirecting firms innovation** towards green technologies.
- **Multiple instruments besides carbon price** which is central:
 - Investment in **green innovation**;
 - **Intermediate** sources of energy;
 - **Competition** policy;
 - **Education** policy;
 - **Structural change.**

Magic Triangle

