Growing and Slowing Down Like China

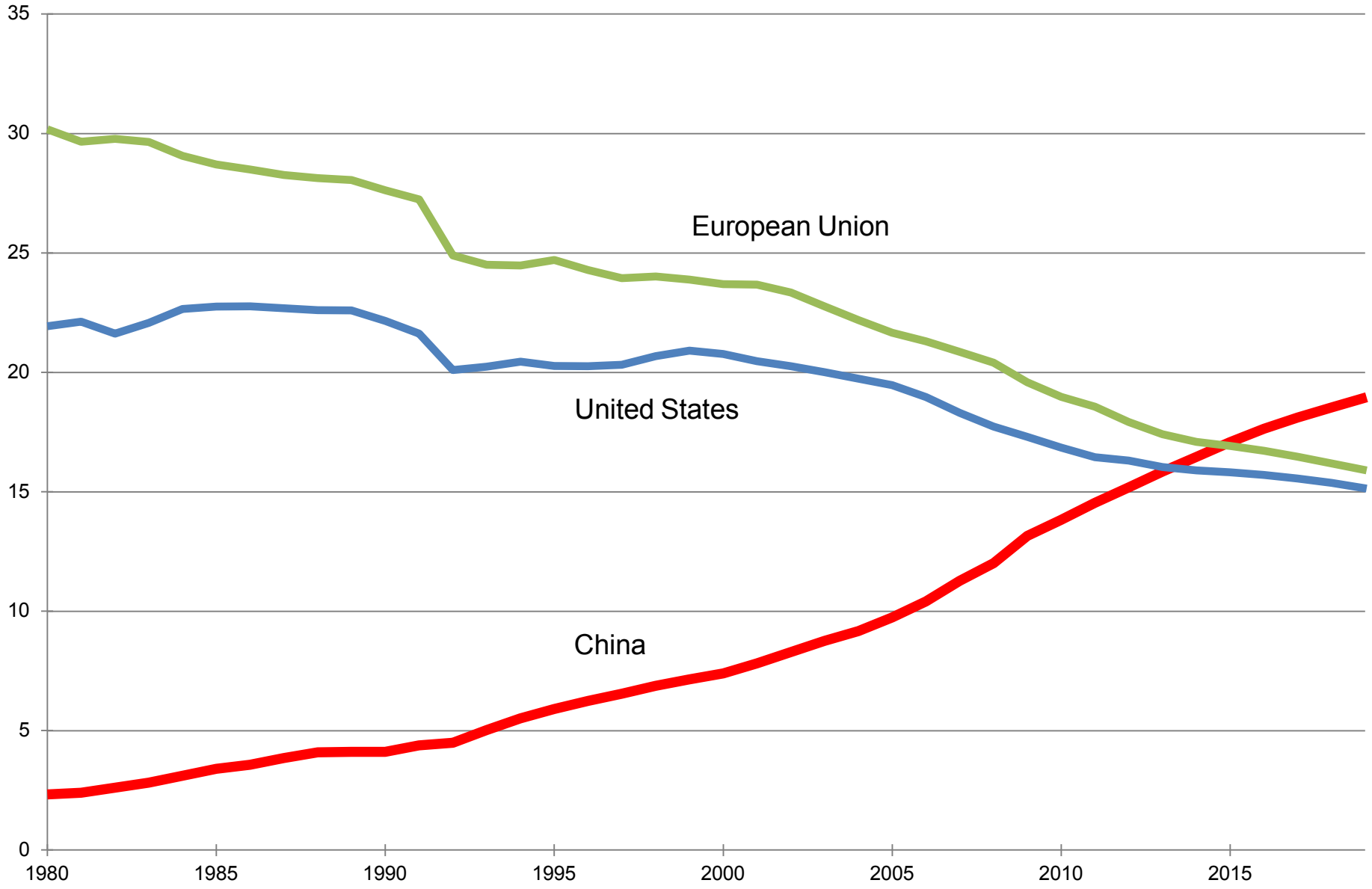
Fabrizio Zilibotti

University of Zurich

EEA 31st Annual Congress – Presidential Address

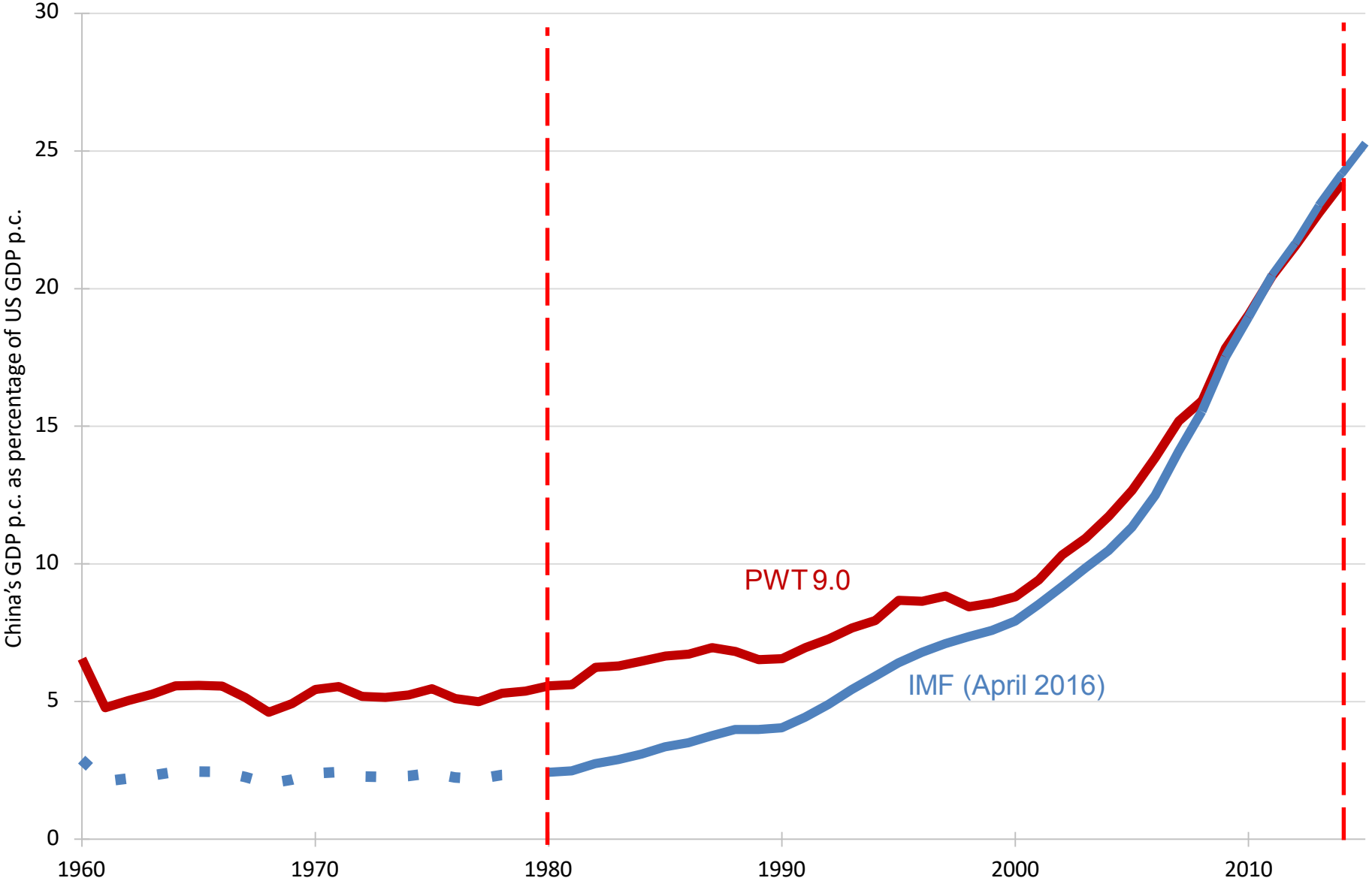
Geneva, August 24, 2016

Share of World GDP (%)



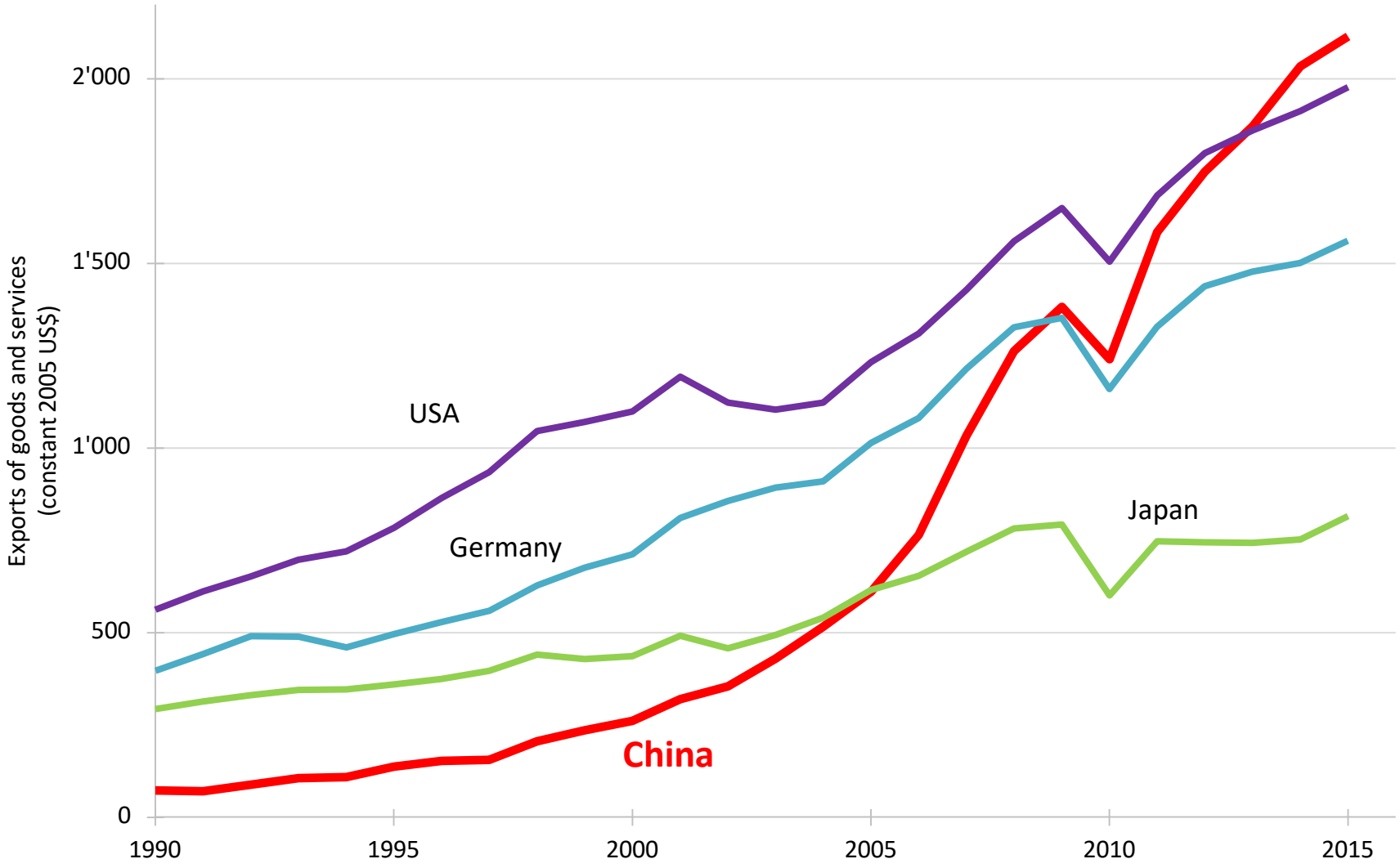
Source: IMF, World Economic Outlook Database, April 2016

GDP p.c. of China as a percentage of the GDP p.c. of the US



Source: Penn World Tables 9.0, IMF (April 2016)

Export of goods and services



Source: World Bank World Development Indicators, 2015

Percentage of Chinese Population living in «extreme poverty» condition (<1.90 USD, Daily)

Source: World Bank World Development Indicators, 2014

Hitting the wall?

Convergence accelerated in the first decade of the XXIst Century…

… then slowed down after 2011.

- Annual growth rate was 6.7% in the second quarter 2016
  - OECD forecast is 6.2% in 2017
  - Sharp fall in TFP growth and return to investments
  - Large excess capacity in many sectors (cement, steel, etc.)

More general concern: economies appear to find it hard to continue to grow as they reach 30% of the technology frontier

Presentation outline

1) An analytical framework

- Investment-led vs. Innovation-led growth

  Acemoglu, Aghion & Zilibotti (JEEA 2006)

  König, Lorenz & Zilibotti (TE 2016)

2) Engines of **investment-driven** growth in China

- Communist accumulation under Mao regime
- Reforms and industrial policy under Deng Xiaoping and after
- Reallocation ("Grasp the large, let go of the small one")
- Technology transfer from FDIs
- Local state capacity and crony state capitalism

3) Transition into **innovation-led** growth:

- Towards knowledge-based growth?

Distance to Frontier and Economic Growth

Different engines (and different policies) are more important
at different stages of the development process

Far from Technology Frontier:

- physical investments (machinery, buildings, infrastructures, ...)
- reallocation (urbanization, churning within manufacturing sector, ...)
- technological convergence (imitation, adoption)

Close to Technology Frontier:

- human capital
- innovation

Distance to Frontier and Economic Growth

Appropriate policies:

1) Investment-led growth:

Discriminatory policies, incumbency advantage

- alleviate coordination problems
- overcome credit market and contractual frictions

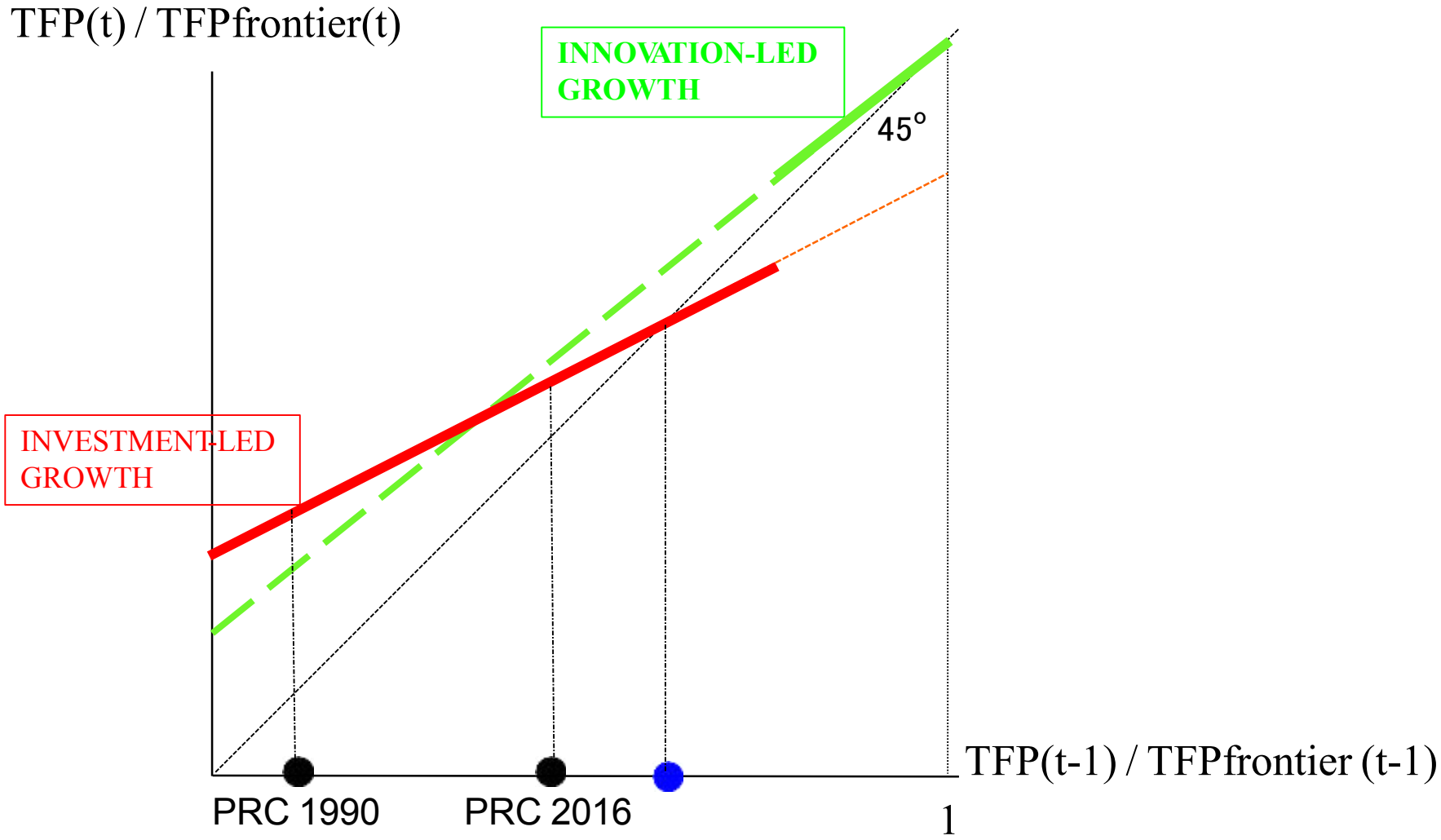
2) Innovation-led growth:

Level playing field competition

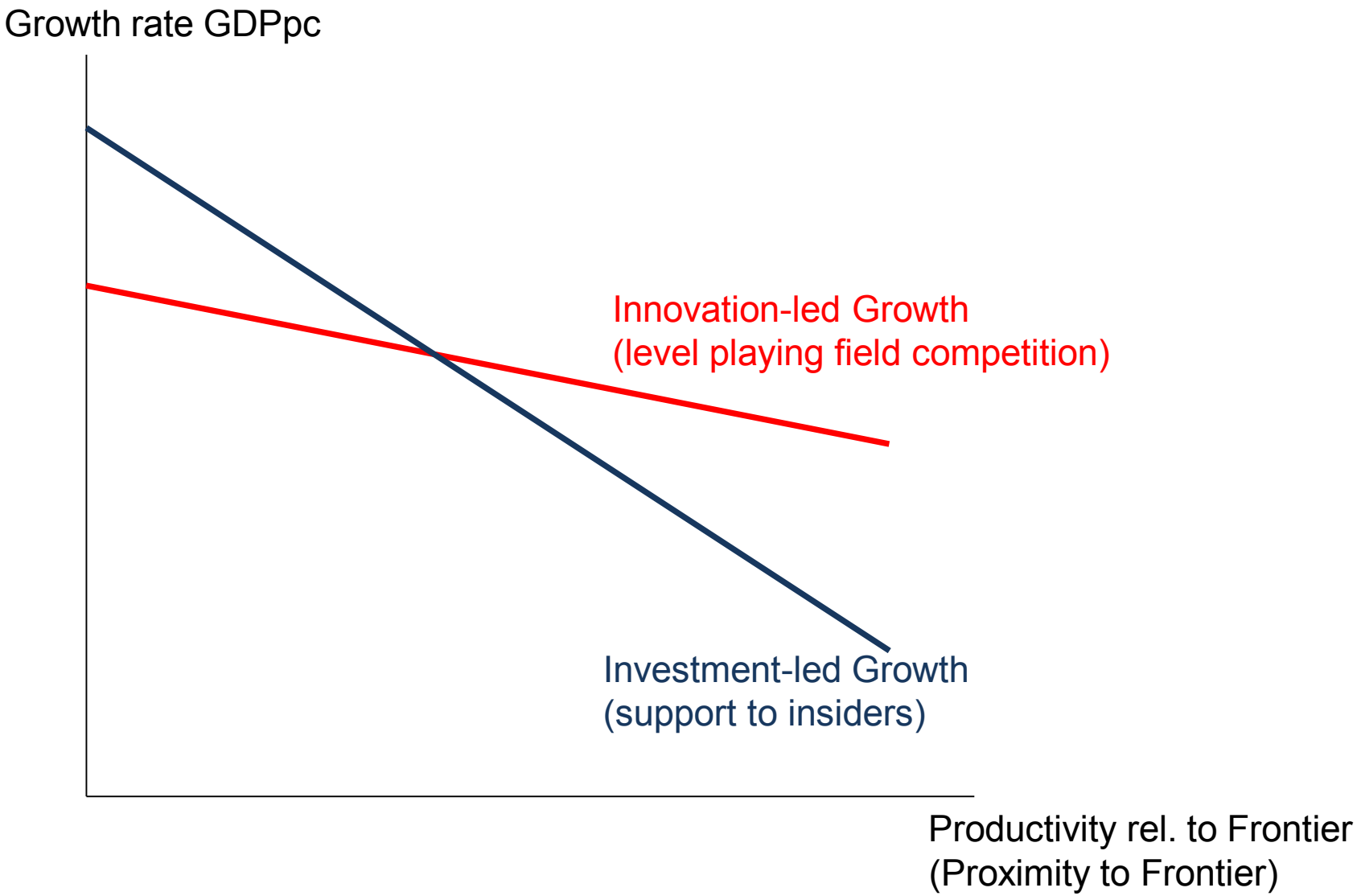
- entry, churning, creative destruction
- financial development (e.g., venture capital), investors protection
- low corruption, good institutions
- political competition

<u>Risk of non-convergence traps when policy does not change</u>

Distance to Frontier and Economic Growth



Distance to Frontier and Economic Growth



Distance to Frontier and Economic Growth

Two measures of «support to insiders»

- barriers to entry (#procedures Starting a Business, WB)
- corruption (Corruption Perception Index, Transparency Intern.)

One measure of innovation-led growth

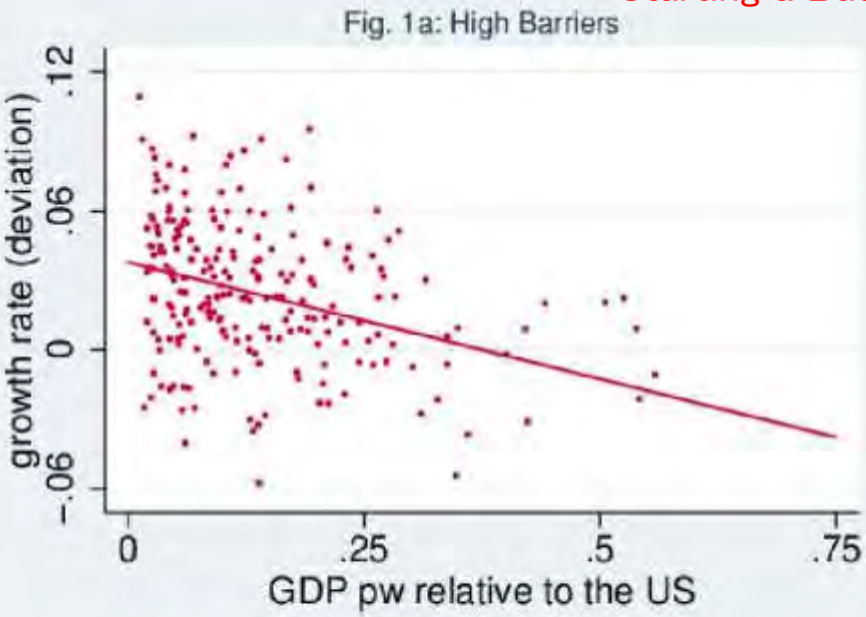
- R&D as percentage of GDP (World Bank)

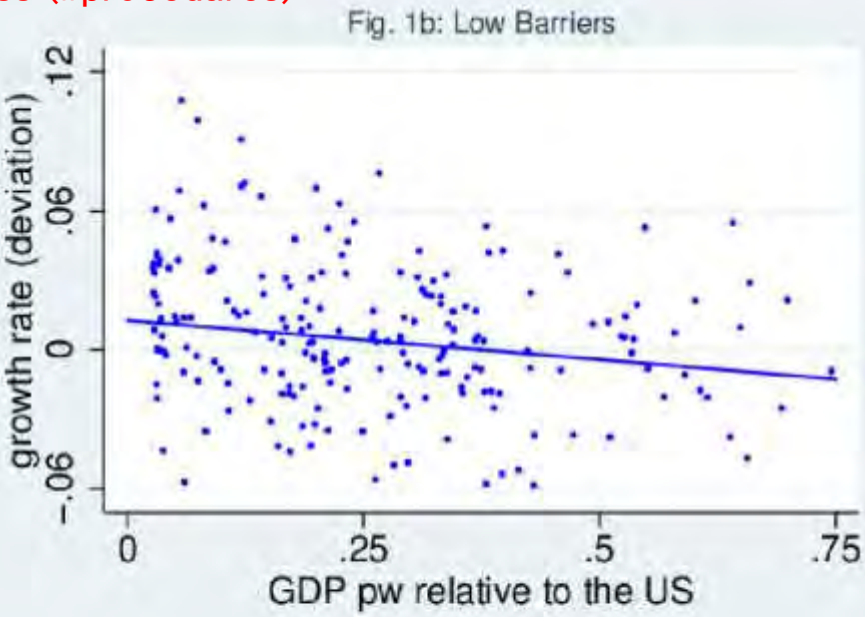
Focus on non-frontier (non-OECD) countries

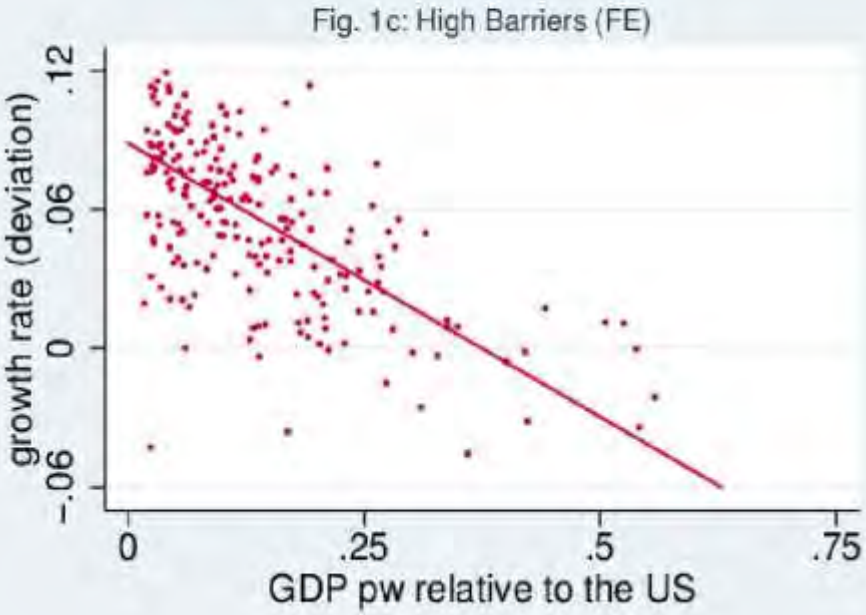
- results robust when OECD countries are included

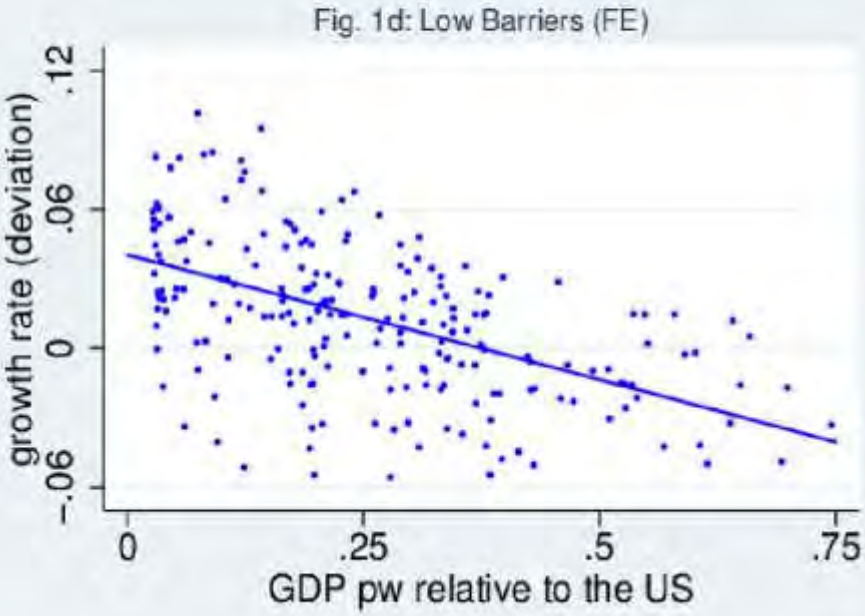
Data 1965-2014

Starting a Business (#procedures)









Corruption

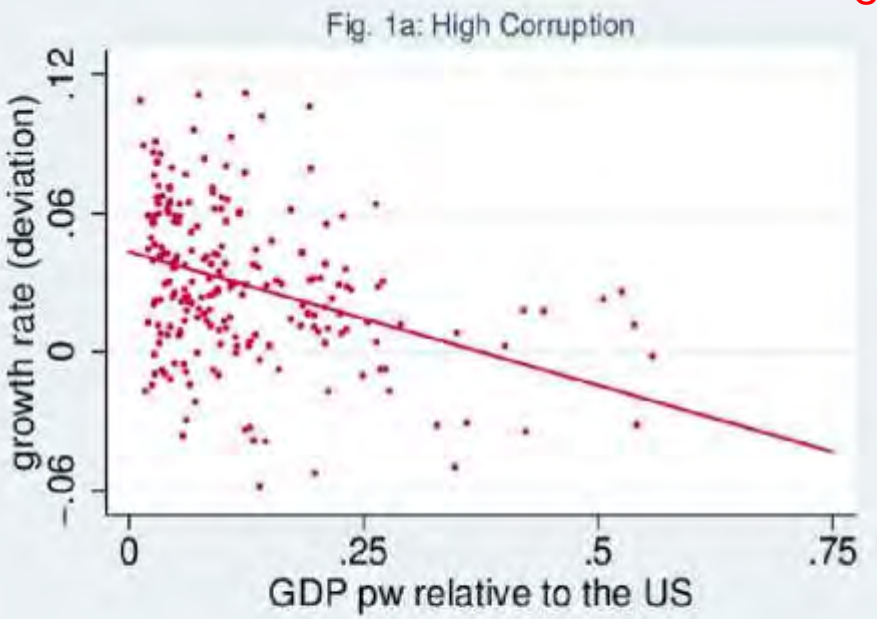


Fig. 1a: High Corruption
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

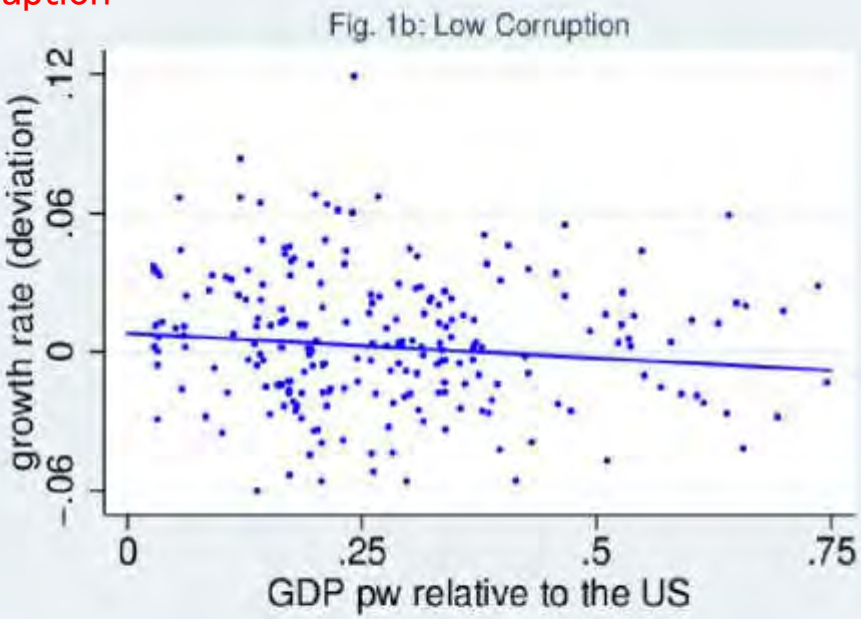


Fig. 1b: Low Corruption
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

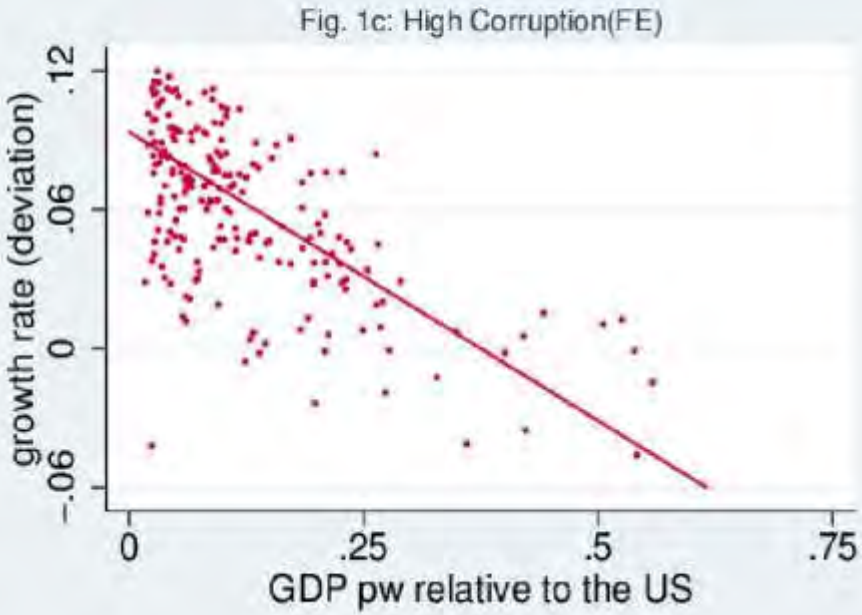


Fig. 1c: High Corruption(FE)
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

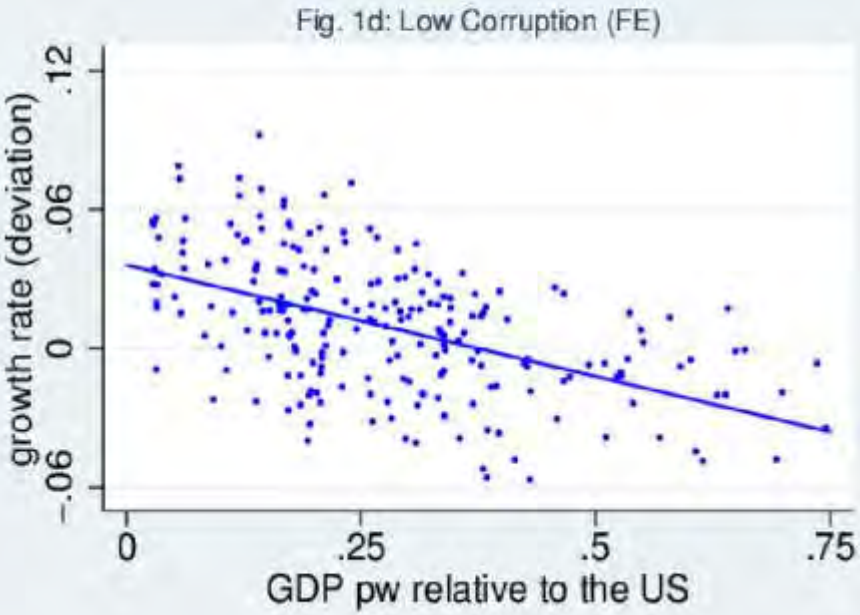


Fig. 1d: Low Corruption (FE)
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

R&D, % of GDP

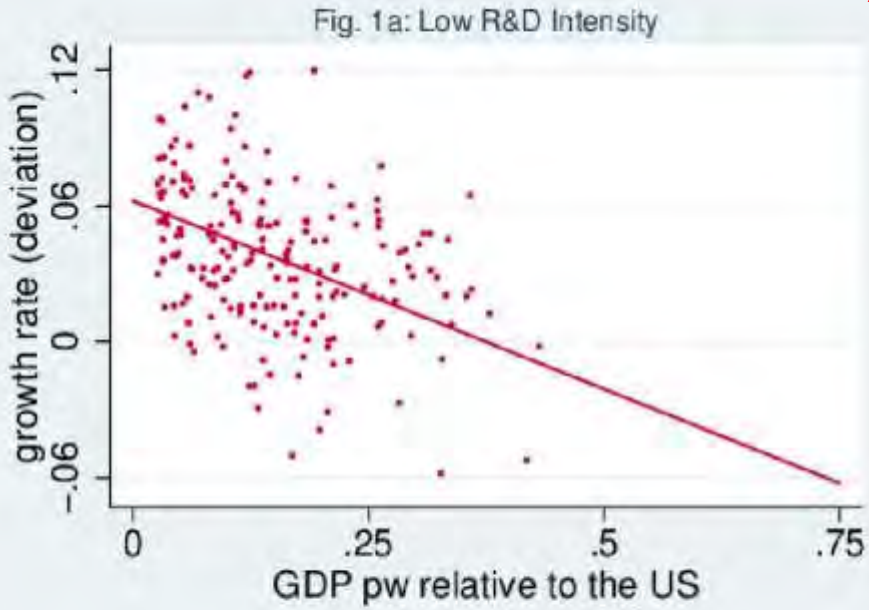


Fig. 1a: Low R&D Intensity
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

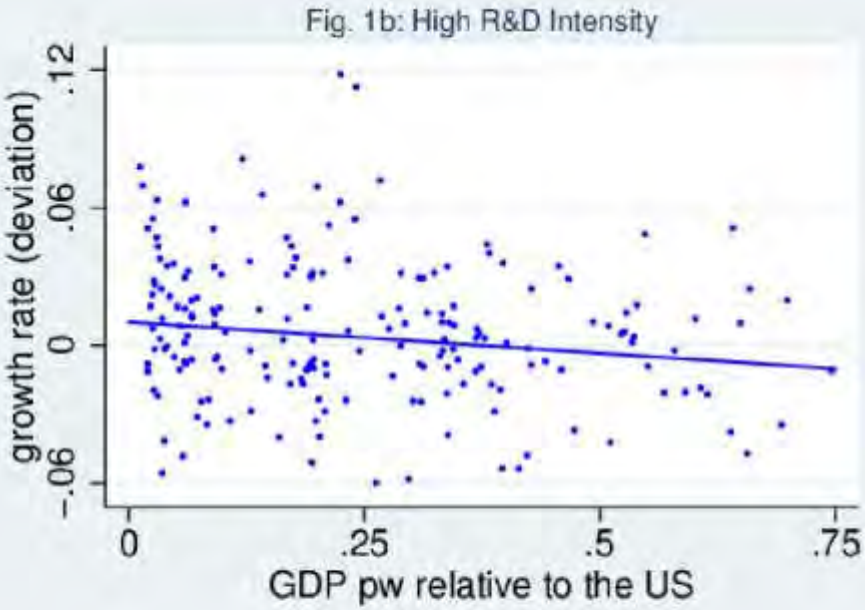


Fig. 1b: High R&D Intensity
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

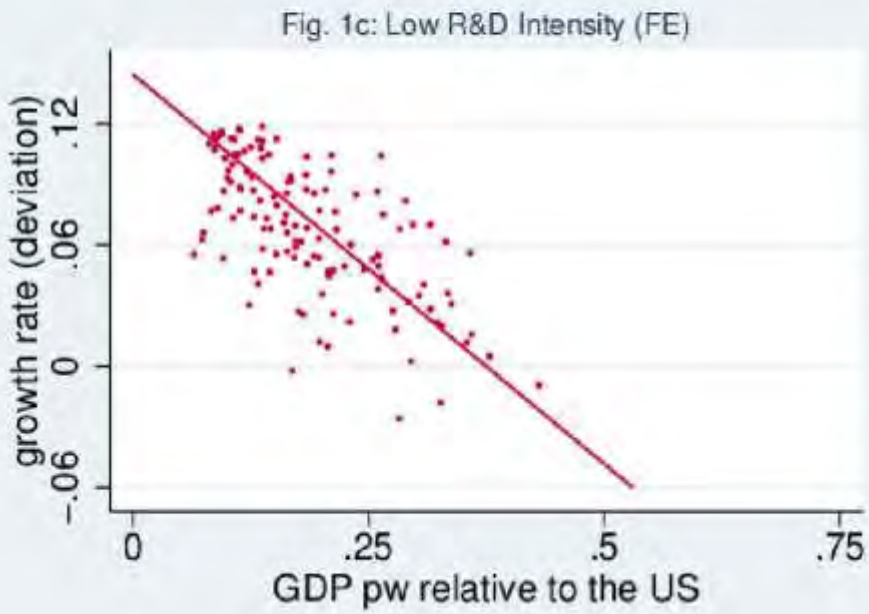


Fig. 1c: Low R&D Intensity (FE)
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

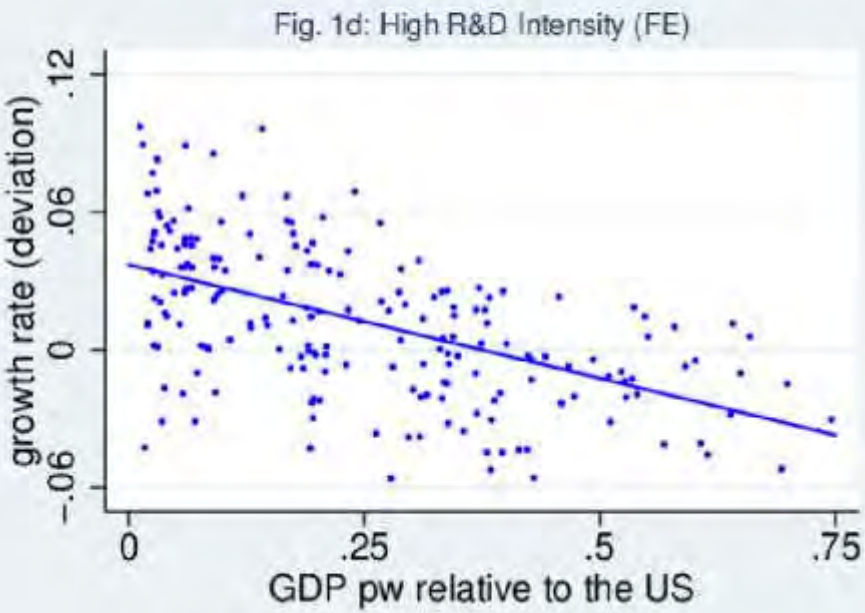


Fig. 1d: High R&D Intensity (FE)
growth rate (deviation)
-.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75
GDP pw relative to the US

Investment-led growth pre and post reform

Chermukhin, Guriev, Golosov & Tsyvinski
"The Economy of People's Republic of China from 1953" (2015)

	Annual Growth Rate	
	1960-1978	1978-2012
Real GDP	5.7%	9.4%
Labor Force	2.5%	1.5%
Labor Share in Agriculture	-1.2%	-2.2%
Capital Stock	7.9%	10.2%
Manufacturing TFP	2.0%	4.4%
Agricultural TFP	2.4%	3.9%
Intersectoral Wedges	-1.8%	-3.7%

Table: Changes in economic indicators, post GLF period and post reform period.

Investment-led growth pre and post reform

Post-reform

- Significant acceleration of TFP growth, especially, non-agricultural
- Faster reduction of the intersectoral wedges
- What explains the change?

Crony capitalism with Chinese characteristics...

- **Strong local state capacity** to overcome the formal barriers (local leaders are in control and can resolve firms' problems)

  -Mr. Zhan, party secretary of Wuhu, to Chery's manager: "*You let me take care of the politics, money and land; you just focus on getting some cars built here*."

- High tolerance for corruption (at least, before Xi…) Incentives for local governments to do the job.

- No level playing field competition within local areas

- Yet, large number of competing local governments
  -Firms can sell local monopoly rents, without blocking competition nationwide

Crony capitalism with Chinese characteristics...

- Question: how far can such a system go?

    -Good at stimulating investments from connected incumbents…

    - Deters churning and innovation-led growth

- The system hinges on tolerance for bribes and corruption

    - Xi's anti-corruption campaign is a threat to its viability

    -Is it leading to a different model or just choking off growth?

Is Chinese growth turning innovation-led?

R&D Expenditure

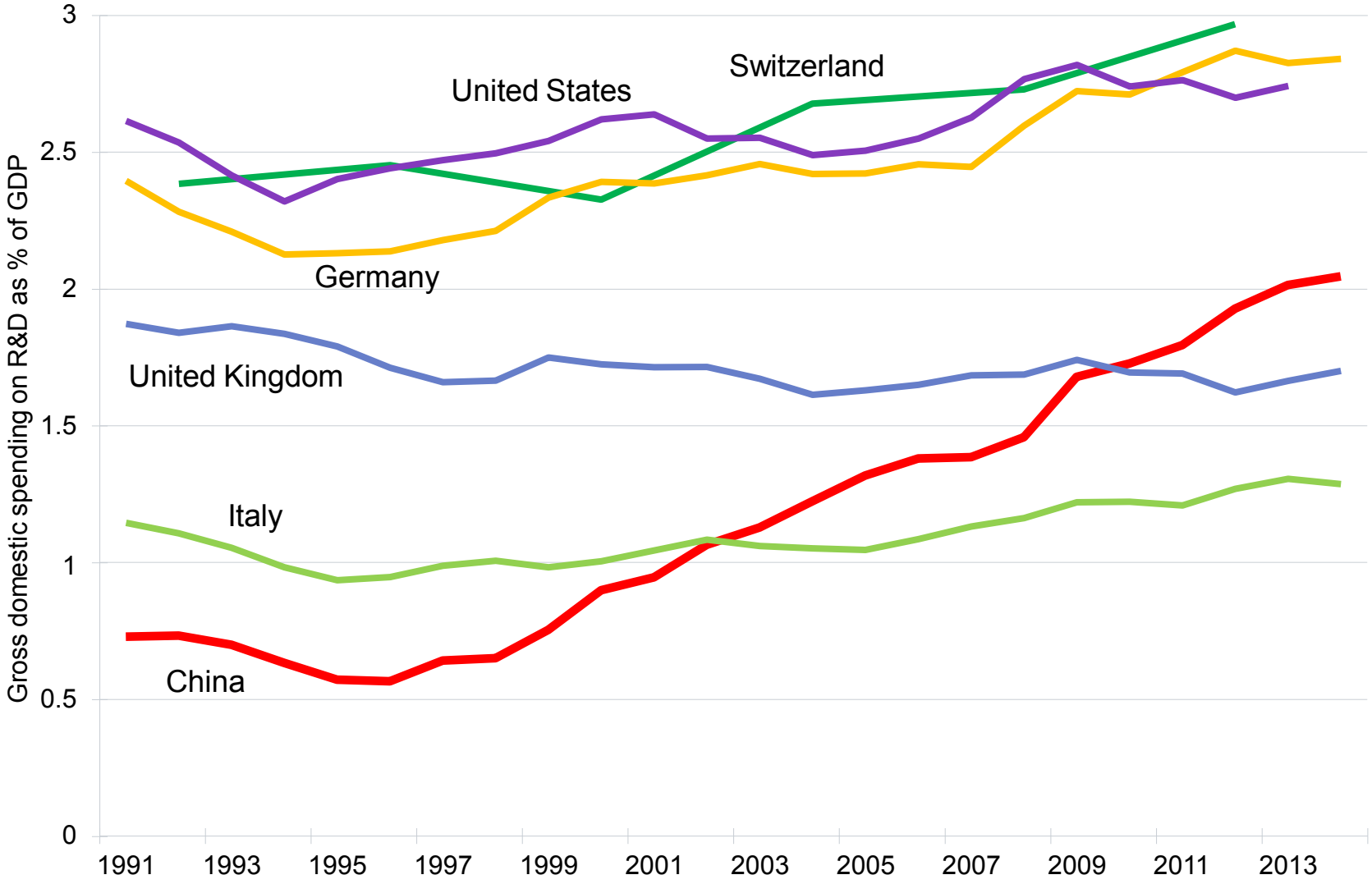
- Emerging economies invest very small shares of their GDP in R&D
  - Argentina 0.7%
  - South Africa 0.9%
  - Russia 1.1%

- Yet... **China 2.1% (up from 0.7% in the 1990s!)**
  - above EU average (1.94%)
  - significantly above UK, Italy, Spain.

- Second largest investor in R&D after the US
  - expected to surpass the US in 2022

-Third highest ranked economy (after the US and Japan) in terms of patents filed under the Patent Cooperation Treaty.

Is Chinese growth turning innovation-led?



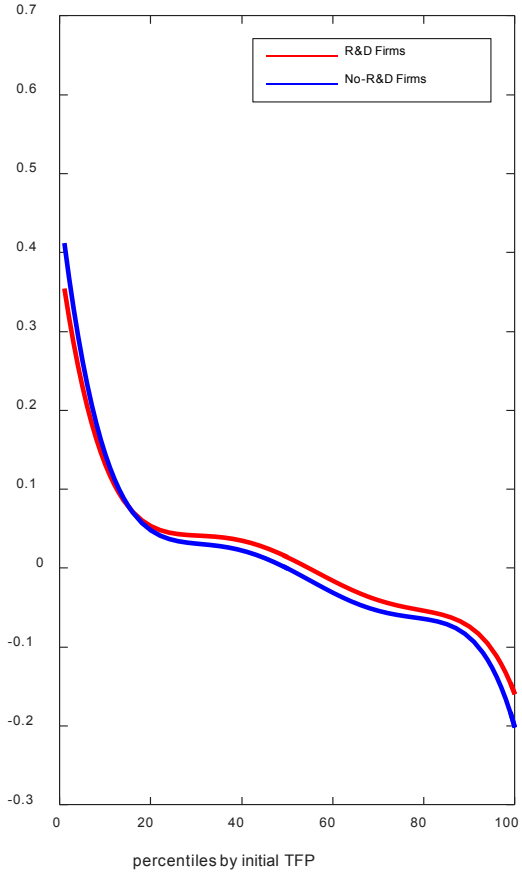
Source: OECD

China 2001-07 vs. Taiwan 1988-93

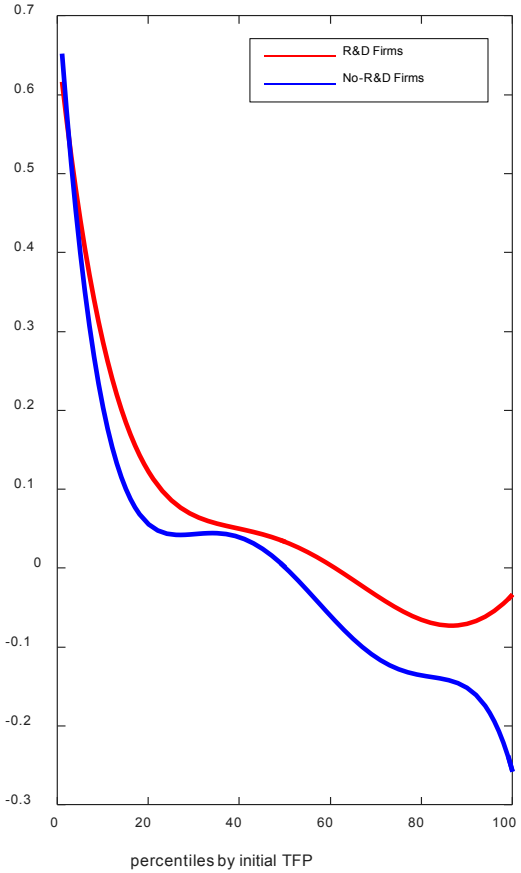
TFP growth is less innovation-driven in China than in Taiwan

… more R&D misallocation in China?

Annual TFP growth



China 2001-07



Taiwan 1988-93

Effect of R&D for top 10% TFP:
China +2.5%
Taiwan + 1.3%

Conclusions

- Growth in China is set to slow down
  - partly physiological (neoclassical convergence…)

- Slowdown may become severe if policies and institutions are not reformed further
  - more financial liberalization and financial development
  - better investors protection (independent judicial system)
  - more level playing field competition
  - less formal barriers

- From investment-driven to innovation-driven growth?
  - human capital accumulation, R&D, tertiarization
  - micro evidence suggests that some transition is under way

- Can China's non-democratic institutions sustain convergence to high income?
  - is Singapore the Chinese dream... can it work in a large country?
  - difficult to contain demands from growing middle-class

RÉGIME SOCIALISTE CHINOIS ET INNOVATION – GÉRARD ROLAND

Pr. Aghion

Innovation en Chine (pros and cons)

- La Chine a des entrepreneurs Schumpéteriens qui font face à des risques politiques pour empêcher le secteur privé d'être puissant (Jack Ma)
- Augmentation forte de la qualité de l'éducation (PISA) et de la recherche (classement des universités) mais talents + limités (éducation traditionnelle qui décourage la créativité)
- Xi Jinping parie sur un système dual → recherche libre en STEM et entièrement contrôlée en sciences sociales, mais manque de liberté global → effets négatifs sur la productivité dans la recherche (culture collectiviste réprouvant la déviation de la conformité (Gorodnichenko & Roland, 2017))

Innovation en Chine (pros and cons)

- Présence de venture capital mais nouvelles firmes privées → accès difficile et lent à la finance. IA (financement public +): seulement 39.2% financé par du capital domestique (China AI index 2020).
- + de rôle du gouvernement dans la recherche mais contraintes budgétaire « douces » qui limitent destruction créatrice: Kornai, 1980, Dewatripont t Maskin, 1995; Qian et Xu, 1998, Dewatripont t Roland, 2000). Firmes du « Troisième Rang » largement en vie encore

Innovation en Chine (pros and cons)

- De nombreux brevets et innovations incrémentales mais peu d'innovations disruptives/de frontière (par rapport à l'Occident)
- Guo et al., 2020: entre 1998 et 2018, sur les nouvelles entités moléculaires dans l'industrie pharmaceutique, aucune découverte en Chine, mais 56% aux Etats-Unis et le reste dans d'autres économies de marché avancées

Innovation en Chine (pros and cons)

- Même dans l'IA où la Chine est au 1er rang en investissement par start-up, la recherche académique est derrière les Etats-Unis. + 93% des packages de software open source utilisés en Chine sont développés aux Etats-Unis.
- Innovations chinoises → imitations et pas à la frontière
- Effets agrégés : des études trouvent de forts effets de mauvaise allocation de la R&D →Hsieh et Klenow (2009), König et al. (2020), Hou (2021), …

Conclusion

- Besoin urgent de comprendre les déterminants de l'innovation dans le système chinois actuel et les comparer aux effets de destruction créatrice Schumpéterienne dans les économies capitalistes. Une analyse comparative économique avancée est nécessaire
- Le Innovation and Competition Act des Etats-Unis devrait aider à cette meilleure compréhension.

Liberté et recherche scientifique : Le cas du Chili

Philippe Aghion

Céline Antonin

David Stomberg

Xueping Sun

Collège de France

I. Motivations

II. Contexte politique

III. Méthode et stratégie empirique

IV. Résultats

I. Motivations

- ***Quel lien peut-être établi entre liberté politique et recherche scientifique ?***

  - Le point de départ de ce projet de recherche est de considérer qu'une liberté politique plus importante aboutit à une recherche scientifique de meilleure qualité, plus fondamentale
  - La libre-circulation des chercheurs ainsi que de leurs idées (à l'intérieur d'un même pays ou entre pays) permet une plus grande productivité scientifique et une meilleure qualité/originalité des articles scientifiques

II. Pourquoi le Chili ? - Contexte politique et historique

- ***Pourquoi le Chili offre-t-il un contexte politique approprié à l'étude de la relation entre liberté politique et recherche scientifique ?***
- Le pays connaît entre 1970 et 1990 des changements politiques majeurs
- **Élections de 1970:** la coalition entre les partis de gauche, nommée ***Unidad Popular***, remporte d'une courte avance les élections. **Salvador Allende** prend la tête du pays avec l'appui des partis centristes.

Salvador Allende durant l'élection présidentielle de 1970

II. Pourquoi le Chili ? - Contexte politique et historique

- **<u>Affaiblissement du pouvoir en place entre 1970 et 1973:</u>**
  - Contexte international de guerre froide (ingérence des Etats-Unis et de l'URSS)
  - Polarisation politique extrême
  - Crise économique et sociale
- Après un putsch raté en juin 1973, un second **putsch** a lieu le **11 septembre 1973**.
- Salvador Allende se suicide lors du siège du Palais de la Moneda. **La junte militaire dissout le Congrès national** et toutes les autres instances démocratiques du pays (conseils municipaux, syndicats, partis politiques etc.).

Bombardement du *Palacio de la Moneda*, siège de la Présidence du Chili, le 11 septembre 1973.

II. Pourquoi le Chili ? - Contexte politique et historique

- **Augusto Pinochet** installe une dictature qui durera jusqu'en 1990
  - **Les libertés individuelles sont drastiquement réduites** (liberté d'expression, liberté de réunion, liberté de circulation etc.)
  - Concernant l'enseignement et la recherche, Pinochet **élimine l'éducation supérieure gratuite** *(Loi organique constitutionnelle de l'enseignement, LOCE)*
- Le retour à la démocratie ne s'effectue qu'en 1990, suite au référendum de 1988

Augusto Pinochet (1973)

III. Méthode et stratégie empirique

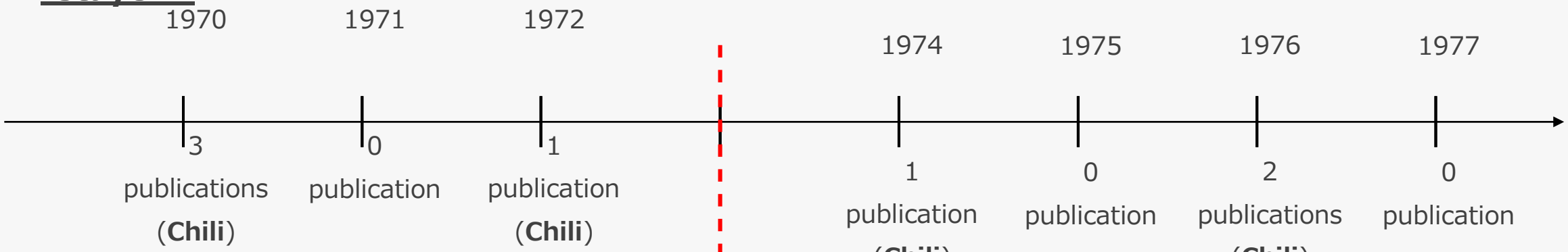
- En considérant le coup d'Etat de 1973 comme un événement exogène et soudain, le cas unique du Chili peut être considéré comme une "expérience quasi-naturelle".
- On compare alors la productivité des chercheurs chiliens avec ceux des autres pays d'Amérique Latine dont la situation politique est stable entre 1973 et 1990 (détermination d'un « groupe contrôle » et d'un « groupe test ») respectivement avant et après le coup d'État.

III. Méthode et stratégie empirique

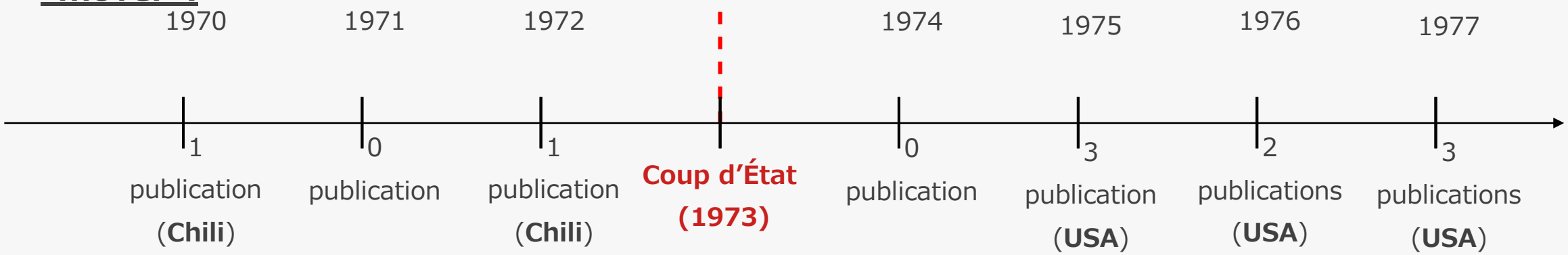
- Données utilisées:
  - Base de données ***Scopus,*** regroupant plus de **80 millions de publications scientifiques** dans de nombreux domaines de recherche (physique, chimie, sociologie, économie, biologie etc.).
  - Chaque publication scientifique est rattachée à une institution et/ou une université, elle même localisée dans un pays.
  - En attribuant un **identifiant unique** à chaque chercheur, il est ainsi possible de recréer leur mobilité entre les pays.

Identifier les flux migratoires en fonction des publications scientifiques

- Exemple d'un chercheur **"stayer":**

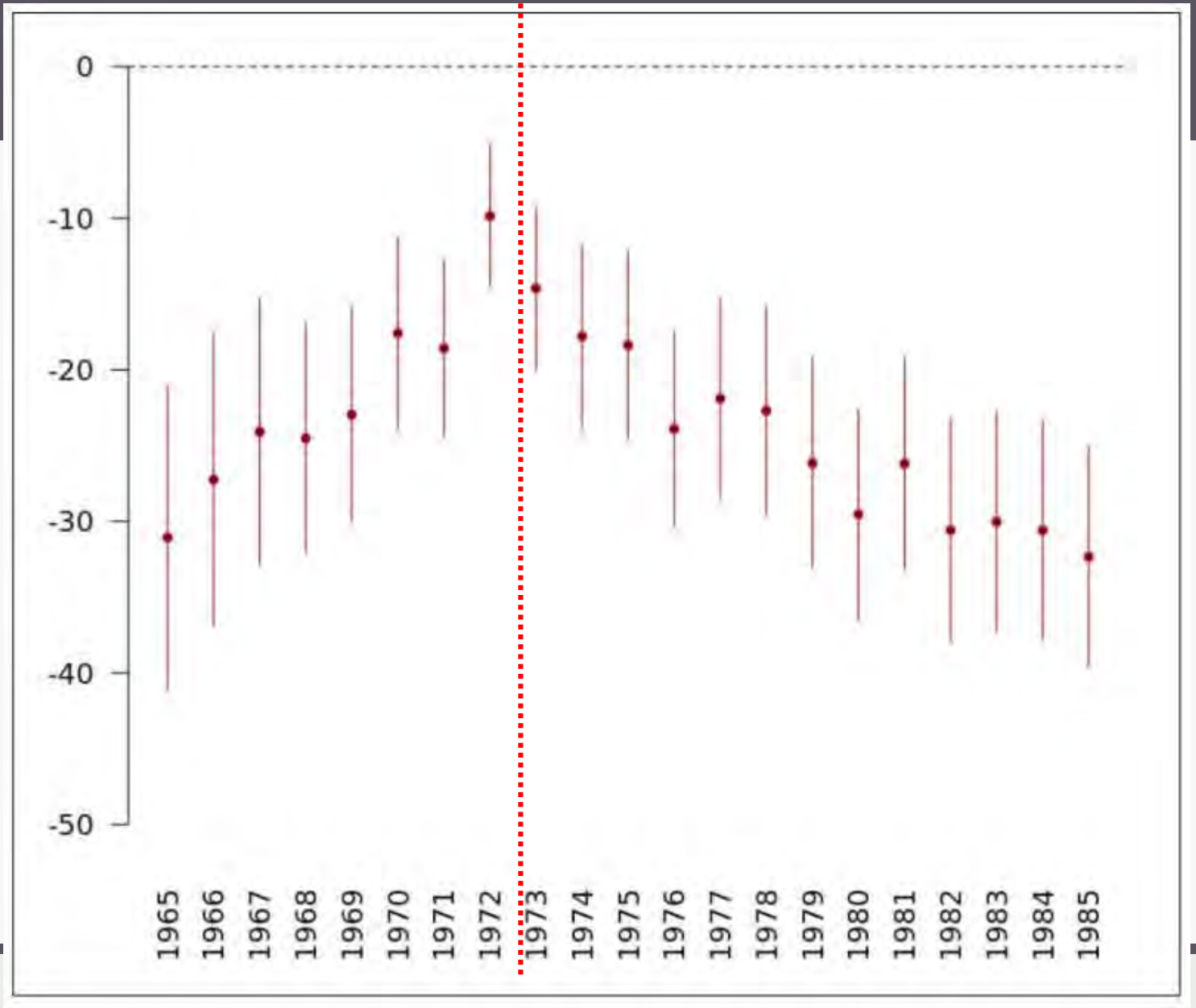


- Exemple d'un chercheur **"mover":**

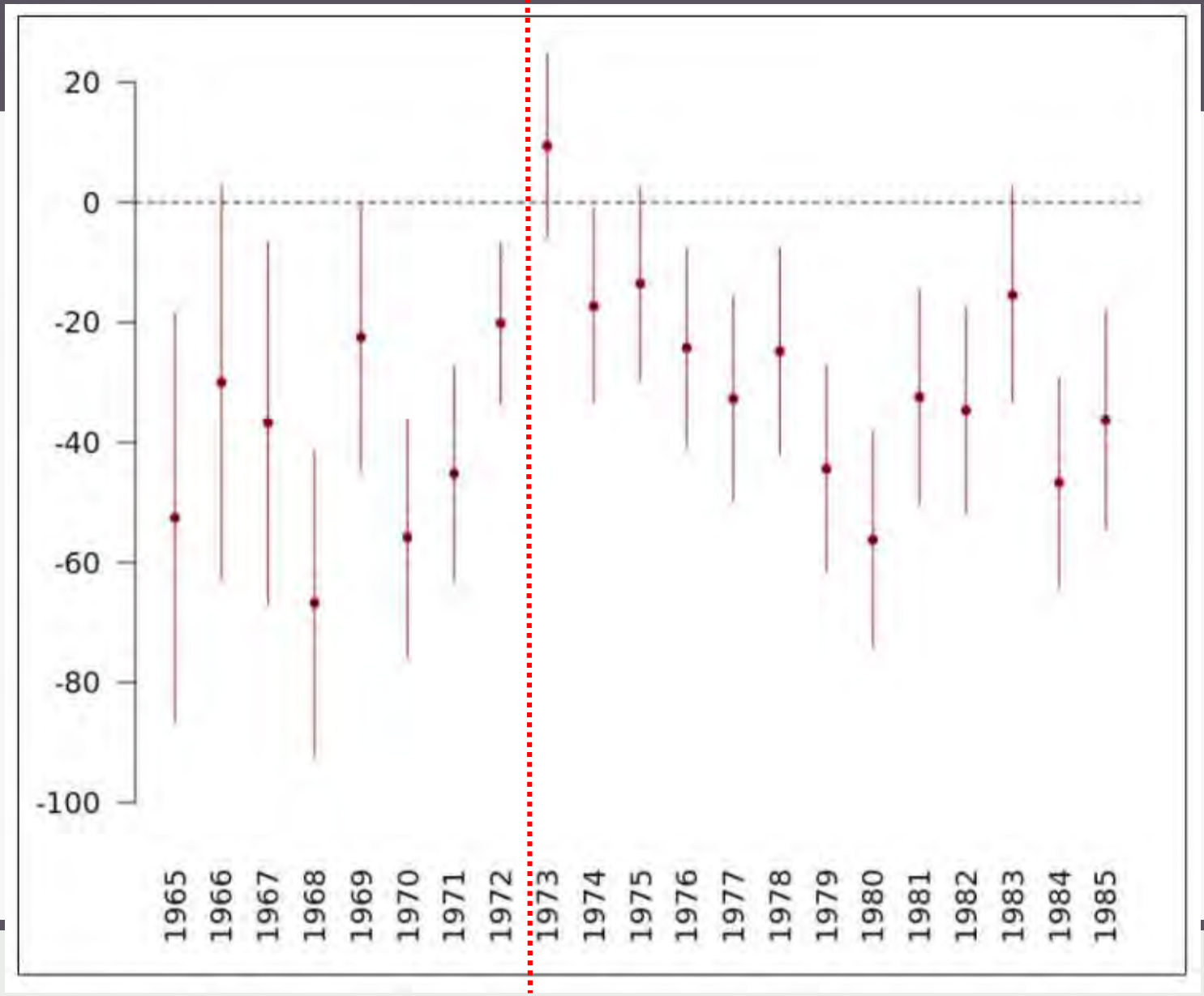


IV. Résultats

- **Productivité = nombre de papier publié par année**
- **Productivité des chercheurs restant au Chili** (groupe test) **comparativement à celle des chercheurs dans les autres pays d'Amérique Latine** (groupe de contrôle, comprend uniquement les chercheurs sans mobilité internationale)



- **Productivité des chercheurs ayant quitté le Chili** (“movers” - groupe test) **comparativement à celle des chercheurs d’Amérique latine ayant eux aussi quitté leur pays d’origine**
- On observe un phénomène similaire à celui observé chez les chercheurs restant au Chili.



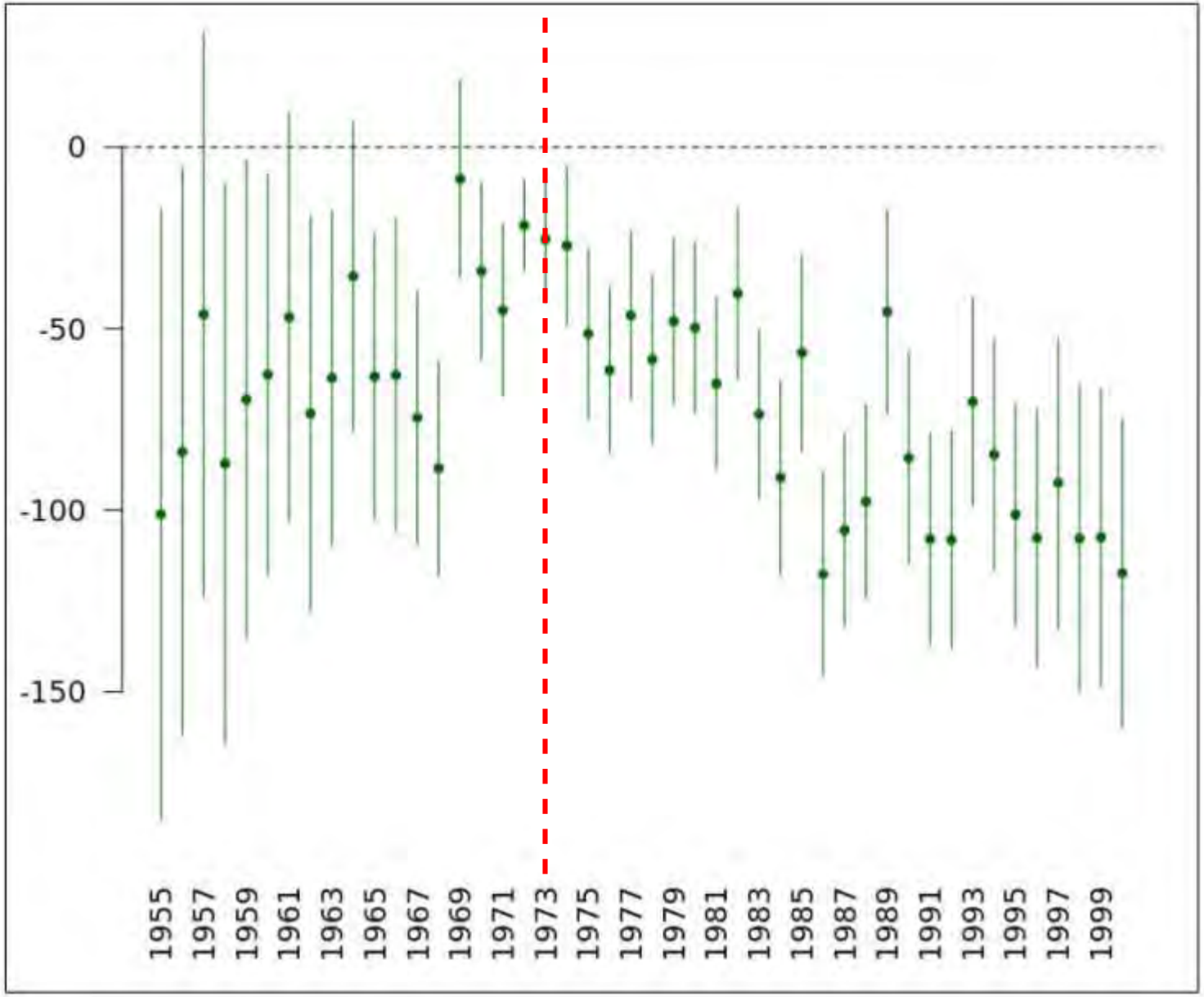
- **En comparant les chercheurs restant au Chili aux autres chercheurs dans les pays d'Amérique Latine entre 1965 et 1985:**
  - Les chercheurs chiliens publient moins après 1973 (1)
  - La durée de la carrière des chercheurs restant au Chili est plus courte (2)
  - Le nombre de citations après 1973 des chercheurs restant au Chili est aussi plus faible (3)

	Dependent variable:		
	post_pub	exit_year	post_citation
	(1)	(2)	(3)
Chile stayers	−28.327***	−7.214***	−663.945***
	(0.750)	(0.249)	(22.610)
Observations	93,942	93,942	93,942
R^2	0.351	0.048	0.498
Note:			*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

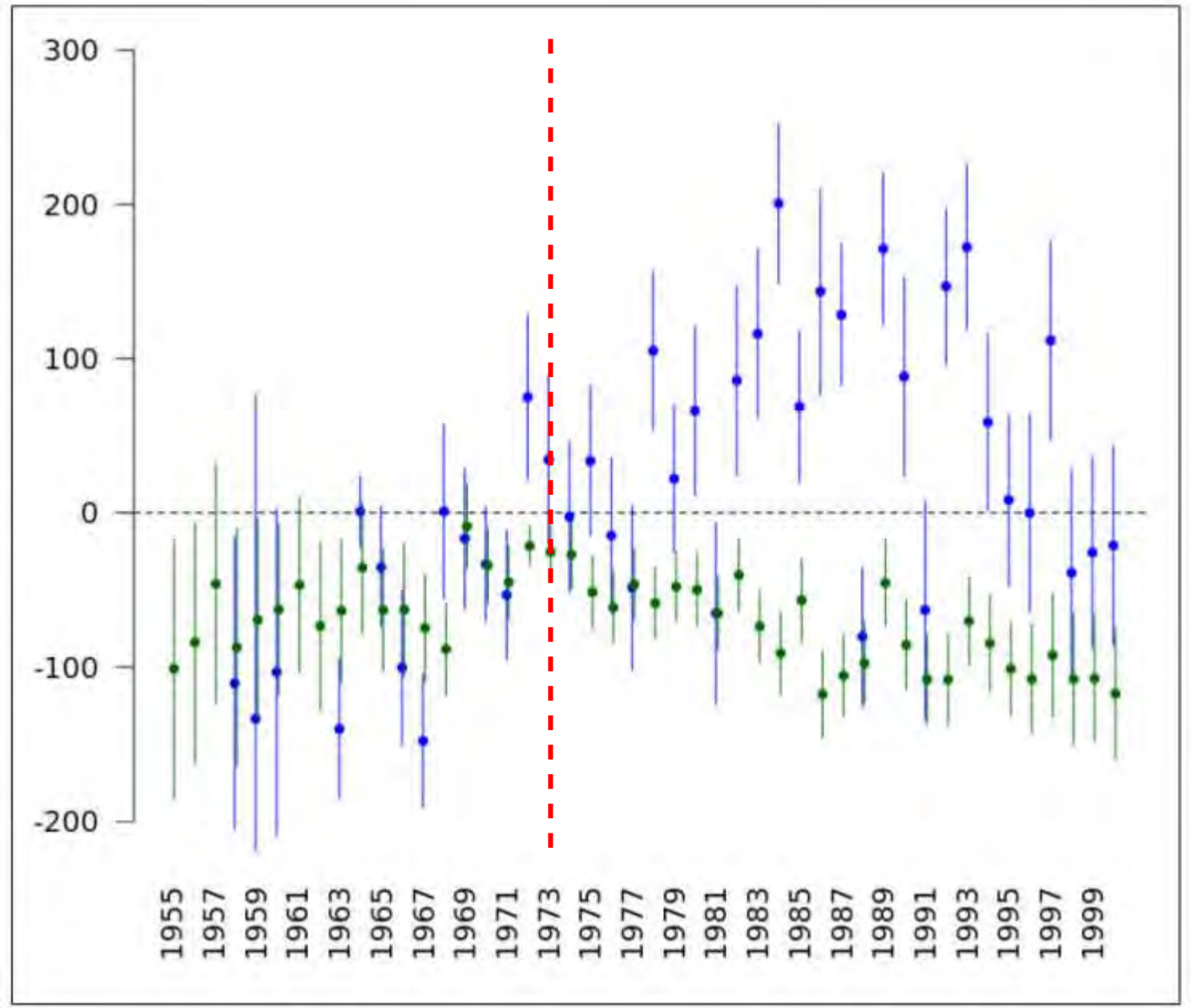
- **Ci-joint:** l'effet d'être un résident permanent (« stayer ») au Chili entre 1973 et 1990 et d'avoir au moins un co-auteur international sur la nombre total de publications.
  - Rester au Chili après le coup d'État a un effet significativement négatif sur le total de publications
  - Avoir un co-auteur international affecte positivement la productivité (deuxième colonne)
  - Cependant, en prenant en compte l'effet d'avoir un co-auteur américain (plutôt que simplement non-chilien) seul le dernier coefficient est significatif: avoir un co-auteur américain semble être la variable ayant le plus d'influence sur la production scientifique.

	Dependent variable:		
	total_pub		
	(1)	(2)	(3)
Being a stayer in Chile	−51.765***	−51.825***	−51.612***
	(7.241)	(7.299)	(7.295)
International Co-authorship		12.973**	6.645
		(6.451)	(7.795)
USA Co-authorship			12.846**
			(6.176)
Sample	All stayers	All stayers	All stayers
Observations	15,290	15,290	15,290
R^2	0.134	0.137	0.139
Adjusted R^2	0.130	0.133	0.135
Note:			*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

- **Ci-joint: Productivité des chercheurs étant restés au Chili et ayant un co-auteur international** (groupe test) **comparativement à celle des chercheurs d'Amérique latine restés dans leur pays mais n'ayant pas de co-auteurs internationaux.**



- **Ci-joint: Productivité des chercheurs étant restés au Chili et ayant un co-auteur international** (groupe test) **comparativement à celle des chercheurs d'Amérique latine restés dans leur pays mais n'ayant pas de co-auteurs internationaux.**
- ***Courbe en bleue:*** **productivité des chercheurs restés au Chili et ayant publié avec au moins un chercheur rattaché à une institution américaine comparativement au groupe de contrôle**
- **L'absence de tendance avant 1973 montre l'absence d'un effet de sélection**



Conclusion

- Ces résultats indiquent un effet négatif de la mise en place de la dictature de Pinochet sur la productivité des chercheurs chiliens qui restent dans le pays. Les chercheurs publiant avec des auteurs internationaux (mais surtout américains) « résistent » plus à ce phénomène et ont une productivité accrue par rapport au groupe de contrôle.
- La prochaine étape de déterminer avec plus de précision **la source** de ces phénomènes : **la fin des libertés individuelles** (et donc la fin des libertés scientifiques) explique certainement en partie la baisse de la productivité scientifique, mais reste à déterminer si d'autres facteurs interviennent (baisse des subventions de l'Etat aux universités, fin de programmes scolaires etc.).

China AI Index 2020 : où se situe la Chine dans le dernier bouleversement industriel ? (Xiaohui Cui, Xinyu Fan, Di Guo, Zhao Jin, Rong Xiao, Chenggang Xu, 2020)

CHINA AI INDEX 2020

Motivation : Mesurer l'impact de la Chine dans l'innovation en intelligence artificielle

- 4ème révolution industrielle qui émerge avec l'intelligence artificielle (IA) depuis une dizaine d'années
- Malgré des progrès très marqués, la Chine n'est pas encore tout à fait à la frontière technologique dans de nombres secteurs. Mais le développement de l'IA est peut-être une occasion de rattraper les leaders de l'innovation
- 40 ans de réformes en Chine visant à l'ouverture et à la mise en place d'une économie capitaliste

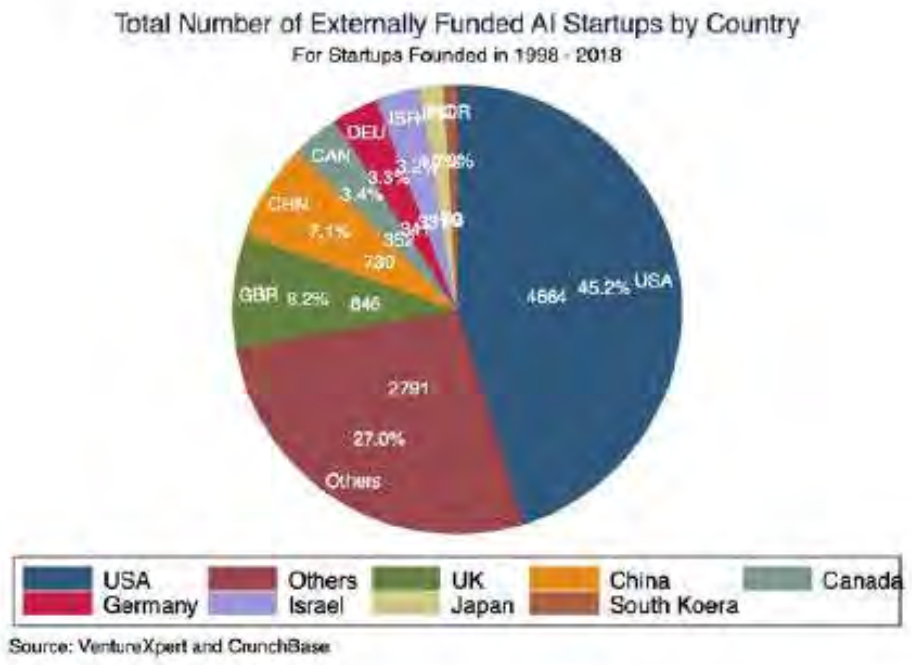
Comment mesurer l'impact de la Chine en IA ?

Table 1. Indicators of the AI index

1. AI startups[1]			
Financing by stages	Financing by investor types	China-specific analysis	
2. Academia[2]			
Journal publications	Conference participation	Impacts of academic papers	AI Research in other areas
3. Development and use of open source package			
GitHub projects[3]			

1er critère : Startups : Financement externe

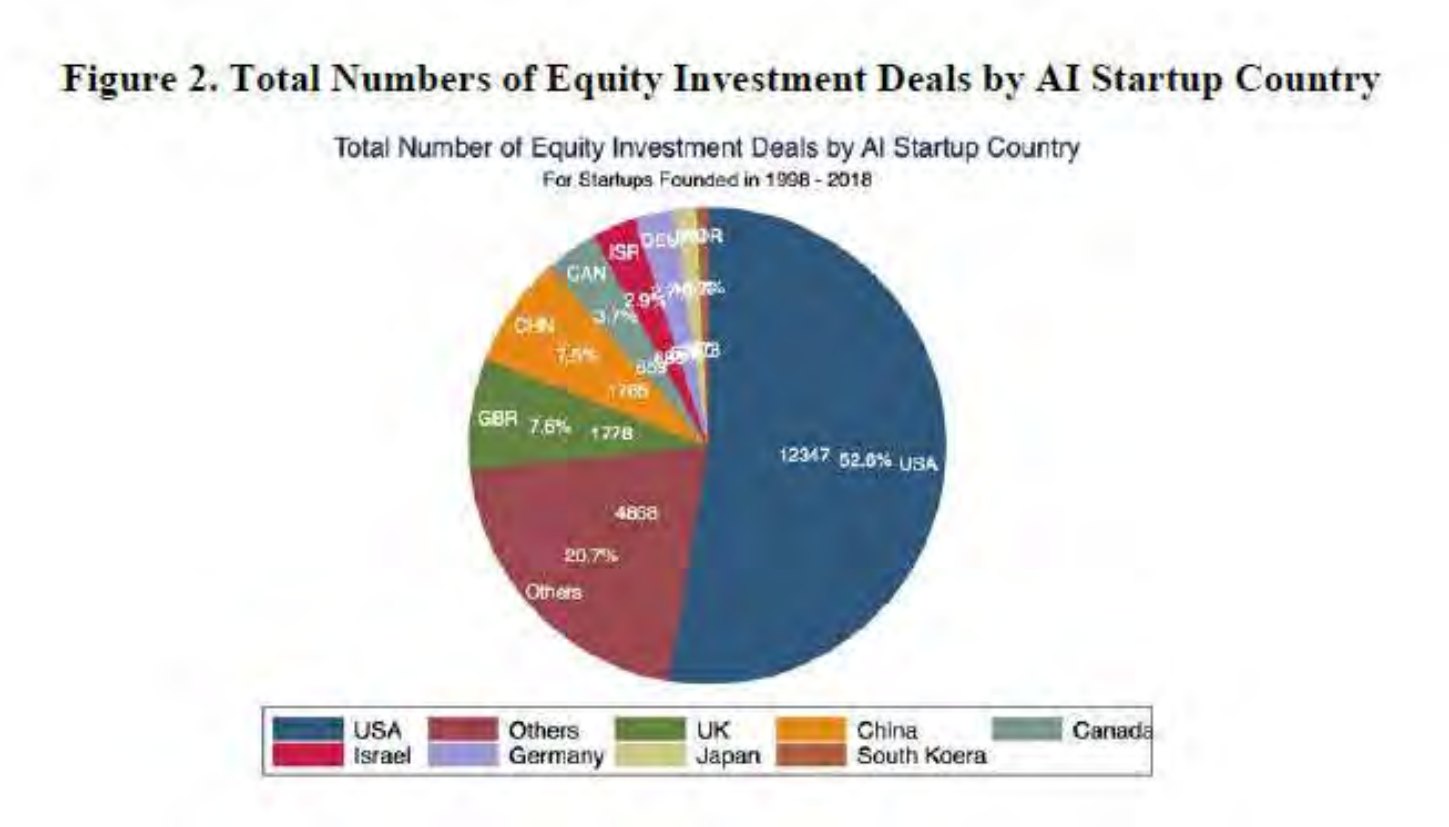
Figure 1. Total Numbers of Externally Funded AI Startups by Country



Distribution par pays des startups opérant dans l'IA et bénéficiant de financement externes en 2019 (i.e qui ont reçu des fonds via du Venture Capital/private equity)

- 45.2% de ces startups sont basées aux Etats-unis, avec en deuxième position le Royaume-Uni
- La Chine est troisième avec 7.1%

1° Startups : Volume de l'investissement



Distribution par pays des opérations d'investissement pour start-ups opérant dans l'IA

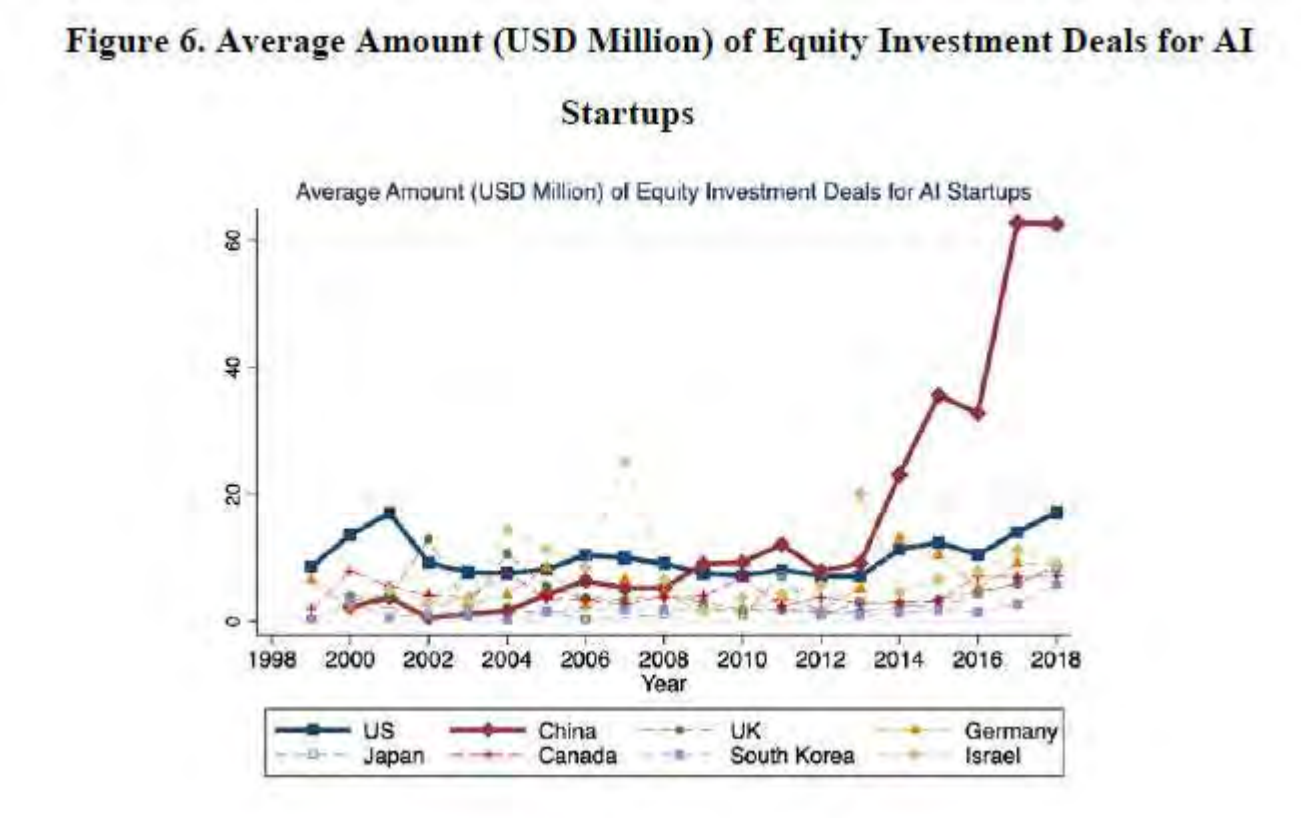
- 52.6% de ces operations prennent place aux Etats-unis, avec toujours en deuxième position le Royaume-Uni
- La Chine est troisième avec 7.5%

1° Startups : Dynamiques par pays du volume de l'investissement

Dynamique par pays du nombre d'opérations d'investissement pour start-ups opérant dans l'IA.

On remarque une augmentation graduelle de l'investissement en Chine à partir de 2013. Mais sur toute la précédente décennie, le gap avec les Etats-Unis s'est décuplé.

1° Startups : Dynamiques par pays du volume de l'investissement

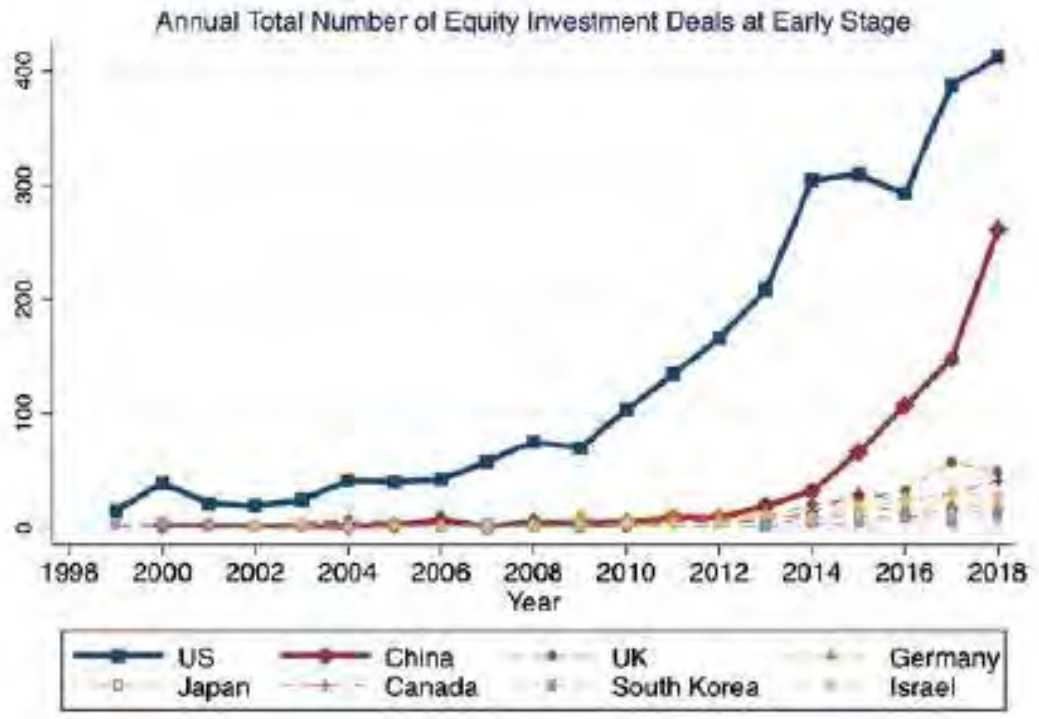


Dynamique par pays du montant moyen des opérations d'investissement pour startups opérant dans l'IA.

L'investissement moyen en Chine a décollé à partir de 2013, bien au-dessus des valeurs du reste des pays. L'investissement en IA en Chine a donc augmenté bien plus rapidement que le nombre de startups et d'opérations financières.

1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : startups débutantes

Figure 15. Annual Total Number of Equity Investment Deals at Early Stage

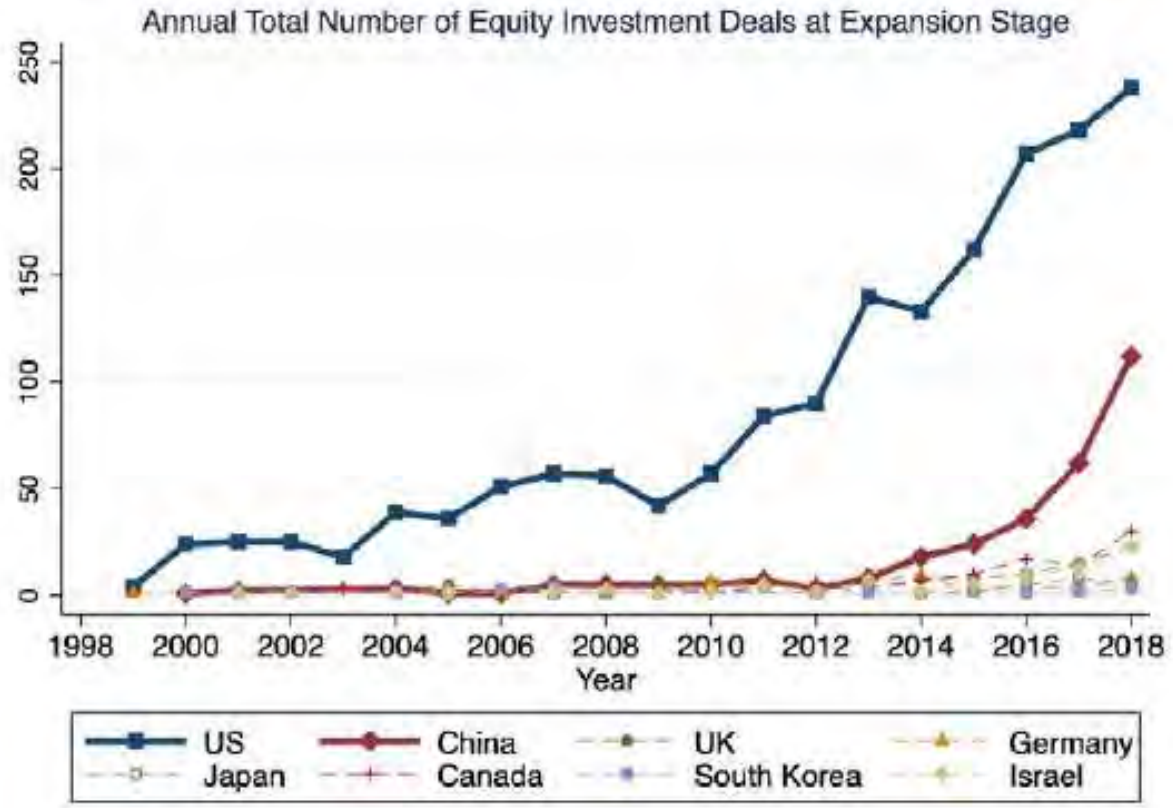


1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : startups débutantes

Figure 16. Annual Total Amount (USD Billion) of Equity Investment in Early Stage

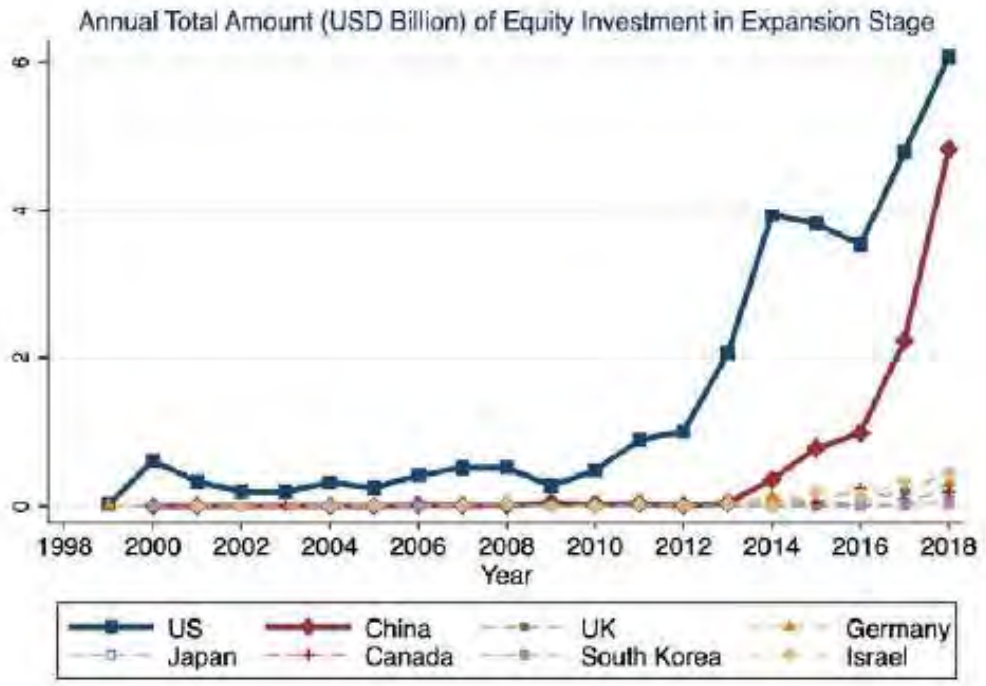
1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : stade de l'expansion

Figure 18. Annual Total Number of Equity Investment Deals at Expansion Stage



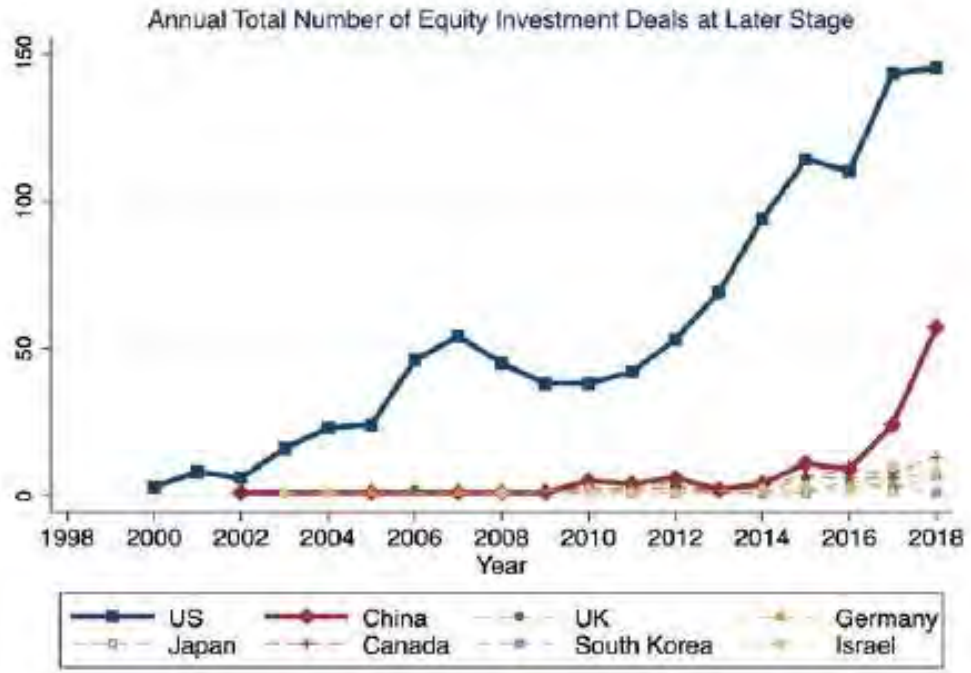
1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : stade de l'expansion

Figure 19. Annual Total Amount (USD Billion) of Equity Investment in Expansion Stage



1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : startups confirmées

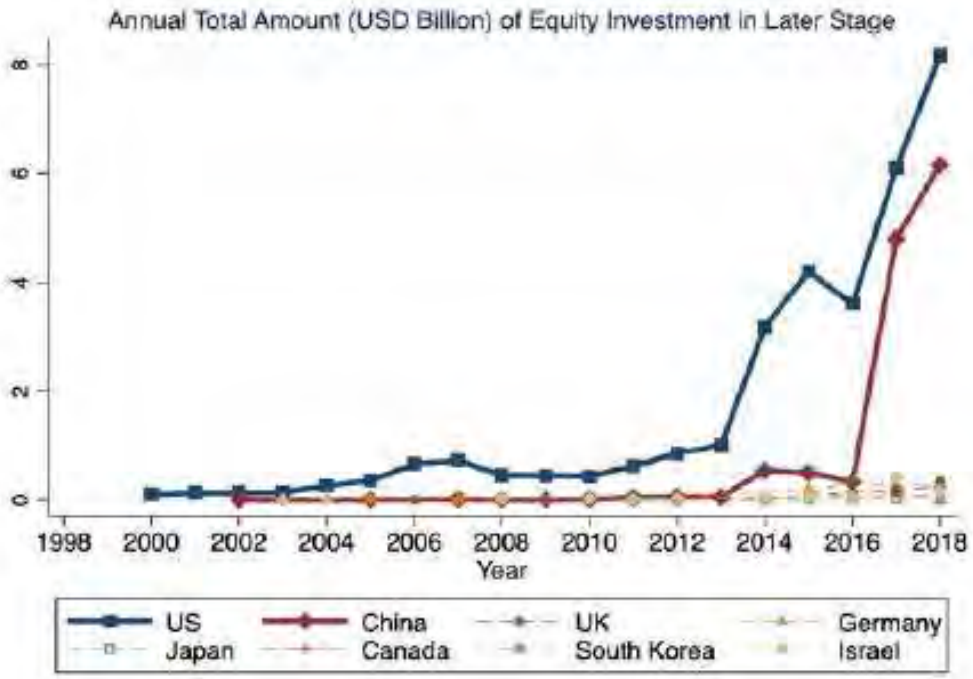
Figure 21. Annual Total Number of Equity Investment Deals at Later Stage



21

1° Startups : Dynamique de l'investissement par type de startups : startups confirmées

Figure 22. Annual Total Amount (USD Billion) of Equity Investment in Later Stage



1° Startups : Proportions de l'investissement des startups, niveau mondial vs en Chine

Figure 26. Total Number of Equity Investment Deals by Funding Source

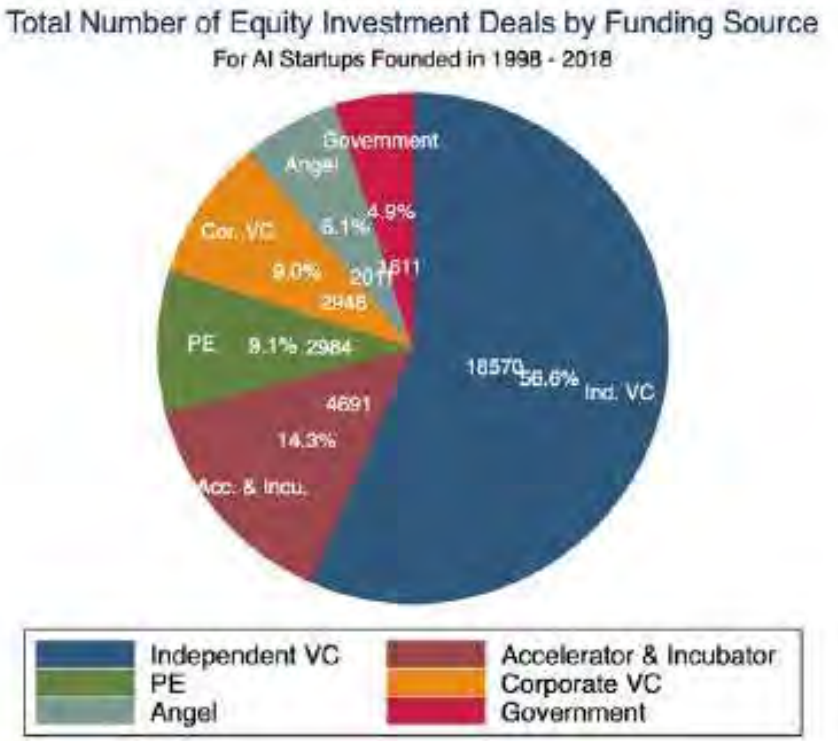
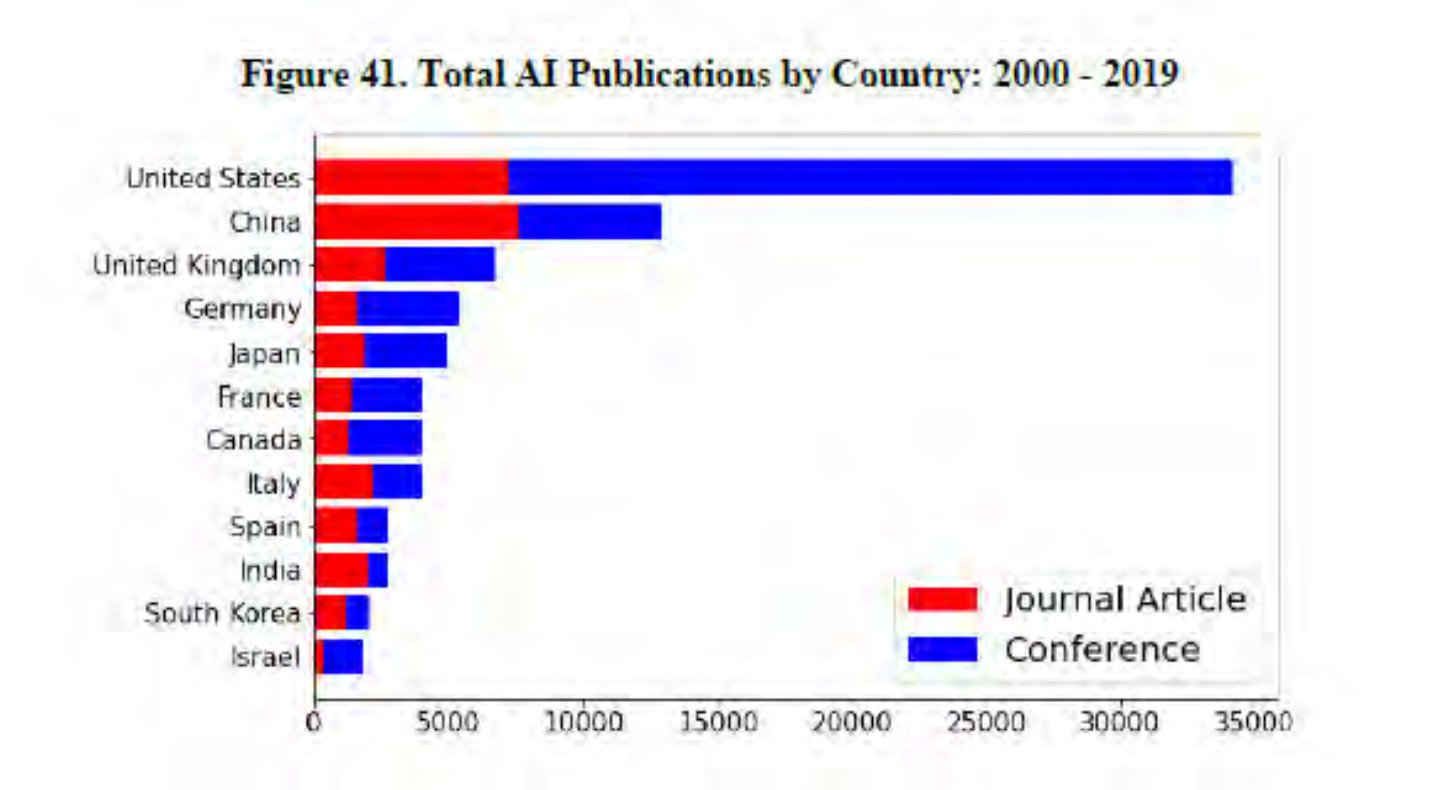


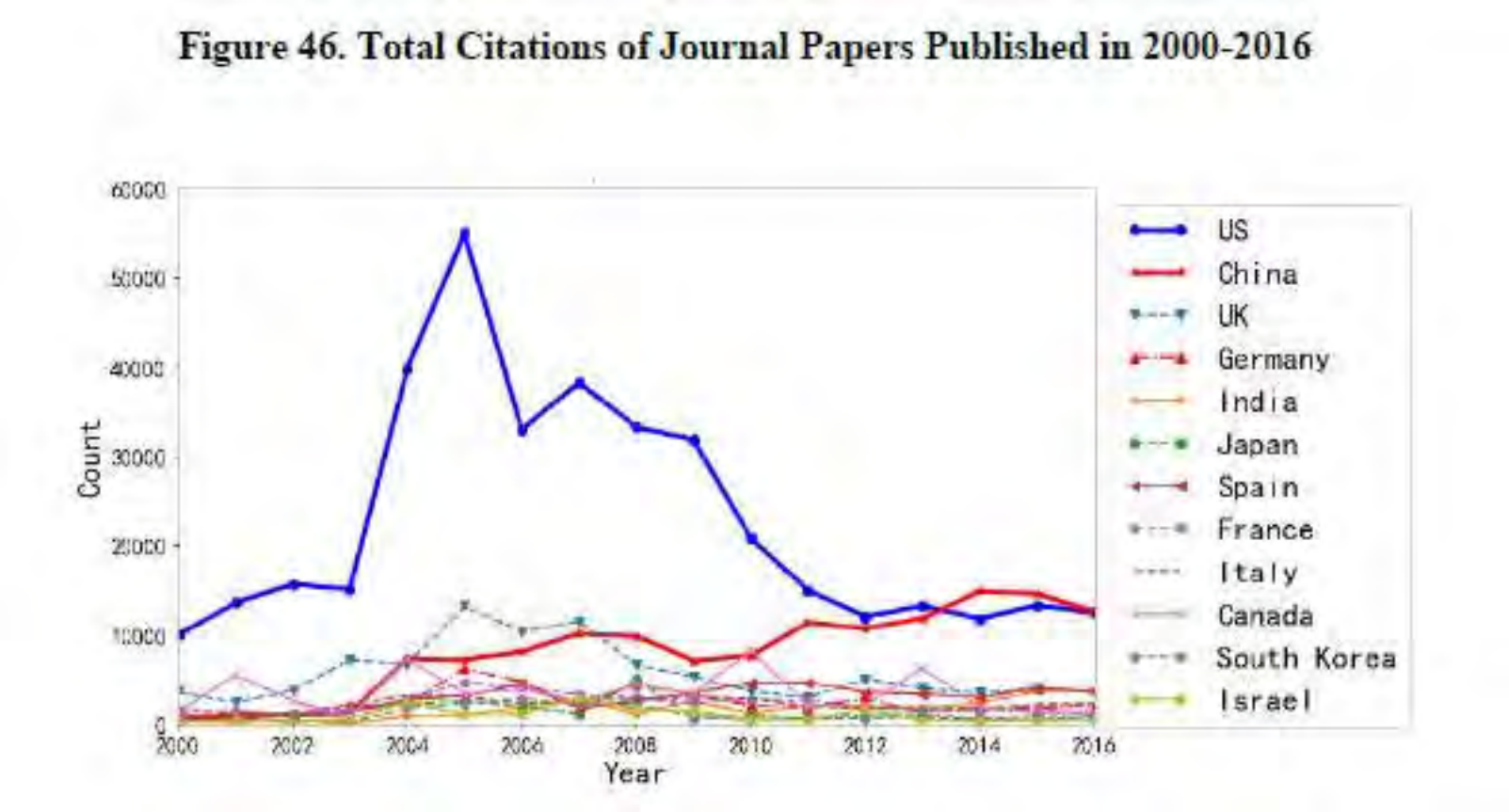
Figure 33. Total Number of Equity Investment Deals for Chinese AI Startups by Funding Source

En Chine : moindre importance des investissement gouvernementaux, et prévalence des investisseurs Venture Capitalist indépendants

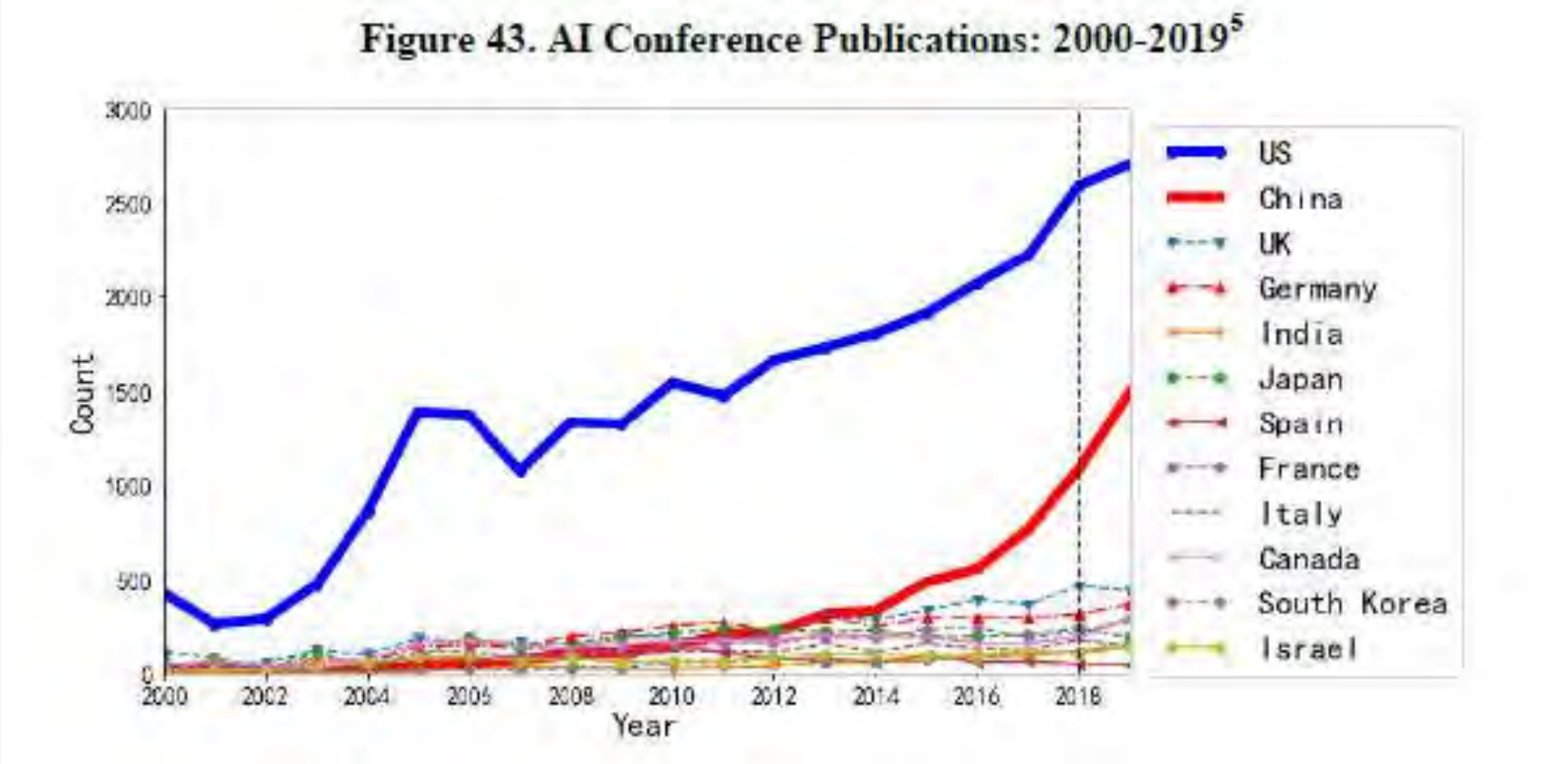
2ème critère : Recherche académique : Nombre de publications sur l'IA par pays, 2000 à 2019



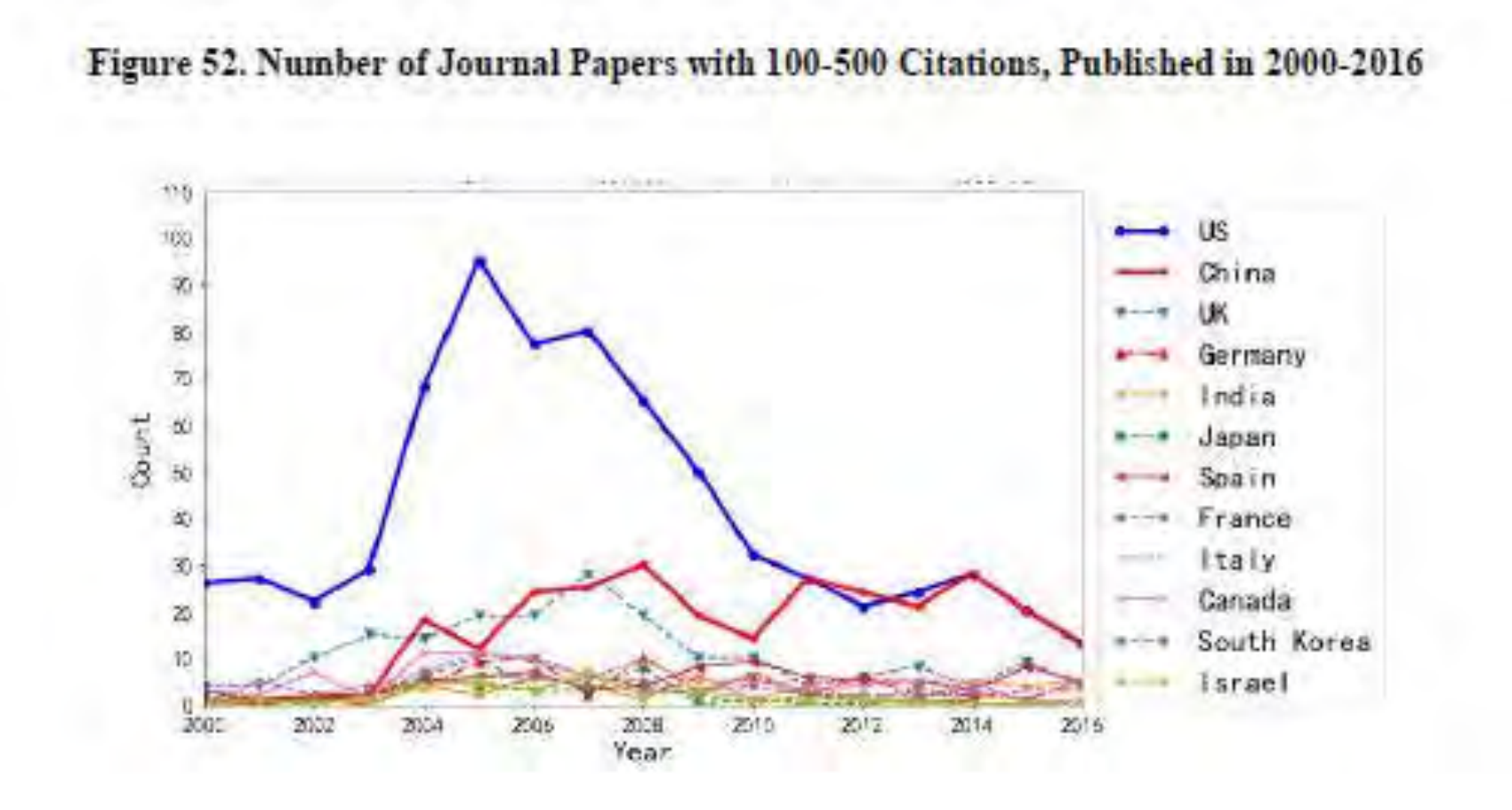
2° Recherche académique : Dynamique par pays du nombre de citations de publications sur l'IA



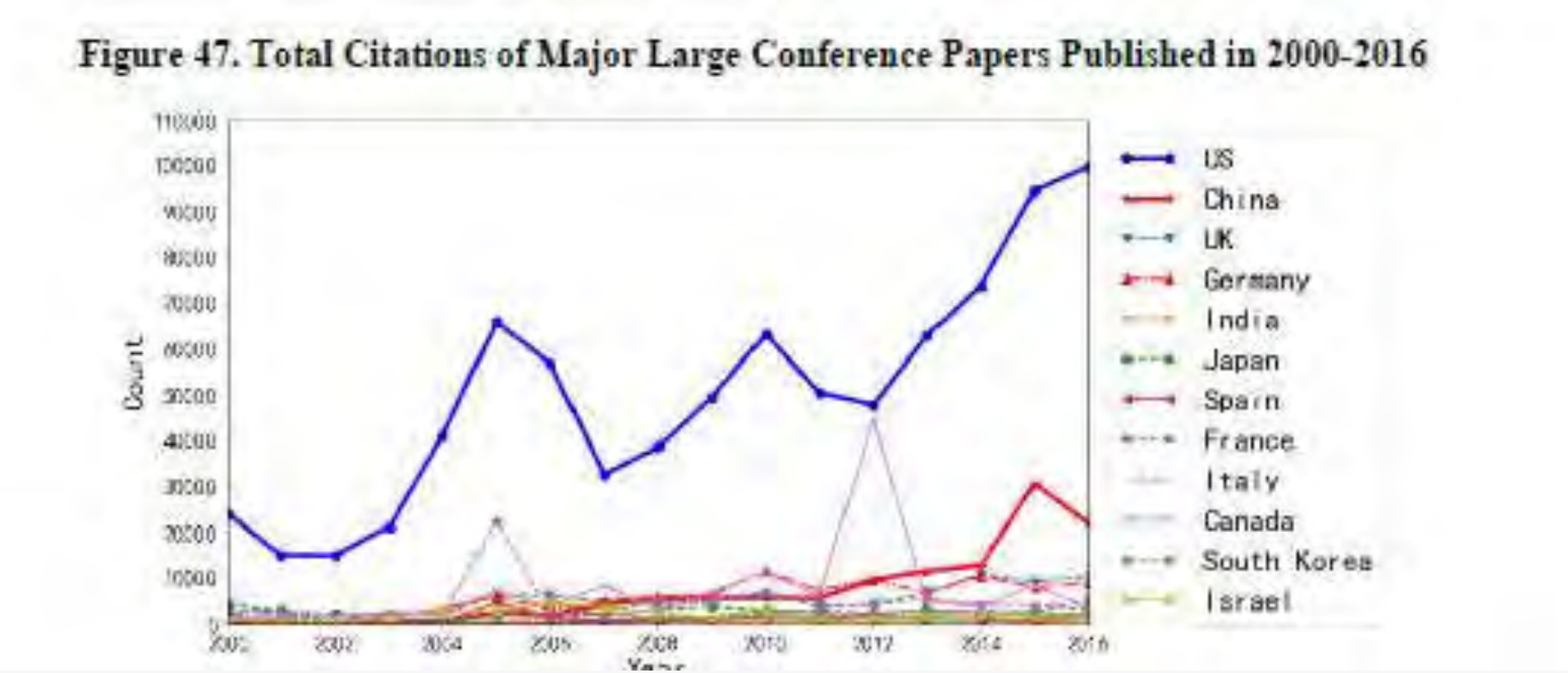
2° Recherche académique : Dynamique du nombre de publications sur l'IA par pays



2° Recherche académique : Dynamique par pays du nombre de publications sur l'IA avec 100 à 500 citations

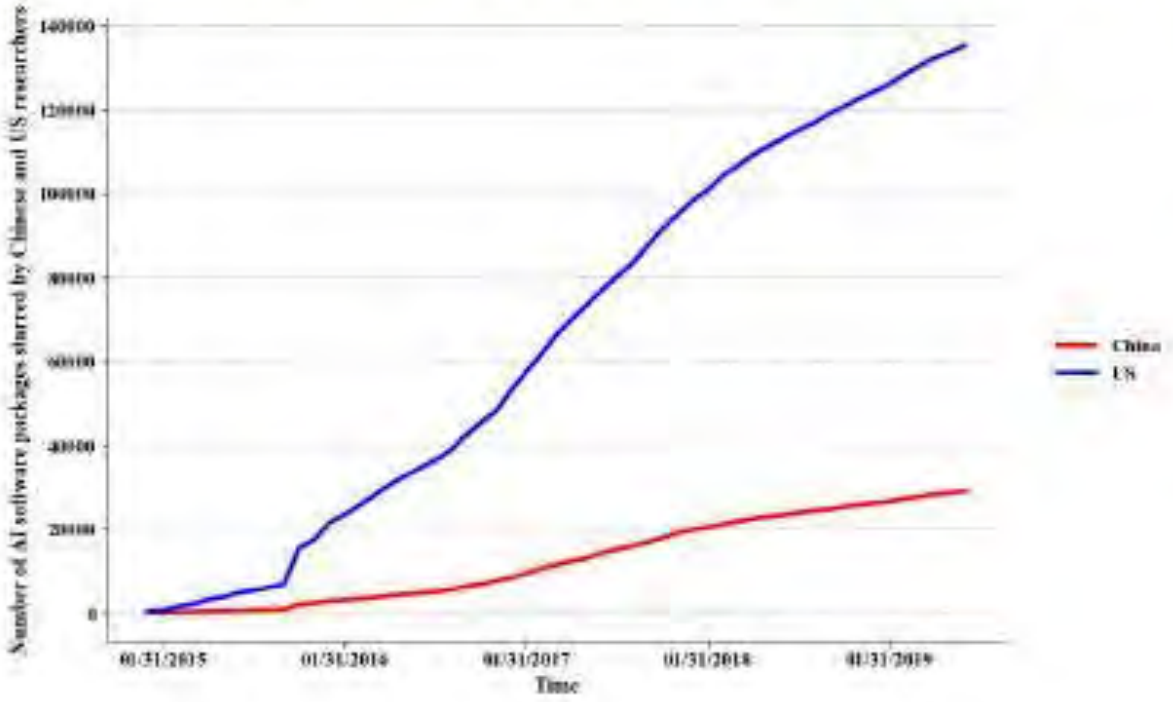


2° Recherche académique : Dynamique par pays du nombre de citations de publications issues de conférences majeures



3ème critère : Projets open-source : Utilisation de packages pour l'IA, comparaison Chine et Etats-Unis

Figure 64. Number of AI software packages starred by Chinese and US researchers



The Rise of China’s Technological Power: the Perspective from Breakthrough technologies

(Cyril Verluise Antonin Bergeaud, 2021)

The Rise of China’s Technological Power

Rappels

- Le progrès technique a un rôle central dans la croissance de long terme
- La nature du progrès technique change au cours du développement d’un pays, de **l’imitation** à **l’innovation à la frontière technologique** (Aghion et al., 2006)
- La capacité à innover à la frontière est centrale pour ne pas tomber dans le **« piège du revenu intermédiaire »**

The Rise of China’s Technological Power

Problématique

Dans quelle mesure la Chine est-elle devenue un acteur majeur de l’innovation dans les technologies à la frontière technologique depuis les années 90?

The Rise of China’s Technological Power

Enjeux méthodologiques

- Comment mesurer l’innovation?
- Comment différencier les innovations de rattrapage des innovations à la frontière?
- Comment distinguer les brevets appartenant à la même technologie?

The Rise of China’s Technological Power

Qu’est ce qu’une technologie en économie?

La littérature fait état de 3 types de technologies:

- **« Technique »:** ensemble de processus partageant un paradigme méthodologique commun et qui peuvent partager un objectif commun (ex: CRISPR, TALENs et Zinc Fingers pour la modification du génome)
- **« Application fonctionnelle»:** objectif de haut niveau qui est directement visé par une ou plusieurs techniques au cours de leurs développements. Ses applications peuvent dépasser un marché (GENOME EDITING)
- **« Domaine d’application »:** secteur économique existant ou nouvellement créé qui peut tirer parti d'une application fonctionnelle pour développer de nouveaux produits ou améliorer les produits existants (HEALTH)

The Rise of China’s Technological Power

L’article se concentre sur 6 technologies à la frontière technologique:

- Additive manufacturing (impression 3d…)
- Blockchain
- Computer vision
- Edition du génome
- Stockage de l'hydrogène
- Véhicules à conduite autonome

Dans 4 pays/régions à l’épicentre de l’innovation de rupture: EUA, Europe, Japon, Chine

The Rise of China’s Technological Power

Comment délimiter une technologie dans le corpus des brevets?

Les informations dont nous disposons sur les brevets:

- **Classe technologique**
- **Citations entre les brevets**
- **Mots clés**

The Rise of China’s Technological Power

Comment délimiter une technologie dans le corpus des brevets?

Les informations dont nous disposons sur les brevets:

- **Classe technologique**: basé sur les « techniques » et non l’ « application fonctionnelle »
- **Citations entre les brevets**: imparfait car citations peuvent chevaucher plusieurs « applications fonctionnelles »
- **Mots clés**: très grande variation des mots utilisés et il existe des mots avec plusieurs significations

The Rise of China’s Technological Power

Solutions

- Trajtenberg (1990), a analyse les brevets a la main pour identifier ceux appartenant à la même technologie

Dans cet article: une solution via le « machine learning »!

(extension de Abood et Feltenberger (2018))

The Rise of China’s Technological Power

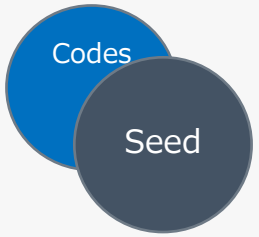
L’algorithme

« Seed »: Sélection d’un échantillon de brevets représentatif de la technologie recherchée à partir de la lecture des abstracts: partie manuelle

The Rise of China’s Technological Power

L’algorithme

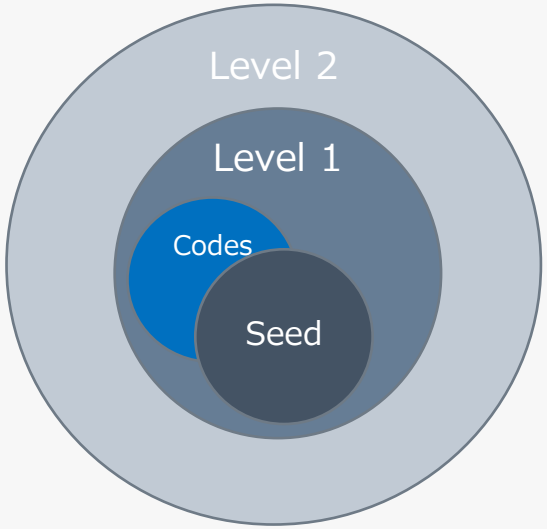
« Codes»: on regarde s’il y a une classe technologique sur-representee dans la « seed » et dans ce case on inclut tous les brevets de cette classe dans cette seed: ce sont les « codes »



The Rise of China’s Technological Power

L’algorithme

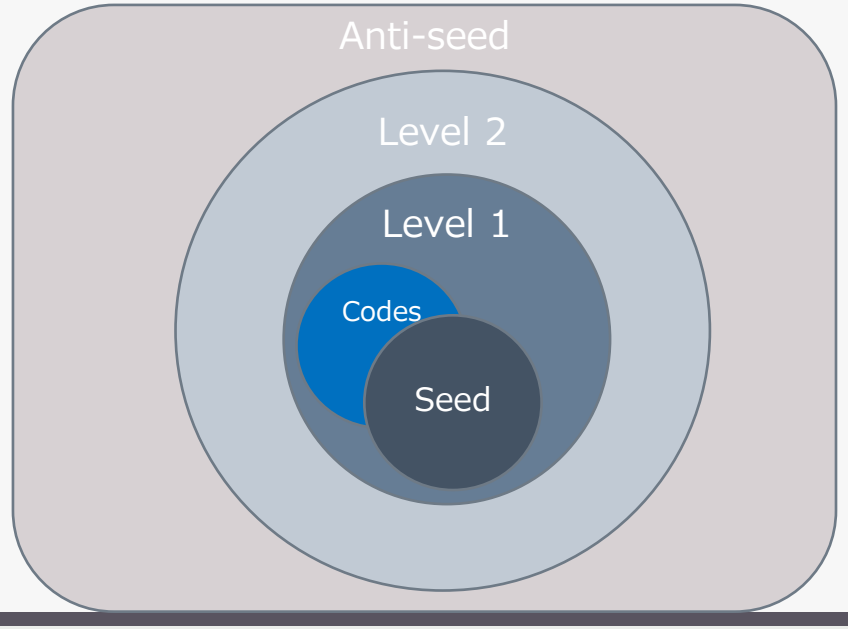
« Level 1/2 »: Extension par l’algorithme (machine learning) aux brevets cités par les brevets initiaux et qui à ceux les citent



The Rise of China's Technological Power

L'algorithme

Suppression des « faux positifs »: Comparaisons des brevets « seed » avec un échantillon des brevets sélectionnés en dehors de l'échantillon étendu (« anti-seed ») ainsi qu'avec un échantillon éligible par l'algorithme mais rejeté manuellement « augmented anti-seed »



The Rise of China’s Technological Power

Performance de l’algorithme

- Pour évaluer si l’algorithme est performant pour classer les brevets dans la technologie et hors de la technologie, autrement dit si on évite les faux positifs et faux négatifs
- **Performance externe**, on identifie les meilleurs inventeurs pour chaque technologie et on compare avec les connaissances préalables tirées de la littérature spécialisée

The Rise of China's Technological Power: meilleures firmes

Table 4: Top 10 assignees

	Additive manufacturing	Blockchain	Computer vision	Genome editing	Hydrogen storage	Self driving vehicle
1	Samsung Electronics Co Ltd	Alibaba Group Holding Ltd	Canon Kk	Univ California	Toyota Motor Co Ltd	Toyota Motor Co Ltd
2	Hewlett Packard Development Co	IBM	Sony Corp	Pioneer Hi Bred Int	Honda Motor Co Ltd	Bosch Gmbh Robert
3	Xerox Corp	Qualcomm Inc	Samsung Electronics Co Ltd	Du Pont	Nissan Motor	Honda Motor Co Ltd
4	Asml Netherlands Bv	Samsung Electronics Co Ltd	Koninkl Philips Electronics Nv	Regeneron Pharma	Toyota Motor Corp	Nissan Motor
5	Gen Electric	Lg Electronics Inc	Matsushita Electric Ind Co Ltd	Genentech Inc	Matsushita Electric Ind Co Ltd	Ford Global Tech Llc
6	Eastman Kodak Co	Sony Corp	Sharp Kk	Monsanto Technology Llc	Sanyo Electric Co	Denso Corp
7	Canon Kk	Nchain Holdings Ltd	Seiko Epson Corp	Harvard College	Hyundai Motor Co Ltd	Toyota Motor Corp
8	Fujifilm Corp	Huawei Tech Co Ltd	Lg Electronics Inc	Hoffmann La Roche	Air Liquide	Hyundai Motor Co Ltd
9	Siemens Ag	Intel Corp	Qualcomm Inc	Univ Pennsylvania	Panasonic Corp	Mitsubishi Electric Corp
10	IBM	Ericsson Telefon Ab L M	IBM	Centre Nat Rech Scient	Gm Global Tech Operations Inc	Bayerische Motoren Werke Ag

Ex: édition du génome lancée par des universités de premier plan comme Berkeley, Harvard et l'Université de Pennsylvanie, ainsi que de de grandes entreprises pharmaceutiques comme Regeneron et Dupont.

The Rise of China's Technological Power: meilleurs inventeurs

Table 5: Top 10 inventors

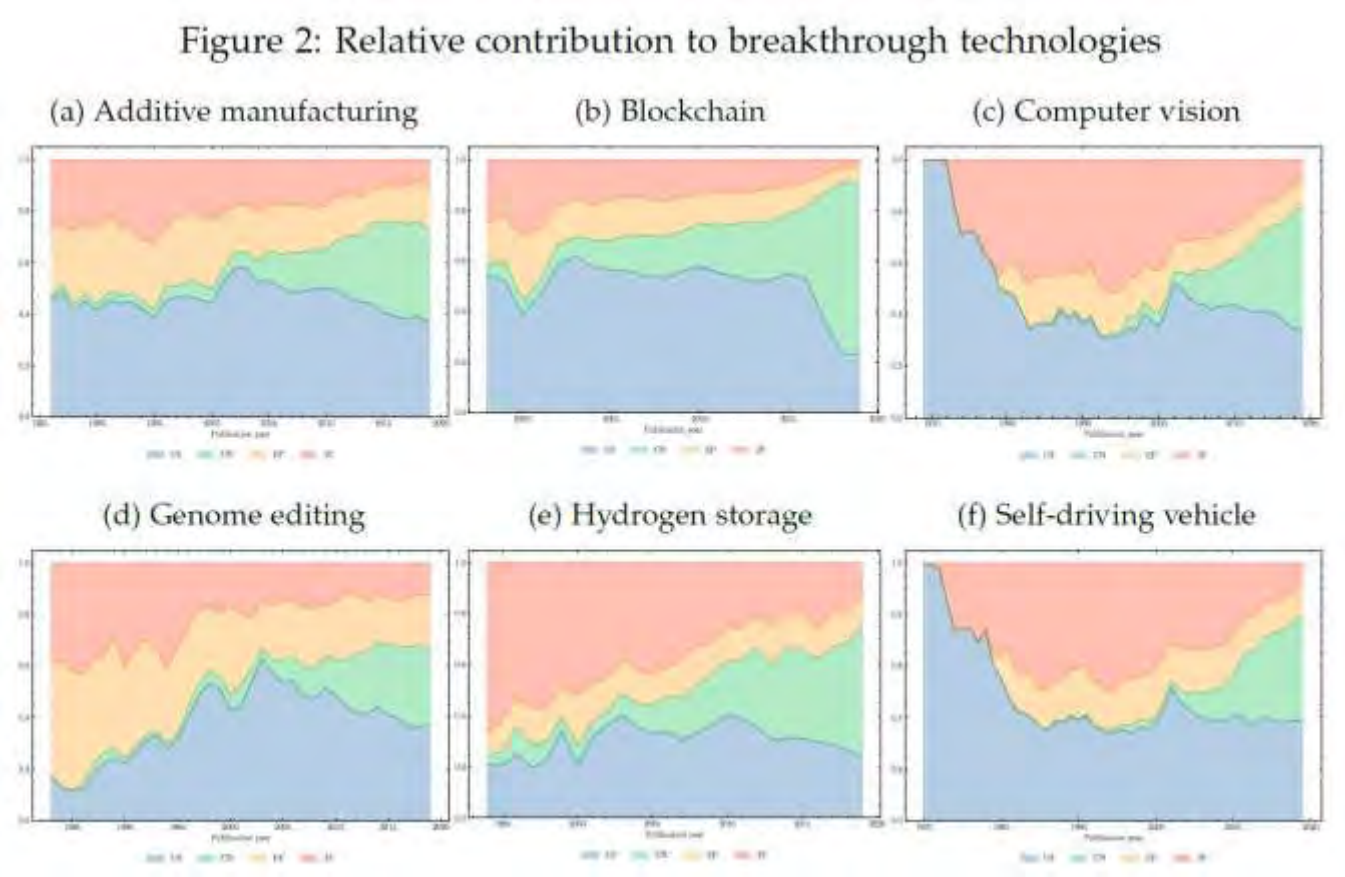
	Additive manufacturing	Blockchain	Computer vision	Genome editing	Hydrogen storage	Self driving vehicle
1	Silverbrook Kia	Karczewicz Marta	Karczewicz Marta	Murphy Andrew J	Ovshinsky Stanford R	Tabata Atsushi
2	Lapstun Paul	Zhang Li	Zhang Li	Macdonald Lynn	Ukai Kunihiro	Shimizu Yasuo
3	Ng Hou T	Zhang Kai	Nishi Takahiro	Mcswiggen James	Edlund David J	Nordbruch Stefan
4	Vermeersch Joan	Wright Craig Steven	Kondo Tetsujiro	Zhang Feng	Fetcenko Michael A	Hayakawa Yasuhisa
5	Van Damme Marc	Qiu Honglin	Wang Ye-kui	Rosen Craig A	Taguchi Kiyoshi	Lynam Niall R
6	Lewis Thomas E	Yang Xinying	Chen Ying	Stevens Sean	Wakita Hidenobu	Watanabe Kazuya
7	Zhao Lihua	Wang Yue	Chen Jianle	Ruben Steven M	Maenishi Akira	Yasui Yoshiyuki
8	Patibandla Nag B	Liu Hongbin	Yamazaki Shunpei	Wilson James M	Young Kwo	Liu Jun
9	Ganapathiappan Sivapackia	Wang Zongyou	Kadono Shinya	Ni Jian	Nishio Koji	Breed David S
10	Ye Jun	Fukushima Shigeru	Sugio Toshiyasu	Gurer Cagan	Reichman Benjamin	Matsuno Koji

Notes: Inventors are ranked based on the total number of patents for each technology over the whole corpus of patents. The harmonization of inventors' names is taken from the CLAIMS dataset.

Ex: Marta Karczewicz, inventeur prolofique travaillant chez Qualcomm Technologies, Inc. Connue pour avoir développé des des technologies liées à la compressions de données.
En reconnaissance de ses contributions, l'EPO l'a désignée comme l'une des trois finalistes pour le prix de l'inventeur européen de l'année 2019.

The Rise of China's Technological Power

Bipolarisation de l'innovation à la frontière par les EUA et la Chine



Croissance généralisée des brevets déposés dans les *patent office* chinois depuis 2000s: ils représentent environ 40% des brevets déposés

La part des US reste stable à environ 40% depuis les années 90

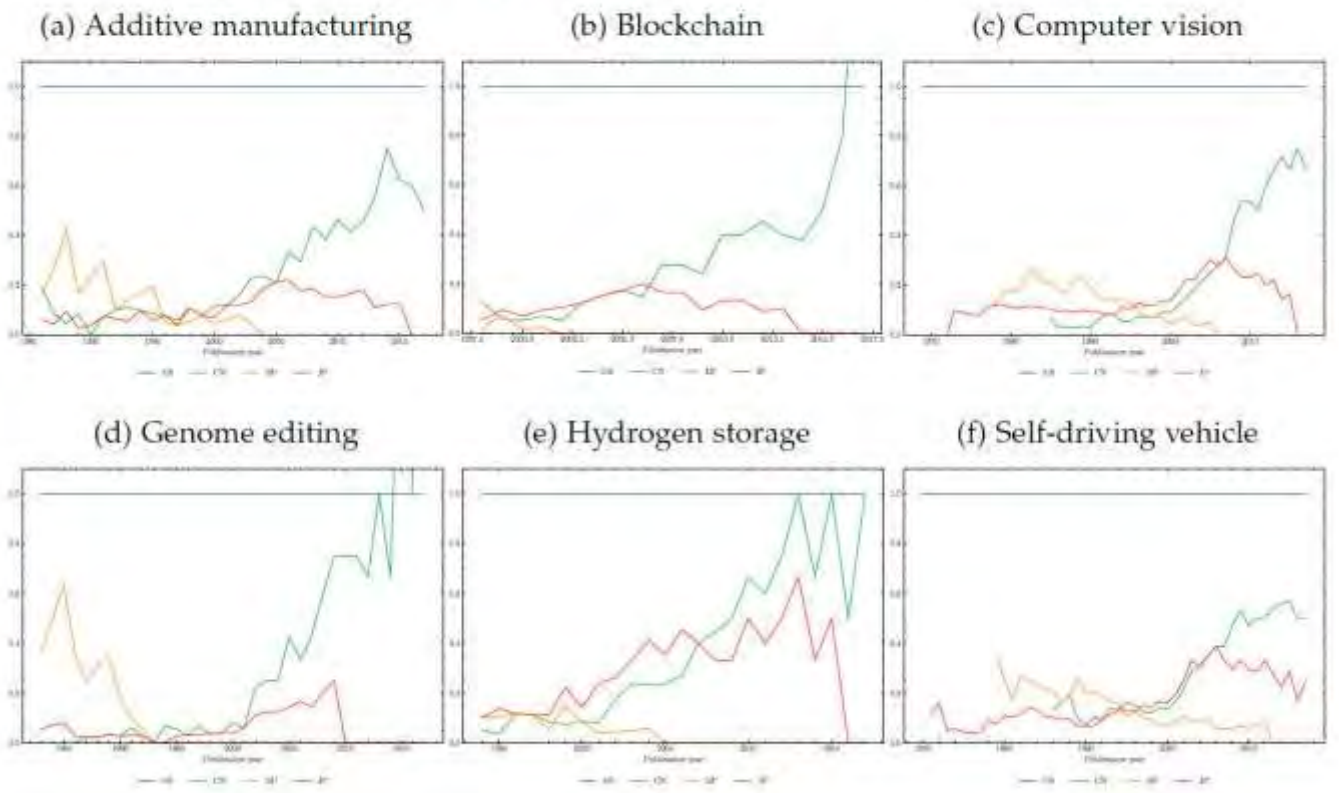
Faible décroissance des brevets Européens

Déclin japonais depuis les années 90

The Rise of China's Technological Power

Le rattrapage chinois en termes de qualité

Figure 3: Median quality of patents (relative to US patents)



Les brevets chinois sont en moyenne de moins bonne qualité que les américains

L'écart de qualité se réduit pendant la période

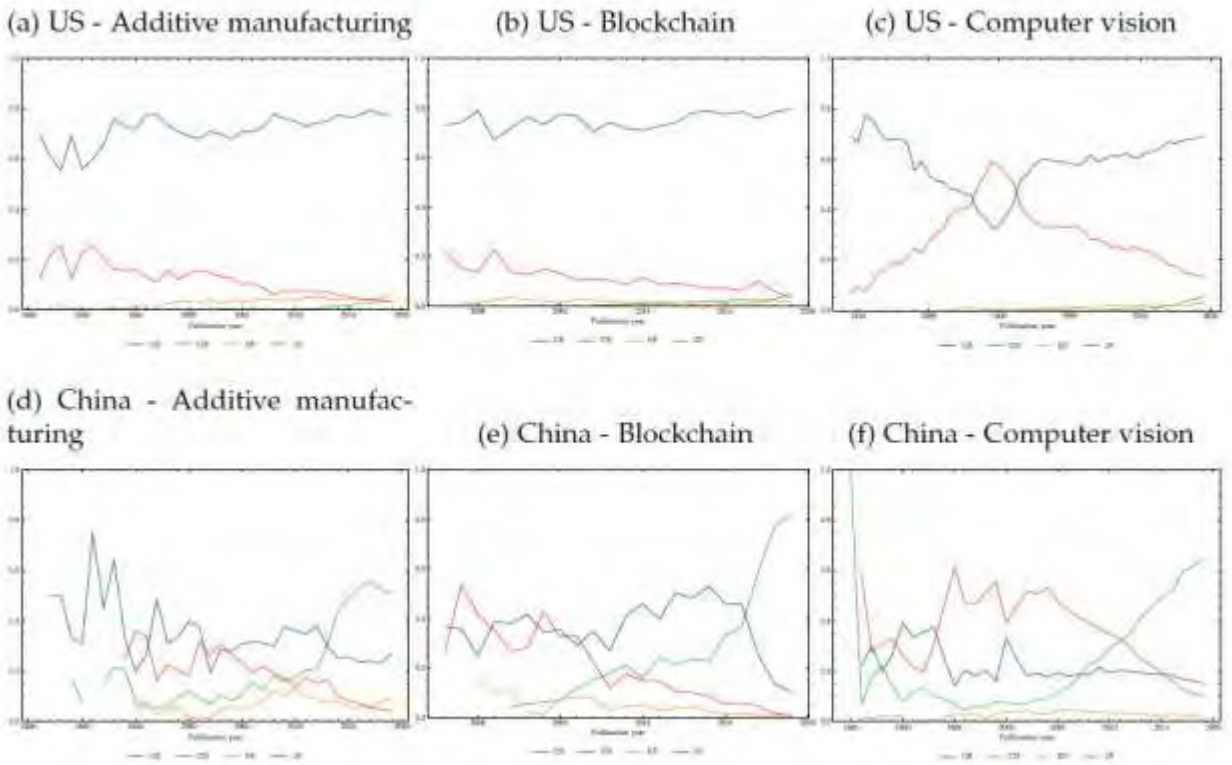
Les mêmes paternes sont observés lorsque l'on se concentre sur le top 10% brevets les plus cités de chaque *patent office*

Mesure de la qualité:
Ratio entre le nombre médian de citation reçues par les brevets des différents *patent office* et le nombre médian reçus aux EUA

The Rise of China's Technological Power

Constitution d'une capacité à innover à la frontière

Figure 4: Office of priority filing of patents published at the US and Chinese patent offices



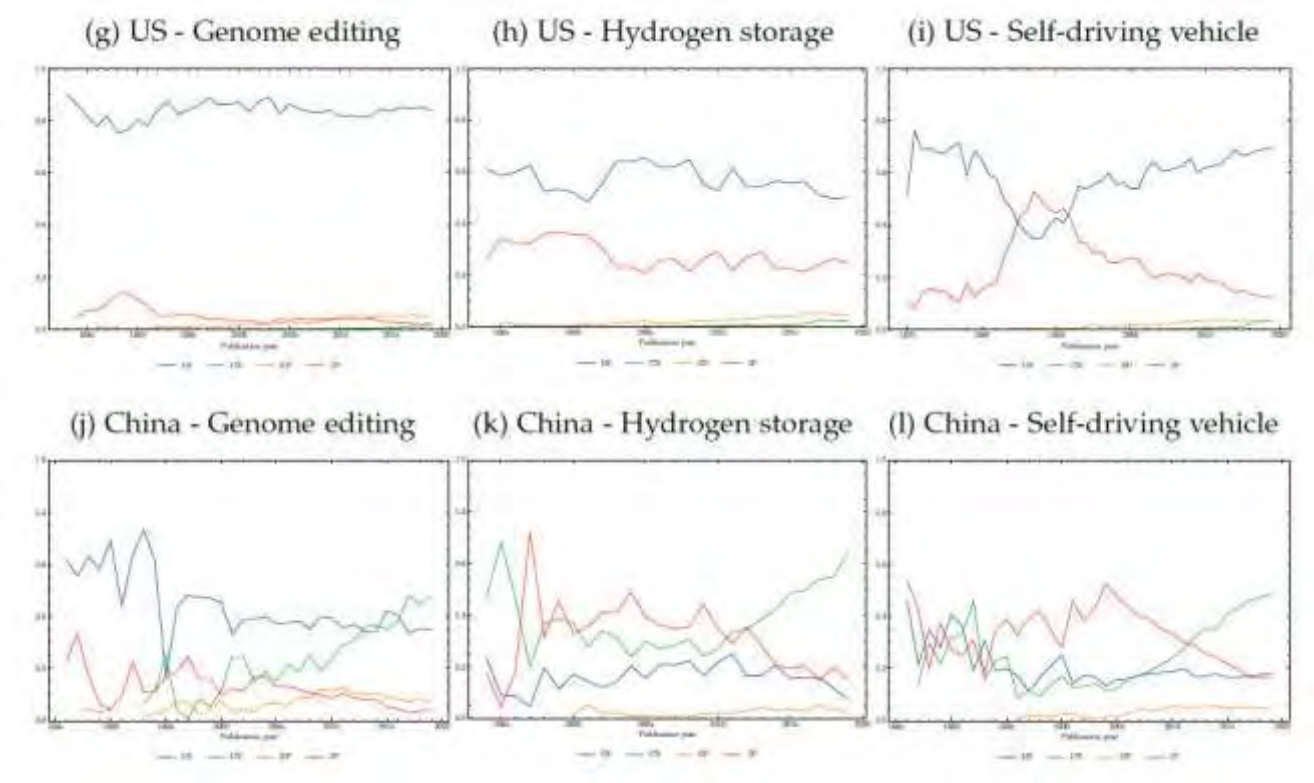
Est-ce que l'on mesure l'attractivité pour les titulaires de brevets, ou la capacité nationale à innover? Cela dépend de la nationalité du porteur de brevet.

Changement à la fin des années 2000: développement en Chine d'une capacité à innover à la frontière

Proxy de la nationalité du porteur de brevet:
Patent office où le premier brevet de la famille de brevet a été déposé

The Rise of China’s Technological Power

Constitution d’une capacité à innover à la frontière



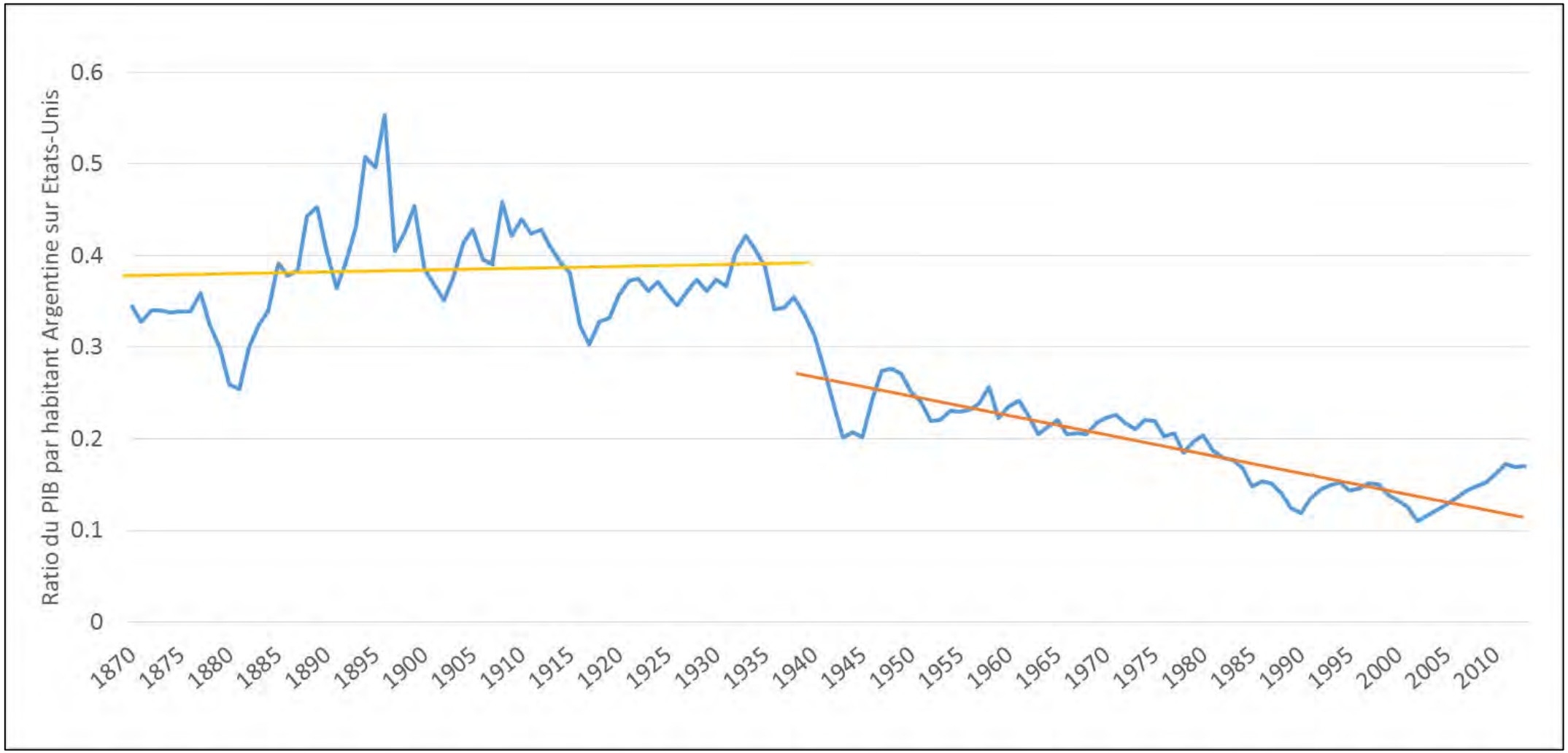
The Rise of China’s Technological Power

Conclusion

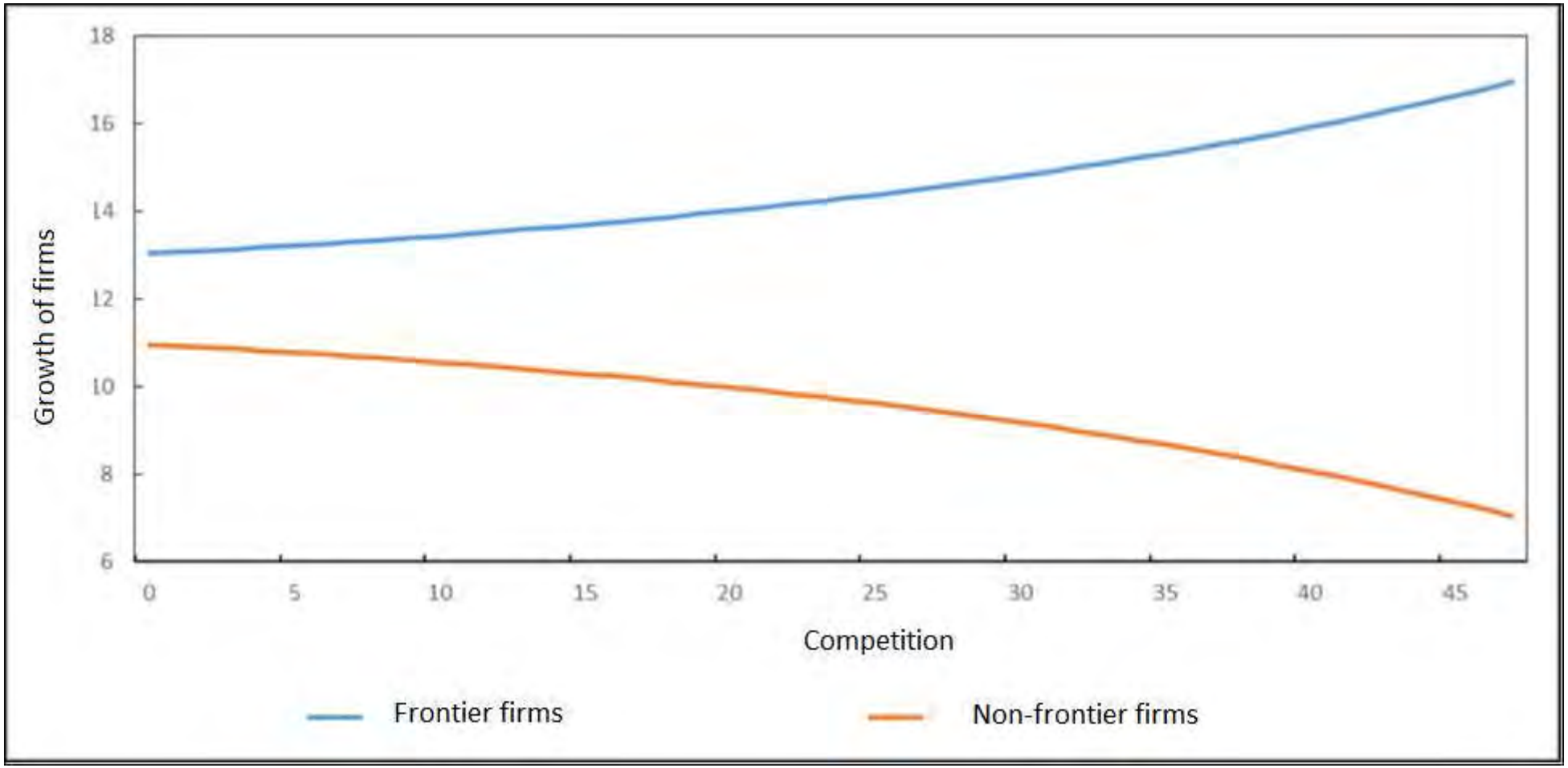
- La **contribution de la Chine à l'innovation** de frontière a augmenté rapidement depuis le début des années 2000.
- La Chine est devenue le **deuxième acteur de l'innovation de frontière** et rattrape rapidement les États-Unis.
- Les **capacités intérieures d’innovation de la Chine** augmentent depuis les années 2000.
- Dans le même temps, le **Japon** et, dans une moindre mesure, **l'Europe**, ont vu leur **importance relative dans l'innovation à la frontière décliner.**

Middle Income Trap

Argentine versus US



Competition, growth and distance to frontier



Institutions appropriees

- Croissance par l’innovation frontiere versus croissance par l’;imitation
- Importance de l’innovation frontiere augmente a mesure qu’un pays se rapproche de la frontier technologique
- Les institutions et politiques qui favorisent l’innovation frontier ne sont pas les memes que celles qui favorisent le rattrapage

Frontier innovation vs catch up growth

$\longrightarrow$ Schumpeterian paradigm is flexible in modeling contribution of past innovations:

$$A_{t+1} - A_t = \mu_n (\gamma - 1) A_t + \mu_m (\overline{A}_t - A_t)$$

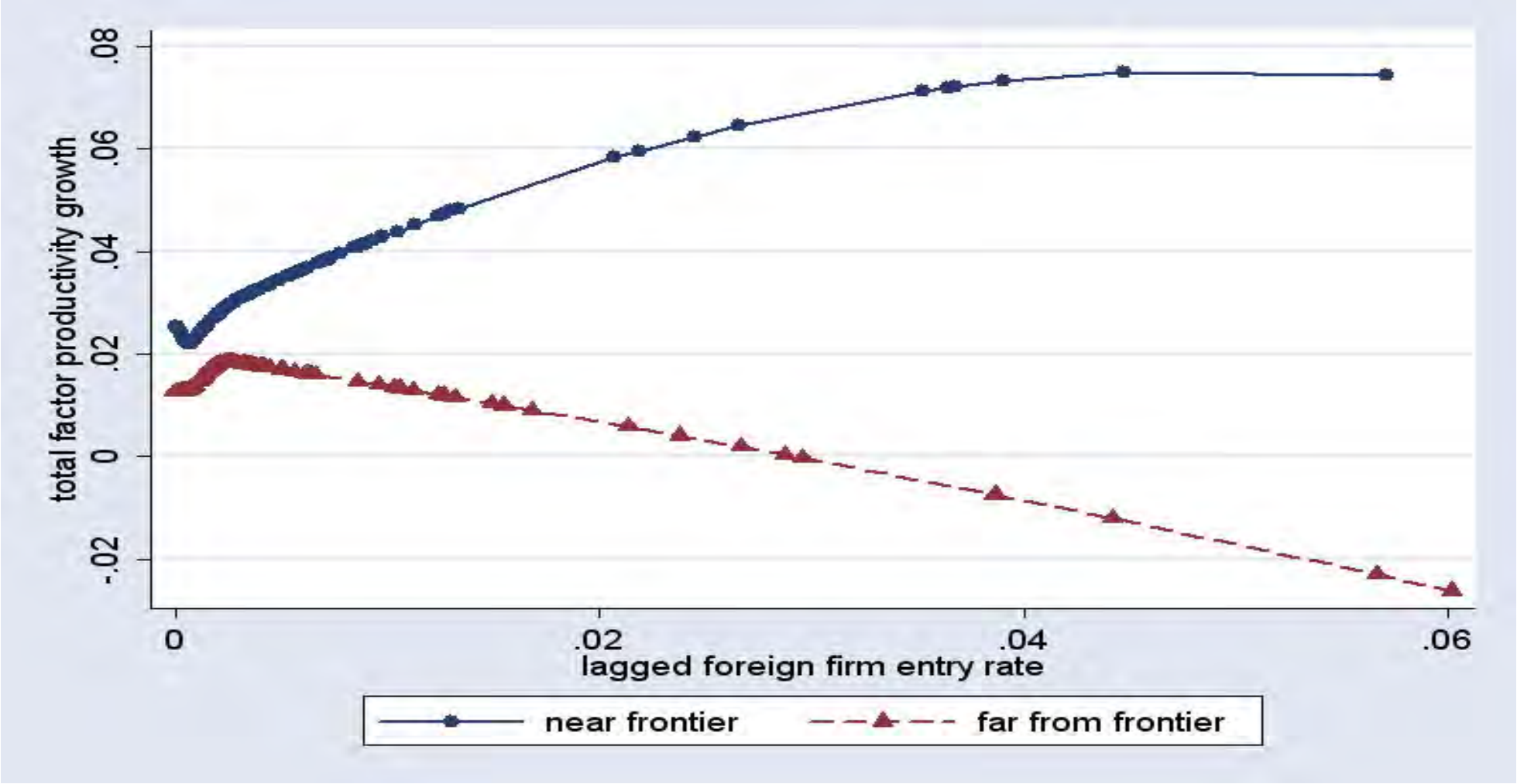
$\Longrightarrow$

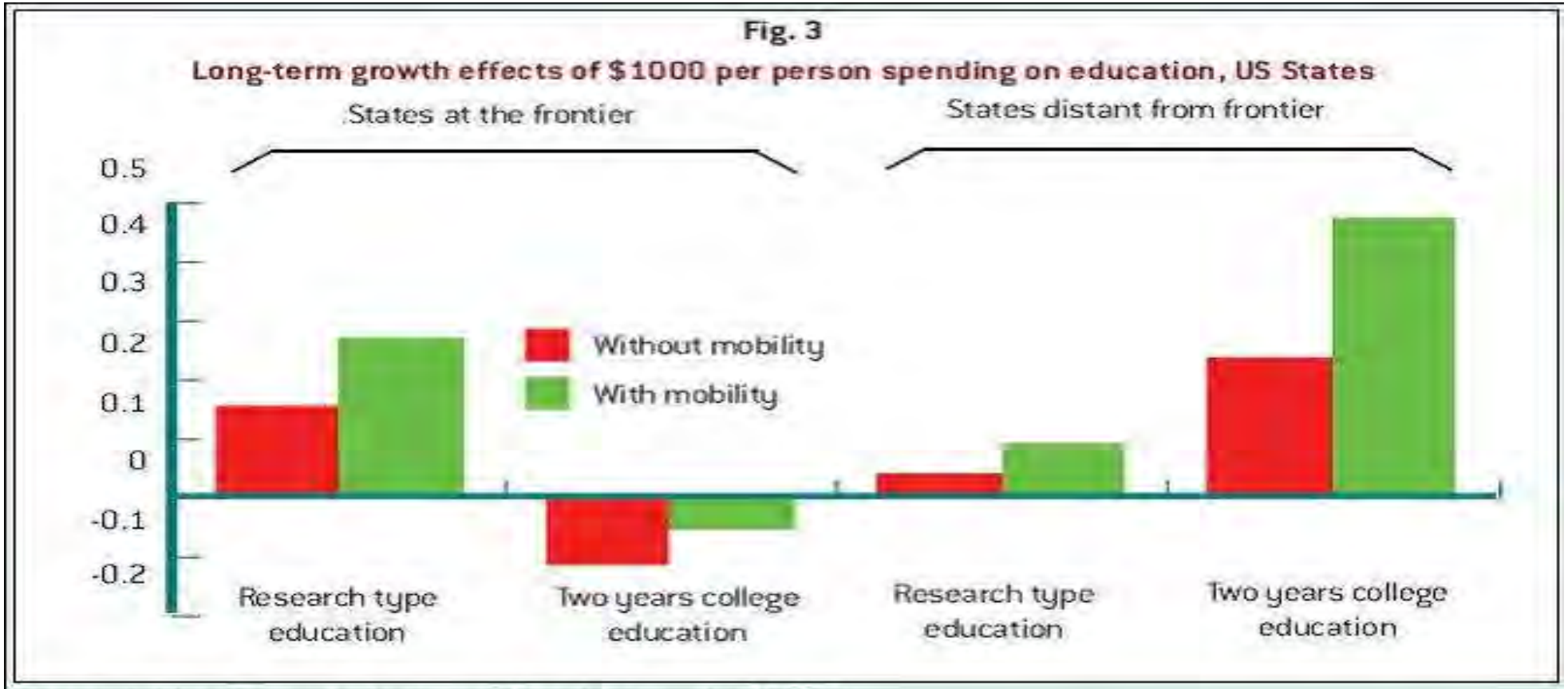
$$g_t = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} = \mu_n (\gamma - 1) + \mu_m \left(a_t^{-1} - 1\right)$$

$\longrightarrow$ *policies aimed at influencing* μ_n *and* μ_m *will affect a country's growth performance differently depending upon its proximity to frontier as measured by* a (Acemoglu-Aghion-Zilibotti (2003))

Enhancing productivity growth in advanced countries

- Investment in higher education
- Liberalization of product market
- Liberalization of labor market


total factor productivity growth
-.02
0
.02
.04
.06
.08
0
.02
.04
.06
lagged foreign firm entry rate
near frontier
far from frontier



Source: Aghion, Boustan, Hoxby and Vandenbussche (2005)

Enhancing productivity growth in emerging market economies

- Foster technology transfers
- Reallocate factors
- Improve management practices
- These levers can be activated both directly and also indirectly though:
  - Reducing corruption
  - Relaxing credit constraints
  - Improving education quality

Wide variation in management: US and Japan leading, developing nations trailing (includes 2013 wave)

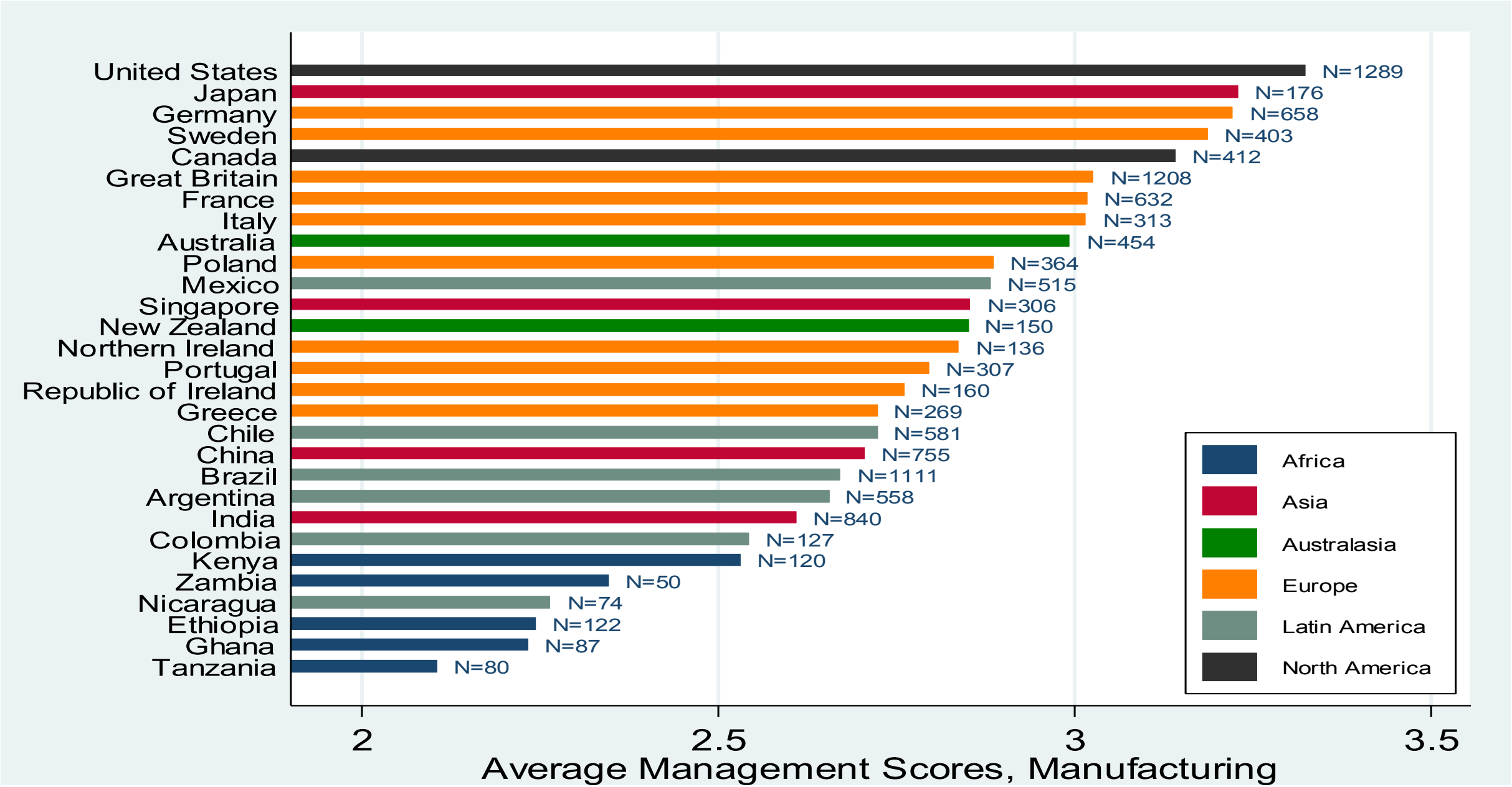


Fig 11.2a: HIGH BARRIERS

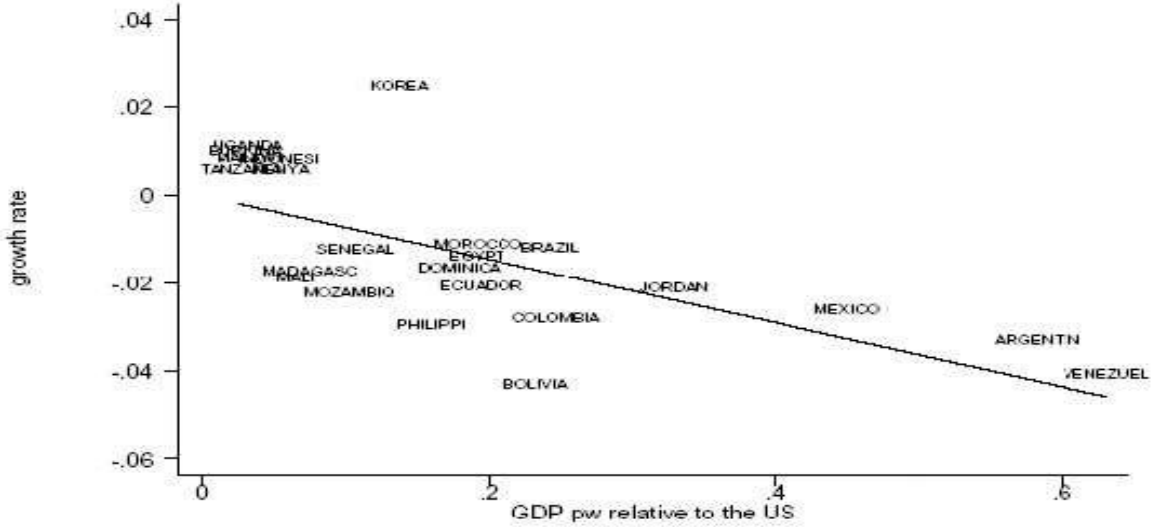


Fig 11.2b: LOW BARRIERS

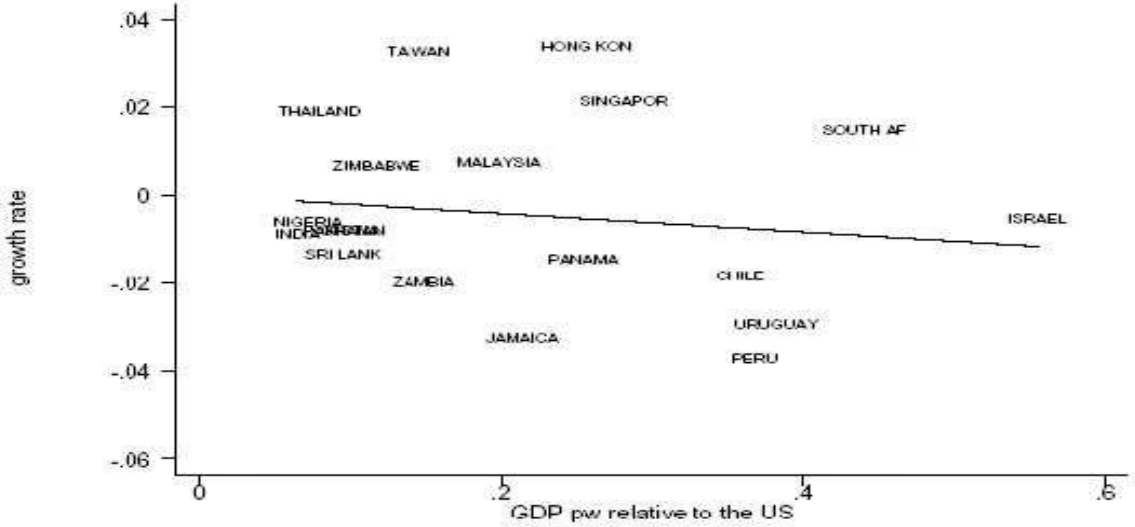


Fig 11.2c: HIGH BARRIERS (FE)

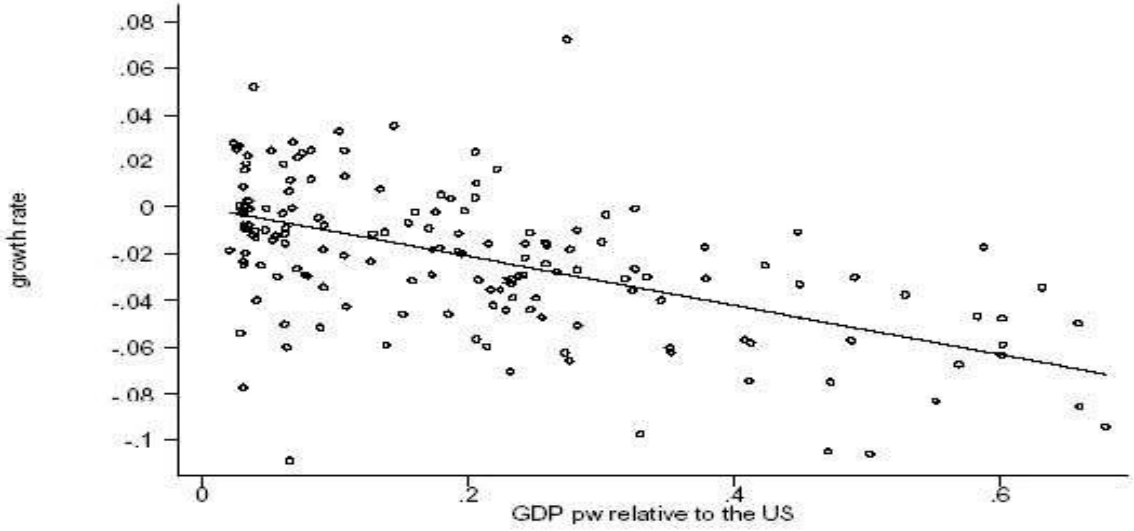
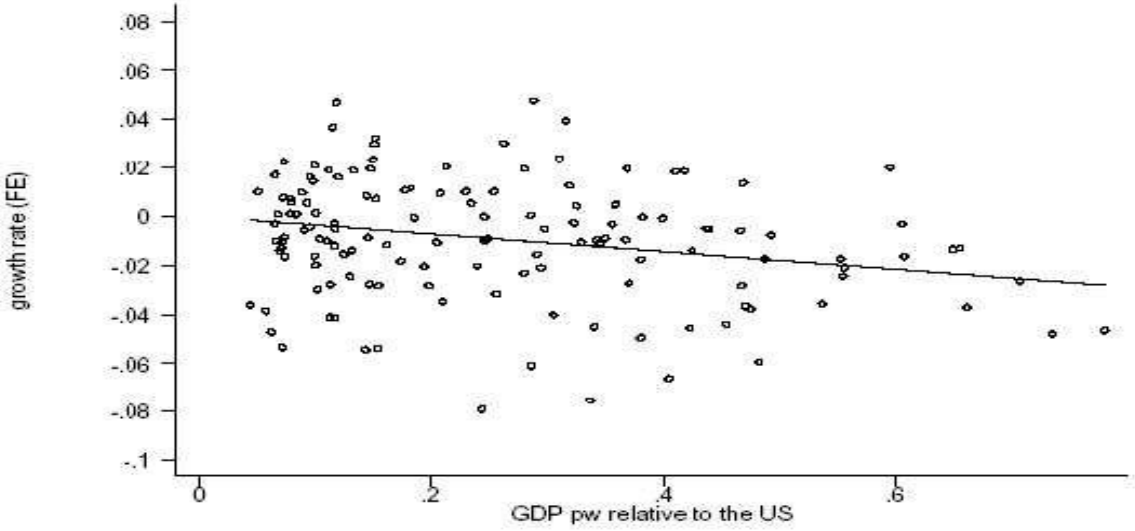
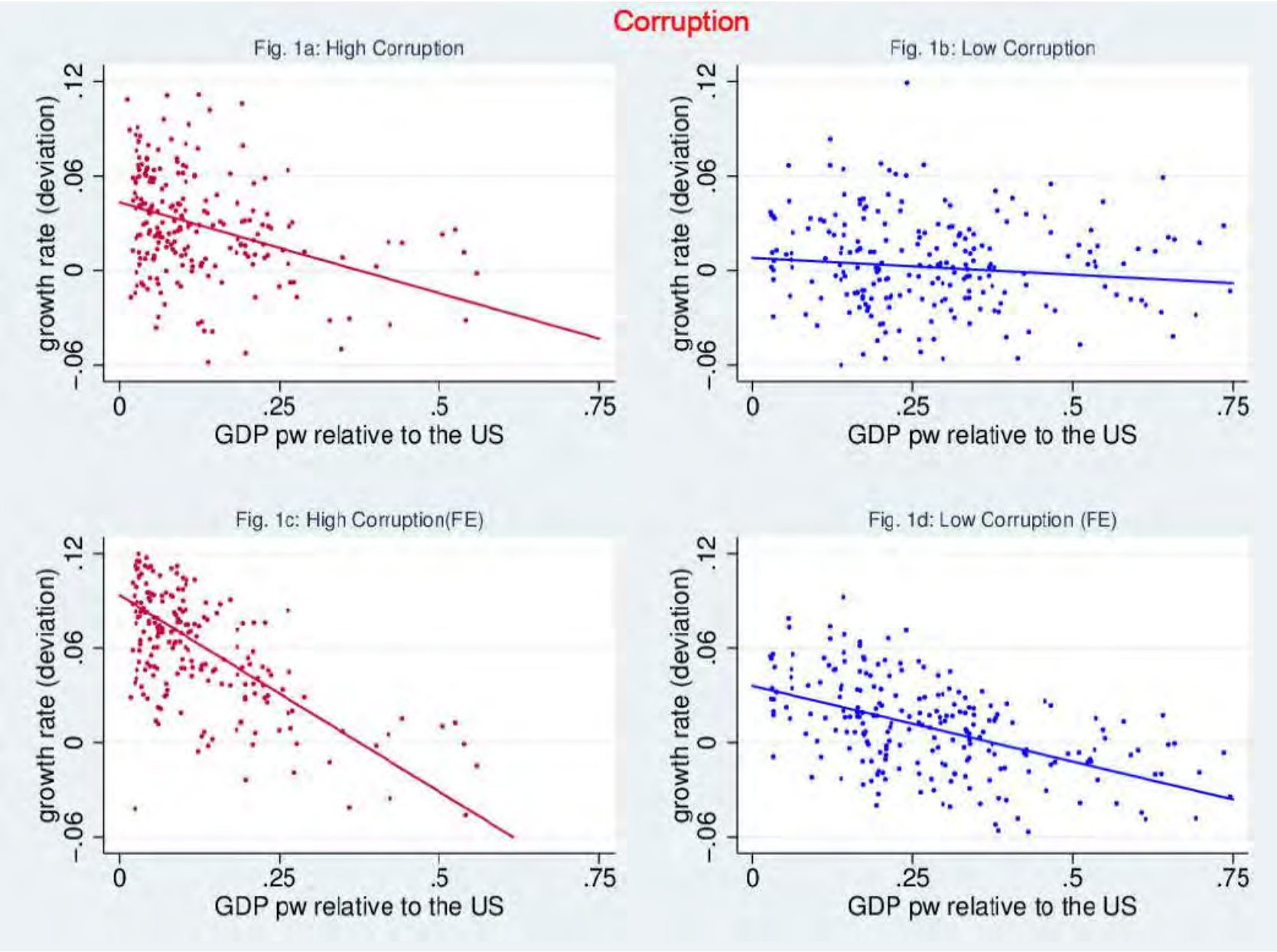


Fig 11.2d: LOW BARRIERS (FE)




Corruption
Fig. 1a: High Corruption
Fig. 1b: Low Corruption
Fig. 1c: High Corruption(FE)
Fig. 1d: Low Corruption (FE)
growth rate (deviation)
GDP pw relative to the US
−.06
0
.06
.12
0
.25
.5
.75

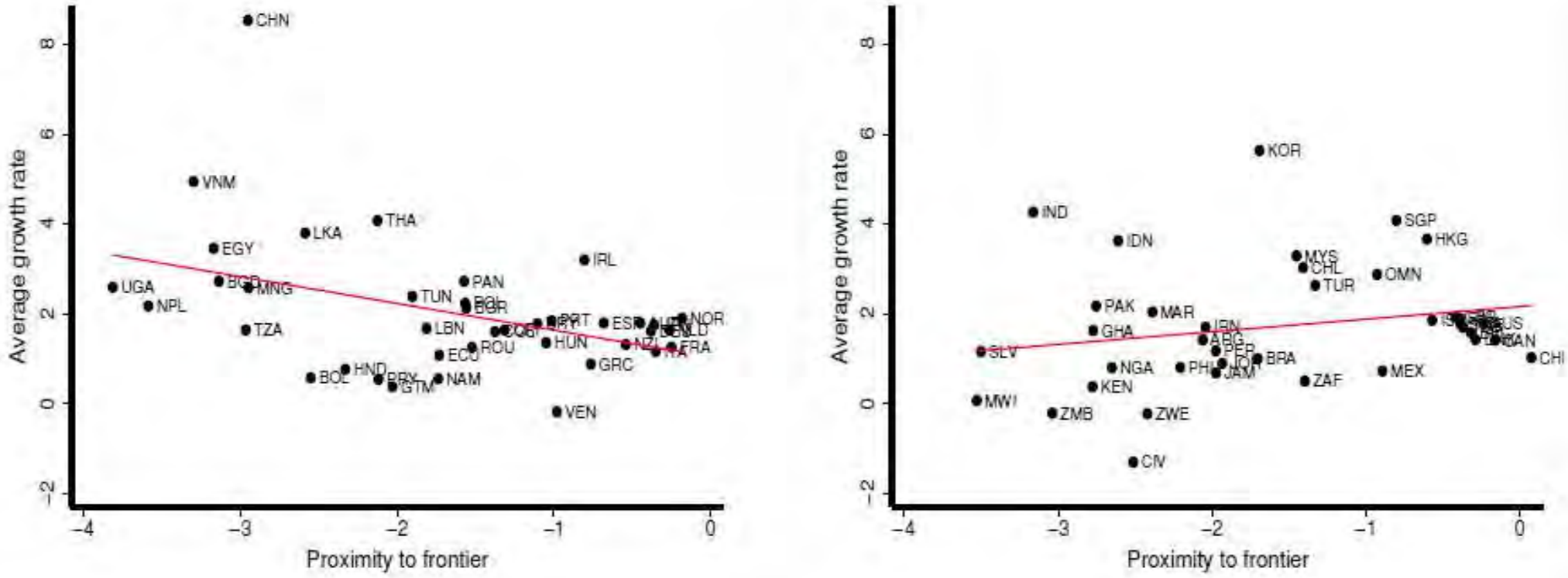


Figure 1: Average growth rate and Proximity to the frontier for the Bank-Based (left) and Market-Based (right) countries (per capita GDP growth rate)

Growth, Democracy and Distance to Frontier

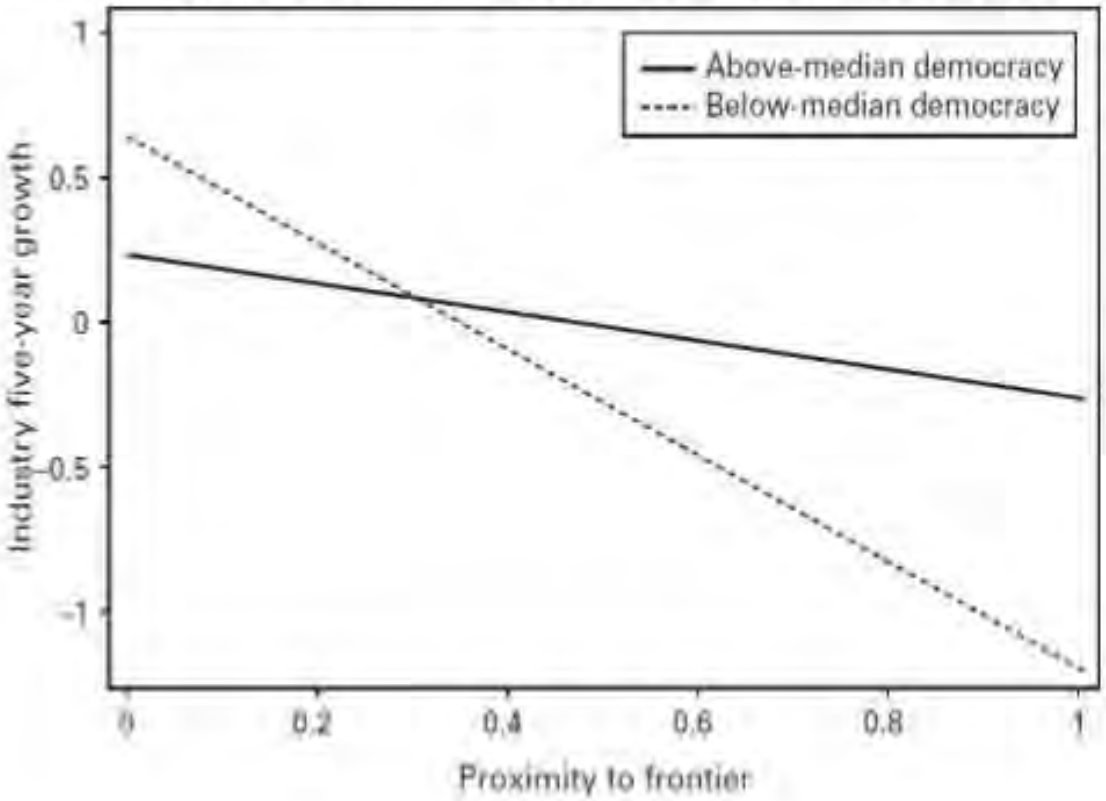
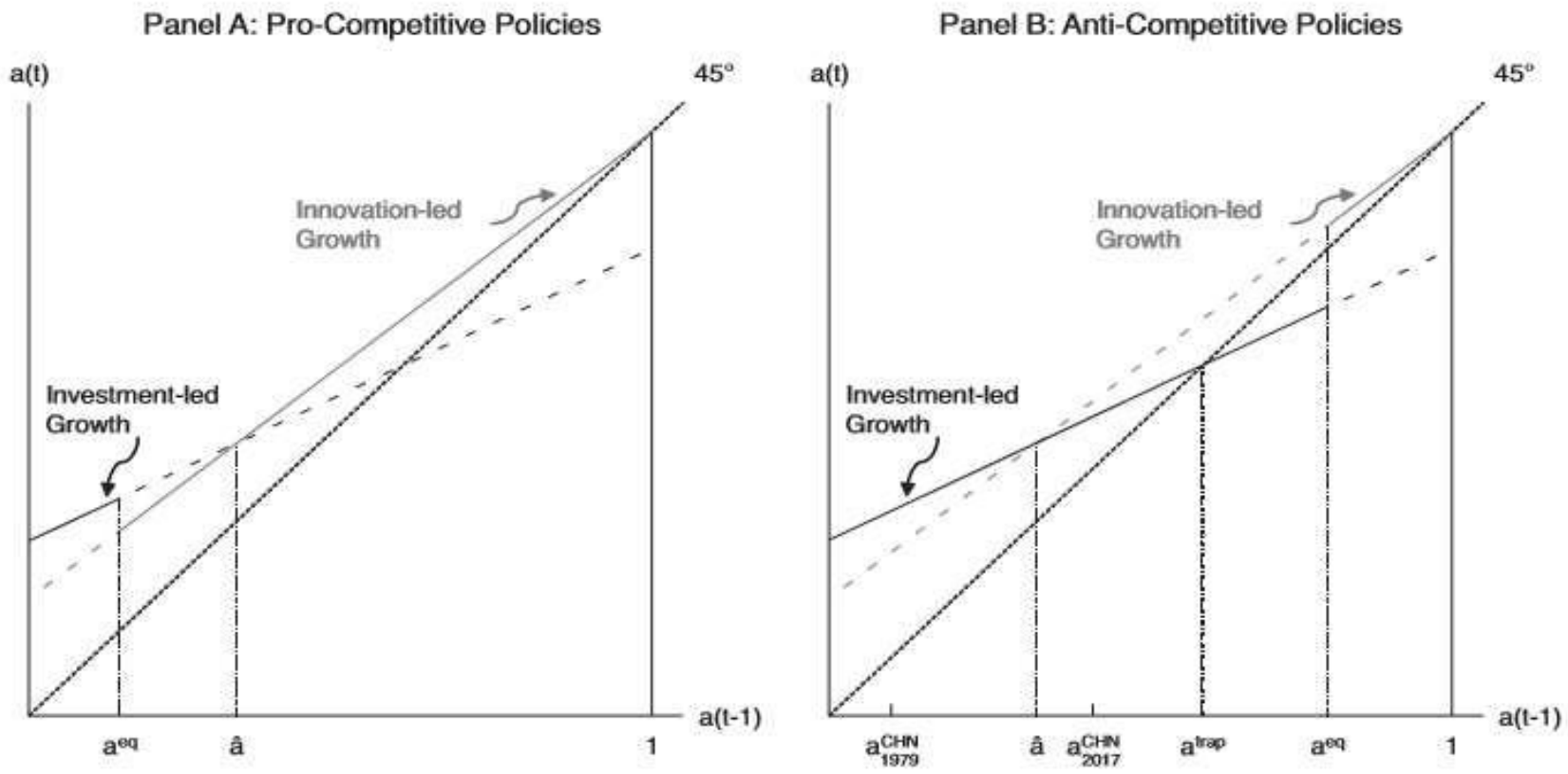


FIGURE 3. AAZ model: comparison between two policy regimes.



Distance to Frontier and Economic Growth

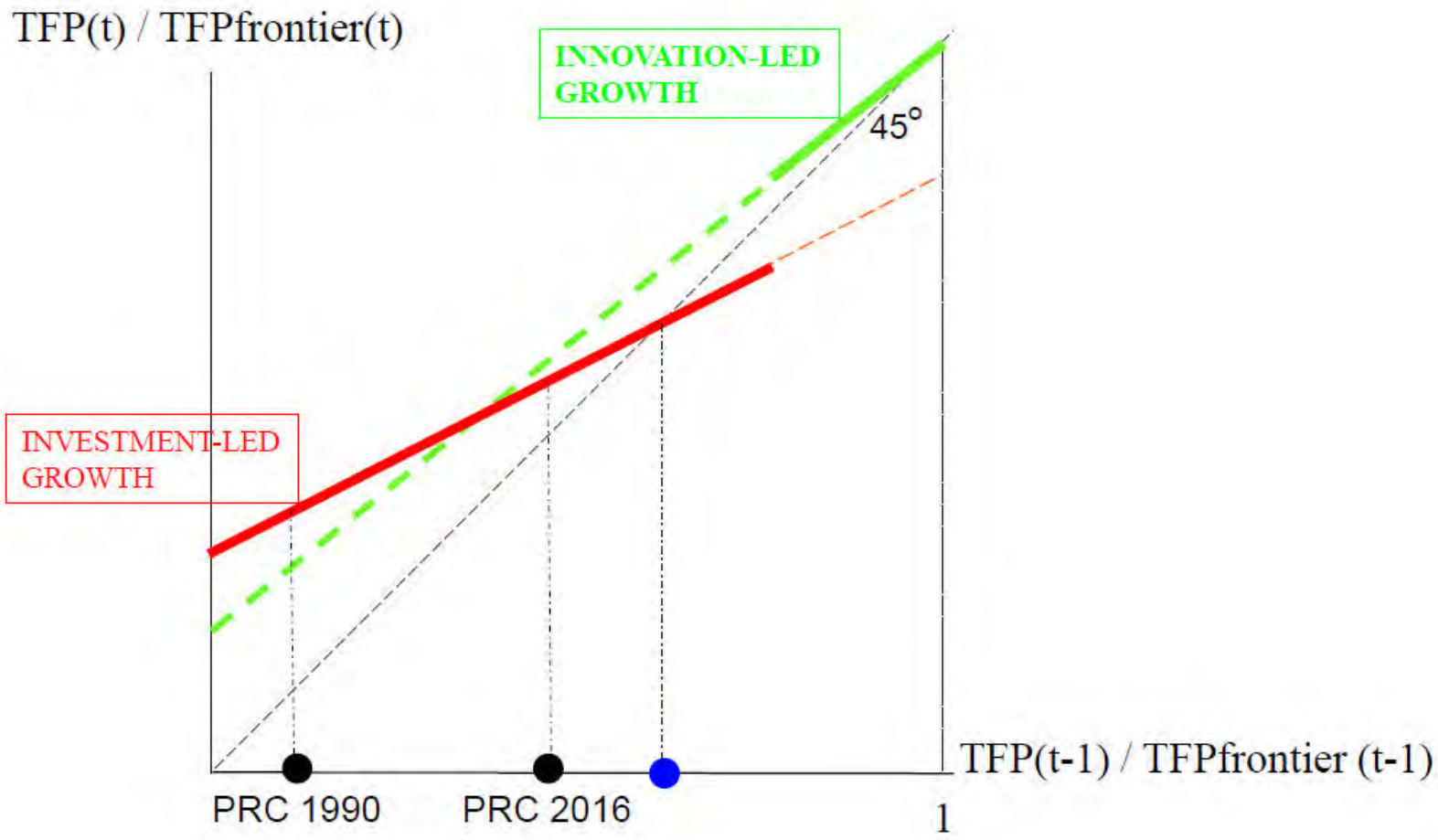
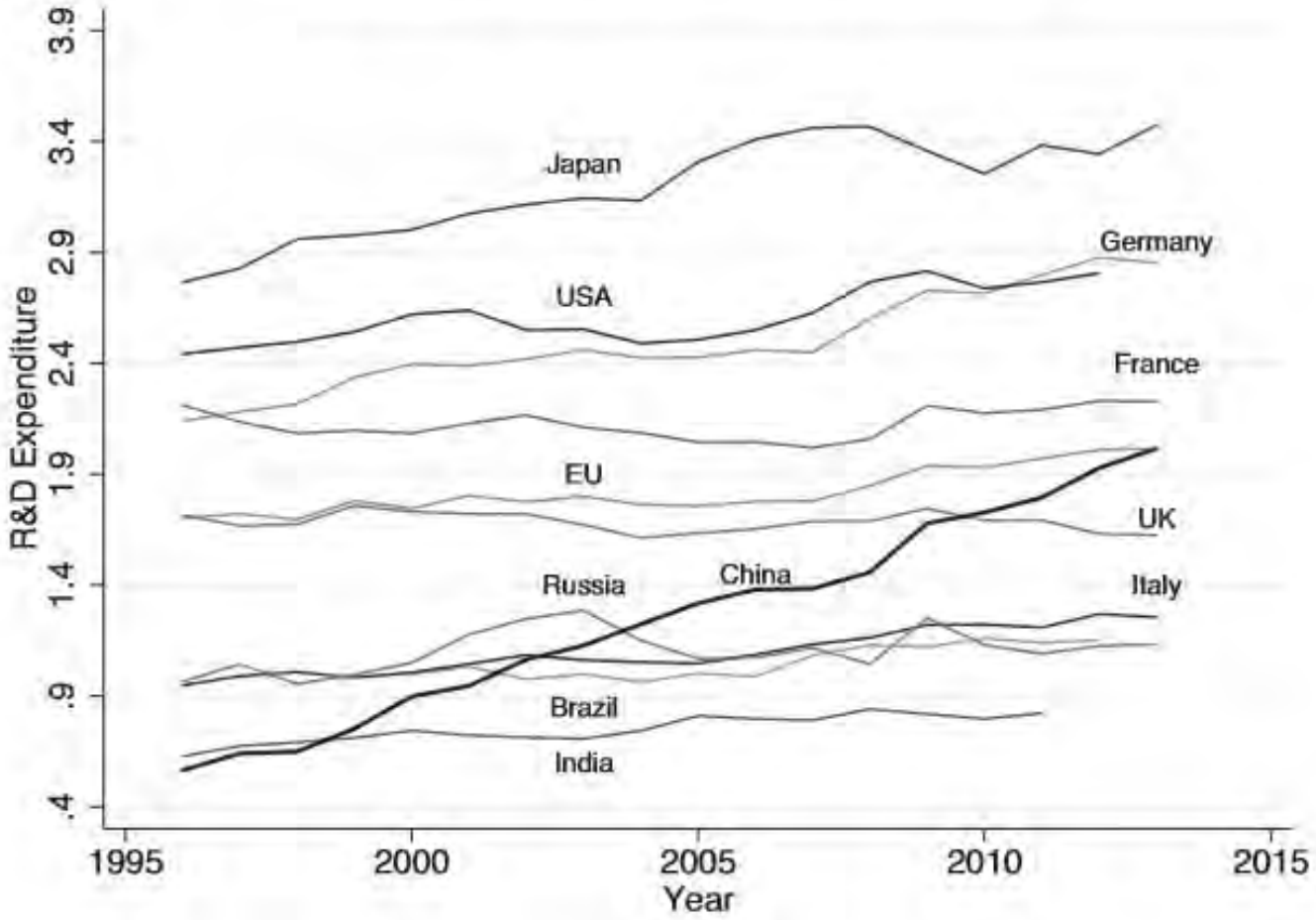


FIGURE 8. R&D expenditure in % of GDP.

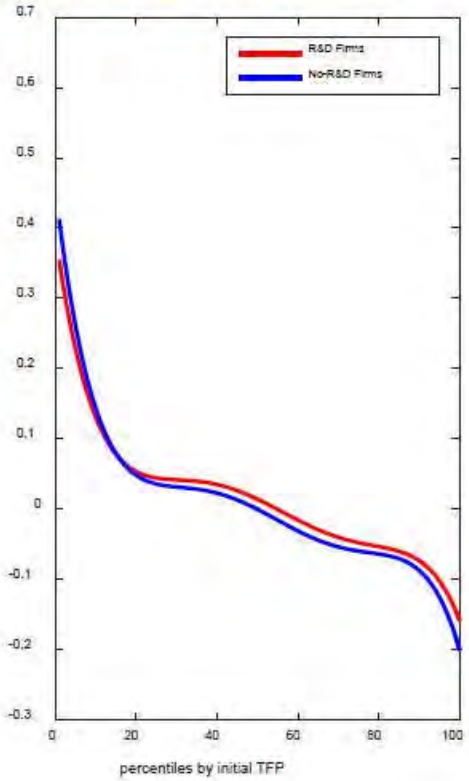


China 2001-07 vs. Taiwan 1988-93

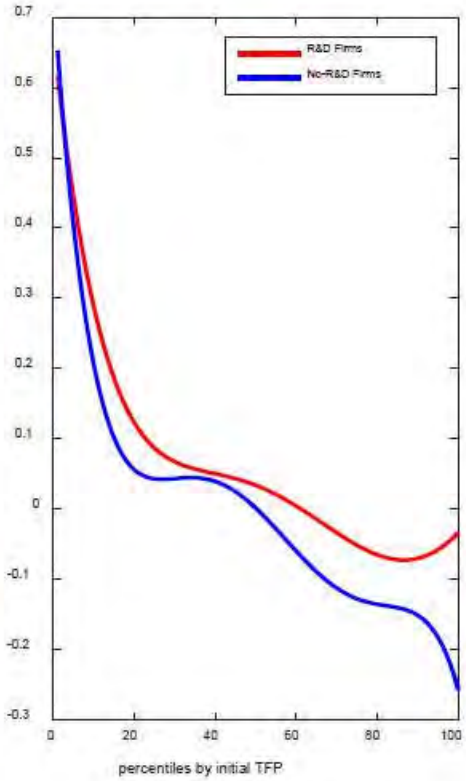
TFP growth is less innovation-driven in China than in Taiwan

… more R&D misallocation in China?

Annual TFP growth



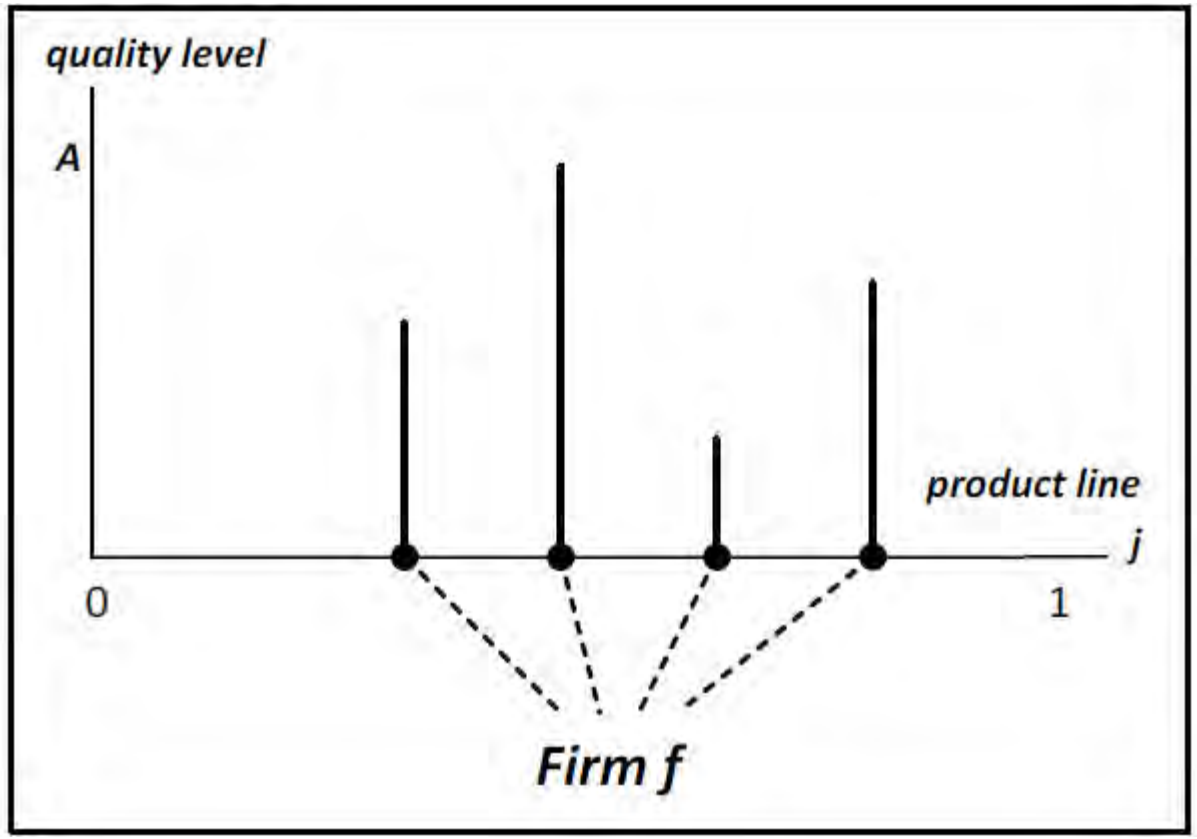
China 2001-07



Taiwan 1988-93

Effect of R&D for top 10% TFP:
China +2.5%
Taiwan + 1.3%

Firm dynamics


quality level
A
product line
j
0
1
Firm f

Firm Size Distribution with Multiproduct Firms

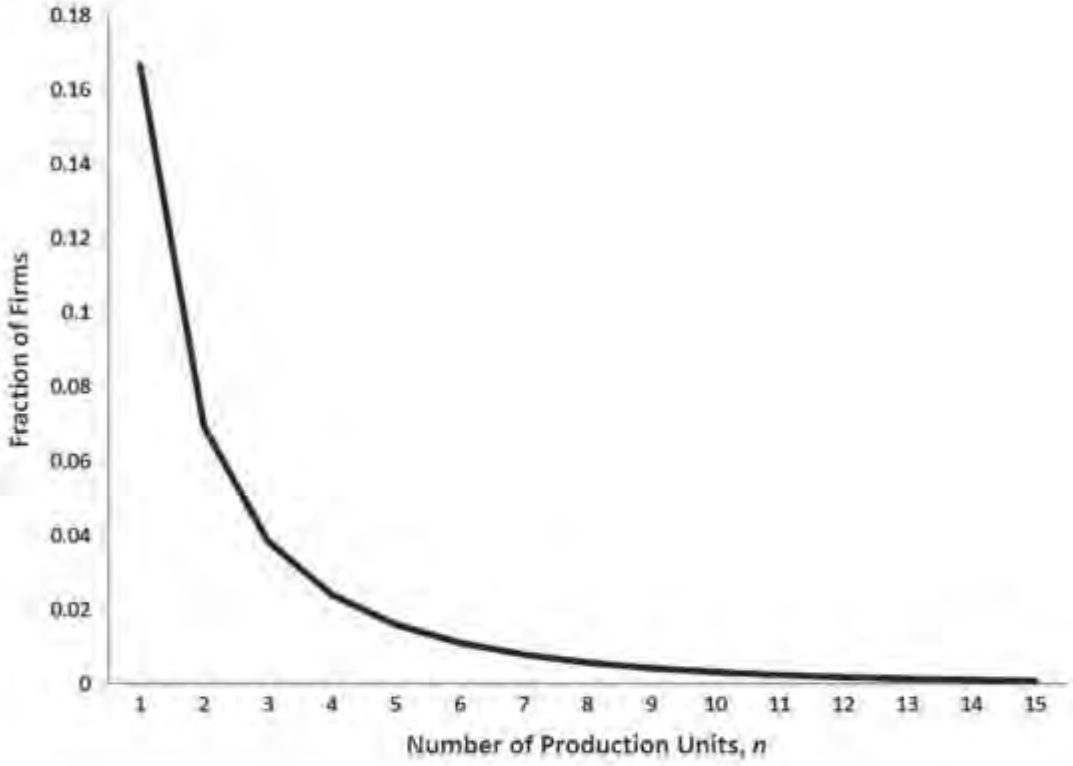
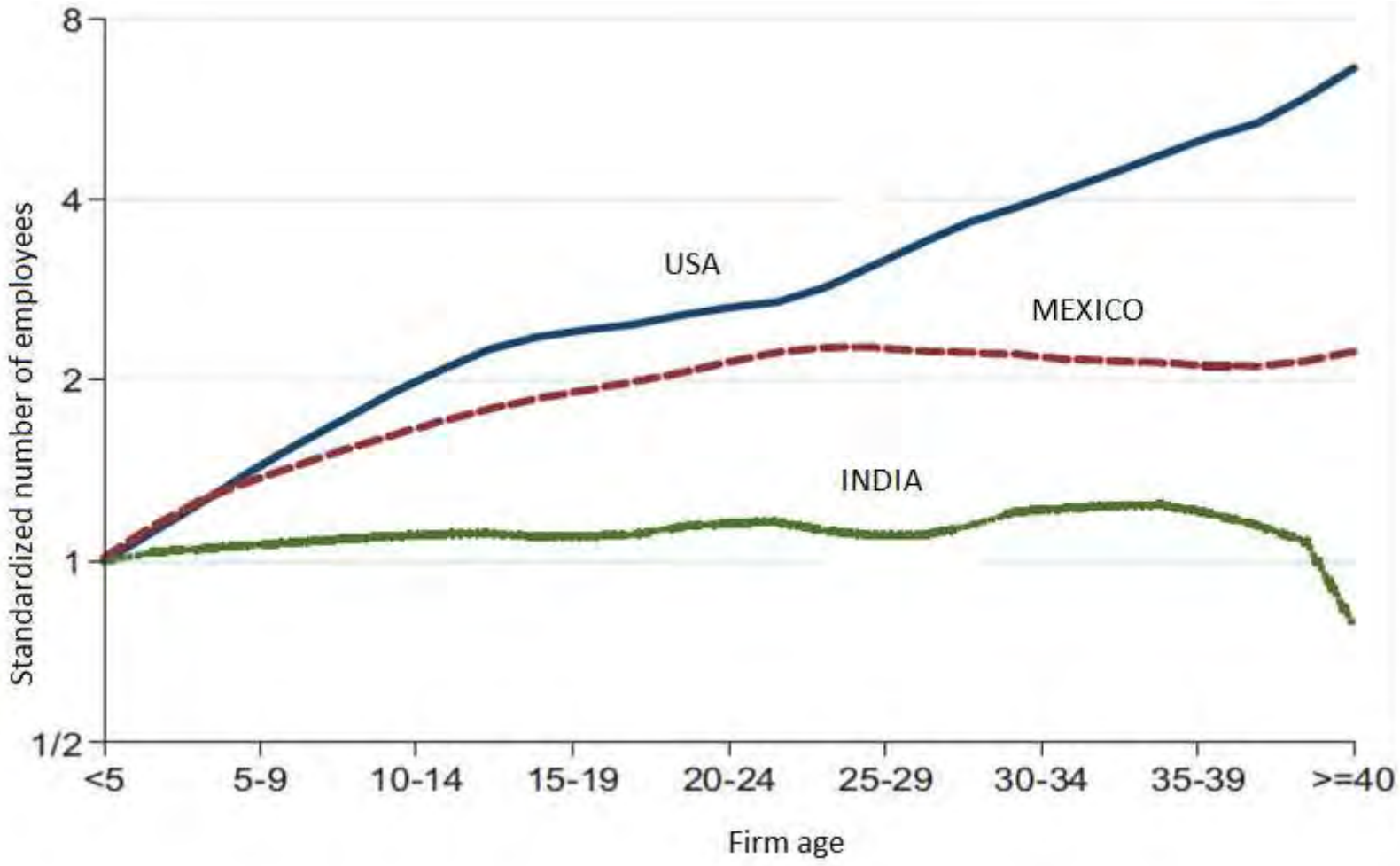


Figure 1.4 Firm size distribution.

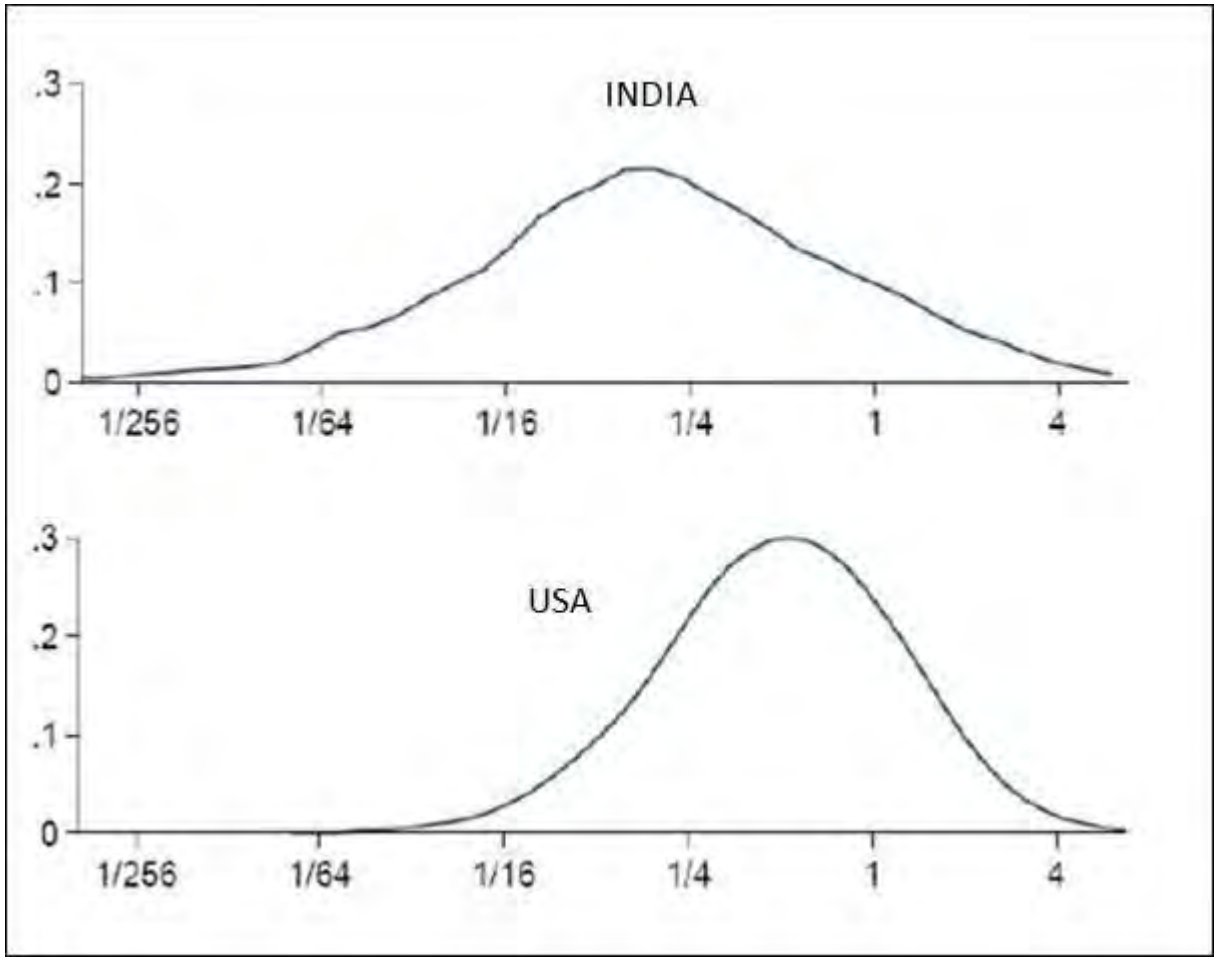
Firm dynamics in “Growth meets Development”

- Hsieh and Klenow
- Akcigit, Alp and Peters

Link between the age and the size of firms



Distribution of firms productivity



Conclusion

- Transition from Imitation based to Innovation based economy
  - Role of institutions and political economy
  - Importance of structural change?
  - The role of firm dynamics
- Next step is to merge these two ingredients into a more comprehensive framework and to test the effects of various policies (trade liberalization,…) on innovation and growth vie their effects on firm dynamics and structural change

Disruptive Innovation and R&D ownership structures (Di Guo, Haizhou Huang, Kun Jiang & Chenggang Xu 2020)

L’innovation sous le socialisme : Kornai (2013)

Sur 87 innovations majeures depuis 1917, aucune créée dans une économie socialiste : pas de compétition Schumpéterienne → croissance de long terme plus basse. Il y a eu des innovation dans le bloc soviétique (centralisation de l’incitation, talent important) mais :

- retards importants dans l’organisation de la production, la diffusion et l’imitation
- manque d’entrepreneurs Schumpéteriens lié au manque de récompense
- manque de compétition pour l’innovation
- manque d’expérimentation décentralisée
- financement trop lent
- Pas de destruction créatrice à cause de contraintes budgétaires + incitations liées au plan
- Rejet d’innovations par le système de planification car risque de ne pas remplir le plan

Quel est le lien entre système politique et innovation disruptive ?

Guo et ses co-auteurs proposent une base théorique pour comprendre le lien entre économies capitalistes et innovation disruptive

- Les grandes découvertes sont le fruit de la recherche et de la course aux financement poursuivis par un grand nombre de firmes indépendantes et en concurrence
- Ce qui caractérise les économies capitalistes plutôt que les économies socialistes planifiées où l'Etat contrôle et centralise une grande proportion de l'industrie

Comparaison de l'innovation entre économies planifiées et capitalistes

Table 1

Characteristics of innovation processes in capitalist and socialist economies

		Capitalism	Socialism
A.	R&D initiatives and decisions	Entrepreneurs/firms	Government
B.	Financial rewards to successful entrepreneurs	Enormous	Insignificant
C.	Competition	Tough	Very weak
D.	Parallel experiments	Extensive	Very limited
E.	Project financing	Flexible	Rigid

Quelles conditions pour l’innovation disruptive ?

Explication de ce lien entre système politique et recherche : la répartition de la propriété impacte le niveau de sélection des découvertes importantes

- Les états font face à des contraintes de budget significativement plus souples que les firmes, car ils peuvent plus facilement contracter de la dette, là où une firme risquerait la faillite
- Contrairement aux firmes, les états ne peuvent donc pas s’”engager” à ne pas poursuivre l’implémentation d’une idée se révélant peu disruptive ex-post

La théorie à l'épreuve des données

Etude de cas : les découvertes majeures dans le secteur pharmaceutique

- C'est une industrie nécessitant un grand apport d'investissement ($97 milliards pour la R&D aux Etats-Unis en 2017) et qui comporte beaucoup d'incertitudes
- On se restreint au développement des **NMEs** (**New Molecular Entities**,les nouvelles substances actives développées par l'industrie pharmaceutique et approuvées par la **FDA** ou **Food and Drug Administration**, le régulateur américain des denrées alimentaires et médicaments)
- La FDA évalue elle-même si les NMEs sont disruptifs, l'article s'inspire de ses critères

La théorie à l’épreuve des données

Résultats :

- Toutes les NMEs approuvées de 1998-2018 à travers le monde proviennent de firmes de pays capitalistes
- 56% ont été produites aux Etats-Unis
- Aucune n’a été produite dans d’anciennes ou d’actuelles économies socialistes, en incluant l’Union Soviétique et la Chine. Ceci les rend très dépendantes de l’import de substances pharmaceutiques

Nombre de NMEs par pays (0 pour la Chine et la Russie)

Table 3

Number of NMEs introduced, by nation, 1998–2018

Country	NMEs (1998–2018)	Share (%)
USA	360	56.34
Switzerland	55	8.61
UK	50	7.82
Japan	39	6.10
Germany	38	5.95
Ireland	26	4.07
France	21	3.29
Canada	8	1.25
Denmark	8	1.25
Netherlands	7	1.10

We determine the home countries of pharmaceutical firms by the locations of their headquarters. Between 1998 and 2018, 612 NMEs were invented, a small number of which were discovered by more than one firm working together. If we count each firm as one point of calculation, the total number of involved firms is 639

Développement des NMEs : régression

On s'intéresse au lien entre le développement des NMEs et l'externalisation de la R&D par les compagnies pharmaceutiques. L'idée étant que si la théorie des auteurs est vérifiée, plus une entreprise externalise sa R&D : 1) plus elle met en concurrence des firmes et 2) plus les contraintes incitatives des firmes s'amplifient

La variable Alliance_10 : nombre de contrats d'externalisation de la R&D établis par la compagnie pharmaceutique avec de plus petites firmes innovantes, 5 à 10 ans avant l'année t

Modèle (1) : prévision du nombre de NMEs élaborées par une firme pendant une année donnée t

Modèle (2) : prévision de l'événement « avoir élaboré une NME pendant l'année t » (NME_D)

Les modèles (3) et (4) restreignent les modèles (1) et (2) aux firmes qui diffusent publiquement leurs données d'actifs, de rendement et d'investissements R&D, afin d'enrichir le modèle par ces variables.

Développement des NMEs : régression

Table 6

Estimates of R&D outsourcing and NME development (outsourcing activities between 5 and 10 years prior to NME approval)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	NME	NME_D	NME	NME_D
Alliance_10	0.0155*** (9.98)	0.0256*** (11.01)	0.00603** (2.63)	0.0154*** (3.84)
Size			0.339*** (5.05)	0.341*** (4.36)
ROA			−0.246 (−1.47)	−0.254 (−1.27)
R&D			0.000267 (0.16)	0.000775 (0.43)
List	0.352** (3.10)	0.277* (2.29)		
Constant	0.217 (0.51)	−2.637*** (−11.33)	−1.935 (−1.20)	−4.904*** (−3.83)
Year-fixed	Yes	Yes	Yes	Yes
Firm-fixed	Yes	Yes	Yes	Yes
Exchange-fixed			Yes	Yes
N	5542	5542	1197	1176

T-statistics are shown in parentheses: *P, 0.05; **P, 0.01; ***P, 0.001

Interprétation :

Le nombre d'alliances établies par une compagnie pharmaceutique a un lien positif et significatif avec l'ampleur du développement de NMEs.

Par exemple, dans le modèle (1), augmenter le nombre d'alliance de 10 permet à la compagnie pharmaceutique de développer 0.16 nouvelles NMEs.

On trouve des résultats similaires en considérant les alliances établies 5 à 15 ans avant l'année t.

En résumé

- Nous avons vu que la théorie économique pouvait expliquer les écarts d'innovation importants entre économies capitalistes et socialistes
- Les innovations disruptives sont permises par la présence de petites firmes en compétition et faisant face à des contraintes budgétaires plus serrées que les gouvernements. Ainsi, les projets rentables et disruptifs s'auto-sélectionnent grâce à ces contraintes.
- La Chine, en retard dans l'innovation pharmaceutique, en est une illustration