

Le progrès technique

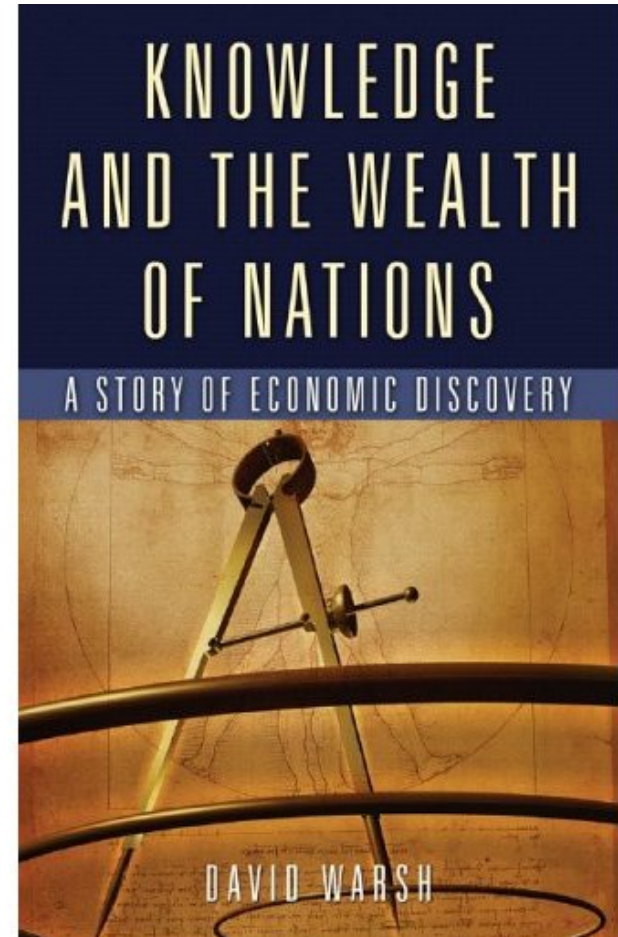


Plan de la conférence

- 1. – La place ambiguë du progrès technique dans l'analyse économique
- 2. – Identifier et mesurer le progrès technique
- 3. – Le progrès technique et intégration internationale
- 4. – Éducation, emploi et inégalités
- 5. – Frontière technologique et le déclin européen en débat
- 6 – Les NTIC

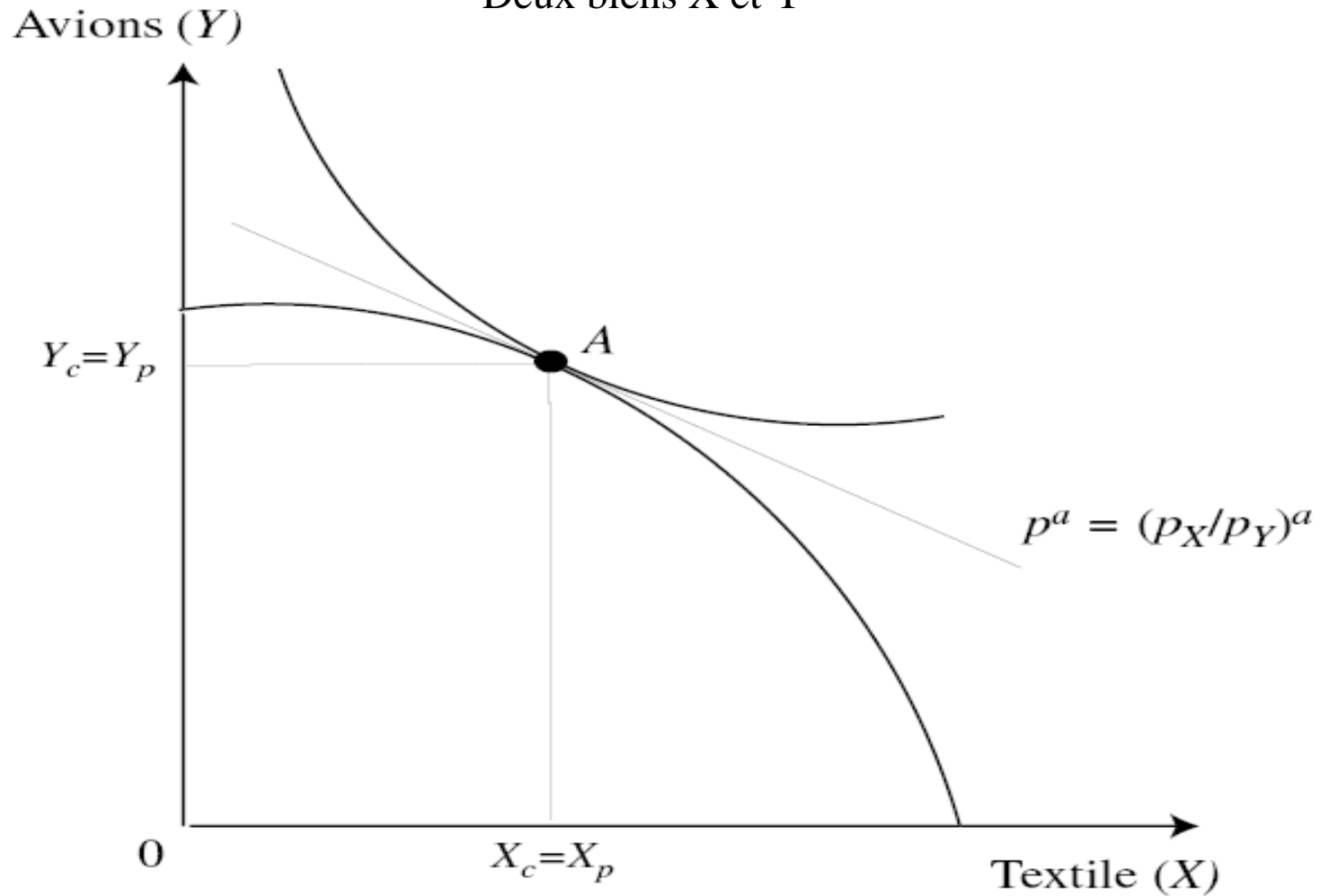
1. – La place ambiguë du progrès technique dans l'analyse économique

- 1.1 - La frontière des possibilités de production
- 1.2 - Adam Smith et les rendements croissants
- 1.3 - Marshall et les externalités positives
- 1.4 - Modéliser les rendements croissants

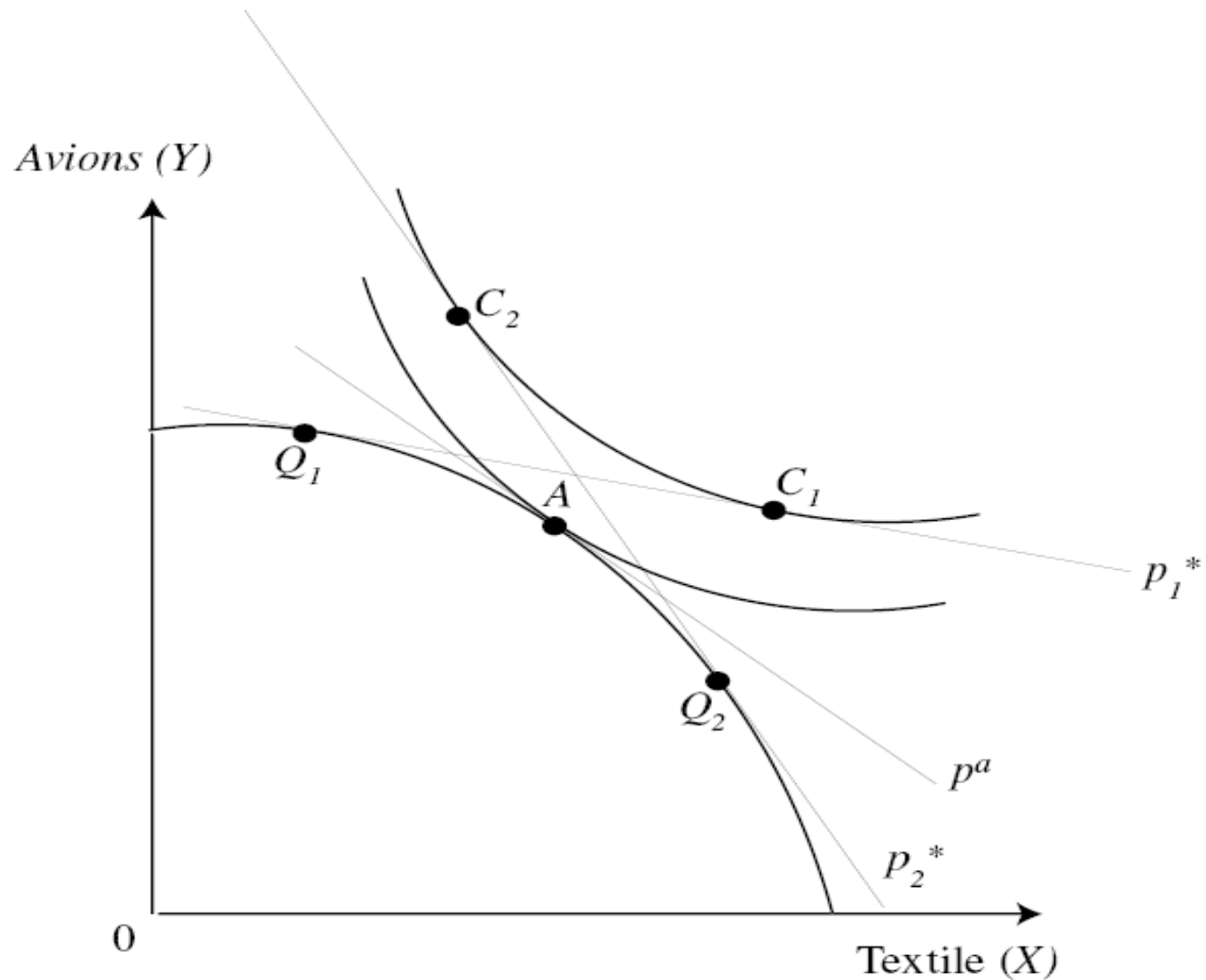


1.1 - La frontière des possibilités de production en économie fermée

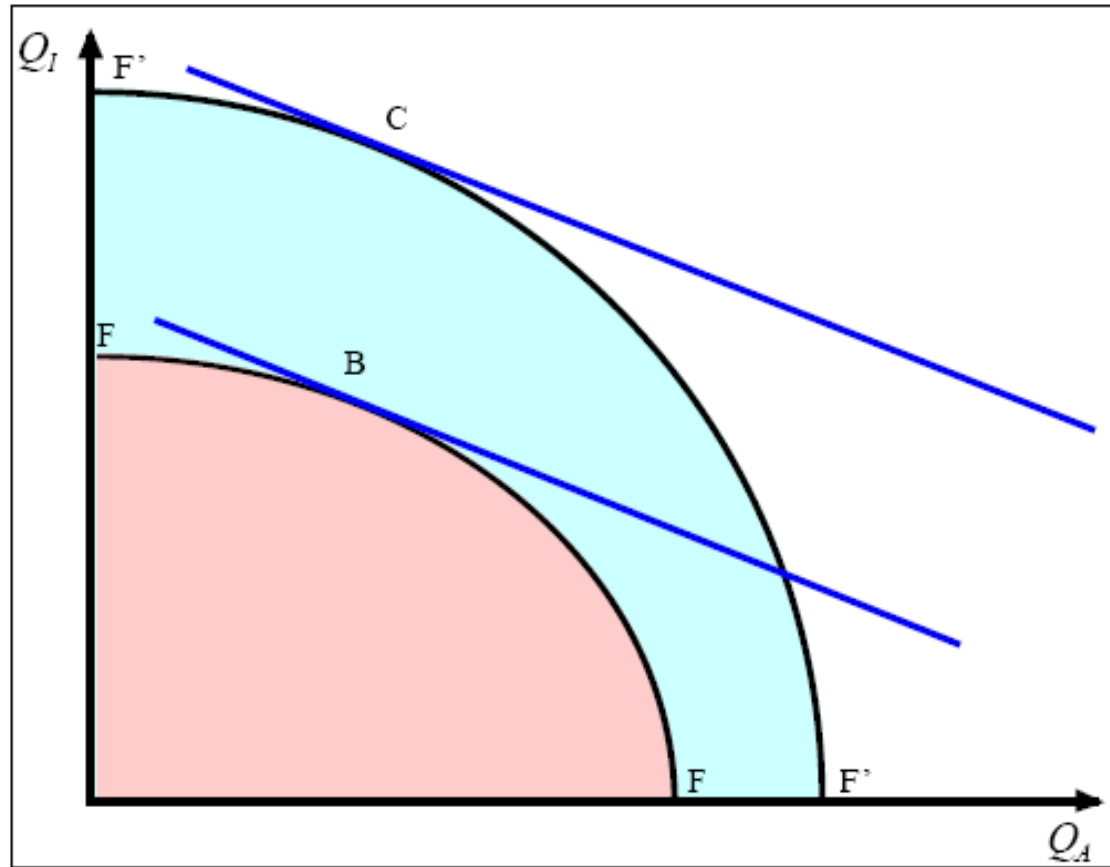
Deux biens X et Y



1.1 - La frontière des possibilités de production en économie ouverte



1.1 - La frontière des possibilités de production et le progrès technique



La croissance peut être biaisée pour deux raisons : d'une part, le progrès technique peut être plus important dans l'un des deux secteurs ; d'autre part, l'accroissement de certaines ressources productives tend à développer davantage la production du secteur qui en est l'utilisateur le plus intensif.

1.1 - Les limites de la frontière des possibilités de production pour les classiques

« **Malthus, Ricardo et John Stuart Mill** raisonnent dans un monde où **la rareté des ressources naturelles** borne la croissance. Le développement conduit à un **état stationnaire**. Il ne faut pas en conclure que ces classiques sont pessimistes ; ils soutiennent que seul **le progrès technique**, qui résulte lui-même des découvertes scientifiques, permet de reporter indéfiniment les limites du développement. » (Alain Béraud)

1.2 – Adam Smith et les rendements croissants

« Pour **Smith**, au contraire, plus l'économie croît, plus elle peut croître : l'augmentation des richesses, en élargissant le marché, permet d'approfondir **la division du travail** et d'augmenter la production. Mieux, l'invention de **nouvelles machines**, facteur décisif dans l'accroissement de la productivité du travail, est l'effet de la division du travail. La rareté des ressources naturelles freine la croissance, mais son influence peut être contrebalancée par les effets de la division du travail. Smith souligne que dans des États comme l'Angleterre et les Pays-Bas, où le développement économique est ancien, le produit continue à croître plus rapidement que dans des pays comme la France où le revenu par tête est plus faible » (Alain Béraud)

1.2 – Adam Smith et les rendements croissants

un paradoxe au cœur de l'œuvre de Smith. D'un côté, il décrit avec la métaphore de **la manufacture d'épingles** la façon dont la division du travail permet d'abaisser les coûts de production, n'ayant pour limite que la taille du marché potentiel ; de l'autre, il montre avec l'idée de « **main invisible** » que la concurrence conduit des individus, en ne se préoccupant que de leur intérêt, à une situation émergente d'équilibre.

1.2 – Adam Smith et les rendements croissants

- Or ces **deux idées sont contradictoires**. Si la division du travail permet d'abaisser les coûts dans une entreprise (c'est l'idée de rendements croissants), alors une entreprise qui produit plus que les autres doit avoir des coûts plus faibles, et il ne devrait y avoir qu'une seule entreprise sur un marché. Mais dans ce cas, il n'y a pas de concurrence, et pas d'ordre spontané ; Ou alors, les rendements de la production sont décroissants, et il y a concurrence et équilibre par la main invisible ; mais très rapidement, la croissance économique s'arrête.

1.2 – Adam Smith et les rendements croissants

Donc, soit on suppose que les rendements sont croissants, **on explique la croissance**, mais on aboutit à un résultat absurde : il devrait y avoir une seule entreprise produisant tout pour tout le monde ; Soit on suppose que les rendements sont décroissants, **on explique la concurrence** et ses résultats – mais on ne peut expliquer la croissance économique telle qu'elle est.

1.3 – Marshall et les externalités positives

« Lorsqu'une opération économique, entre deux agents A et B, a des effets sur un troisième agent C sans qu'il y ait transaction monétaire ou convention d'échange entre A et C ou entre B et C, on dit qu'il y a création d'une *externalité*. Si l'externalité créée s'opère au détriment de C, c'est-à-dire si elle diminue son bien-être actuel, ou l'empêche de jouir d'un bien, d'un service potentiel, on dit qu'il s'agit d'une ***externalité négative*** ou d'une ***deséconomie externe***. Si du fait de la transaction entre A et B, l'agent C voit augmenter son bien-être, sa richesse, ses possibilités d'action, de connaissance, s'améliorer son environnement, on dit qu'il y a création ***d'externalité positive*** » (Yann Moulier Boutang)

1.3 – Marshall et les externalités positives

« C'est l'économiste **Alfred Marshall** qui a introduit la notion **d'externalités positives technologiques** à propos d'une entreprise C qui, par son implantation géographique, bénéficie d'aménités (transport, accessibilité, proximité des marchés, des concurrents) au-delà de sa contribution fiscale ou marchande. Chez Alfred Marshall, la part de croissance de la firme qui ne relève pas de l'accumulation du capital et du travail, mais de la technique, s'explique par ces externalités technologiques » (Yann Moulier Boutang)

1.3 – Marshall et les externalités positives

- Alfred Marshall explique comment la spécialisation et la compétition coexistent
- Si les rendements sont décroissants sans limite, la taille des firmes devient infiniment petite
- Si les rendements sont croissants sans limite, la taille des firme devient infiniment grande
- Solution de Marshall : **la courbe en U** reliant coût marginal à quantité produite
- Pour Marshall, ces rendements croissants sont essentiellement externes à la firme et internes à l'industrie.

1.3 – Marshall et les externalités positives

Le successeur de Marshall à Cambridge, **Arthur C. Pigou** a justifié la rationalité des politiques de transfert publics en montrant que la création d'externalités empêchait de confondre l'utilité sociale et collective avec l'agrégation des utilités individuelles. Les externalités permettent au raisonnement économique très mal armé pour traiter les problèmes d'interdépendance, d'aborder les problèmes **d'échange et de coordination dans des systèmes complexes** où il n'existe pas de contrepartie monétaire réglée par des prix de marché.

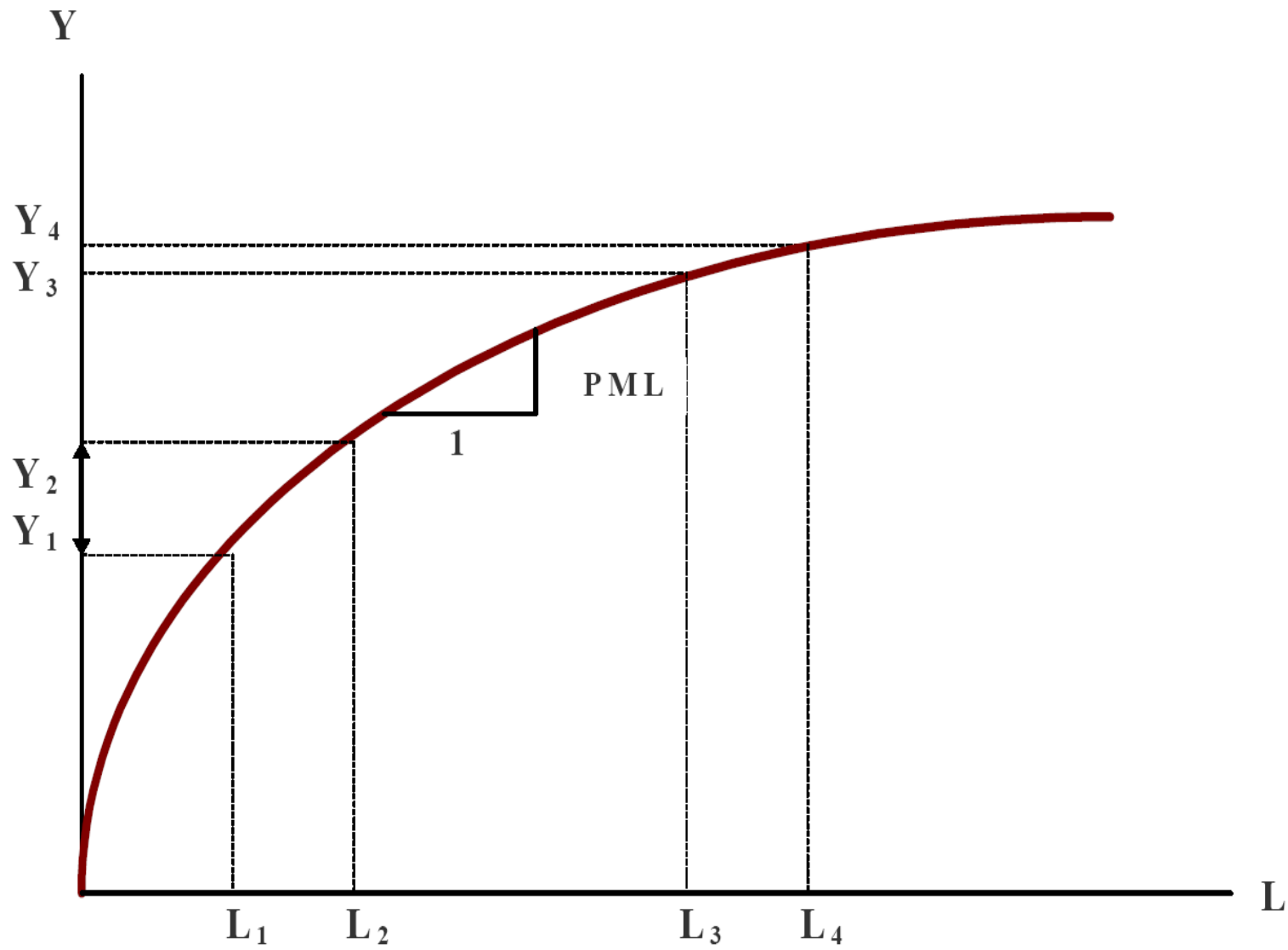
Petit rappel sur le modèle de Solow

Lois des rendements d'échelle constants

$zY = F(zK, zL)$ z nombre quelconque

Lois des rendements factoriels décroissants

Si l'un des facteurs est maintenu constant, l'augmentation de la production qu'il est possible d'obtenir en accroissant marginalement la quantité de l'autre facteur est de plus en plus faible. La productivité marginale des facteurs décroît => voir le graphique suivant avec K fixe



Modèle de croissance économique par accumulation du capital

- *a) La production par tête ou $y = f(k)$*
- *b) L'équilibre économique*
- **$y = c + i$ (production = demande)**
- **$c = (1-s) y$ (fonction de consommation)**
- Il s'en suit que : **$y = (1-s) y + i \Rightarrow i = sy$**
- Puisque : **$y = f(k) \Rightarrow i = sf(k)$**

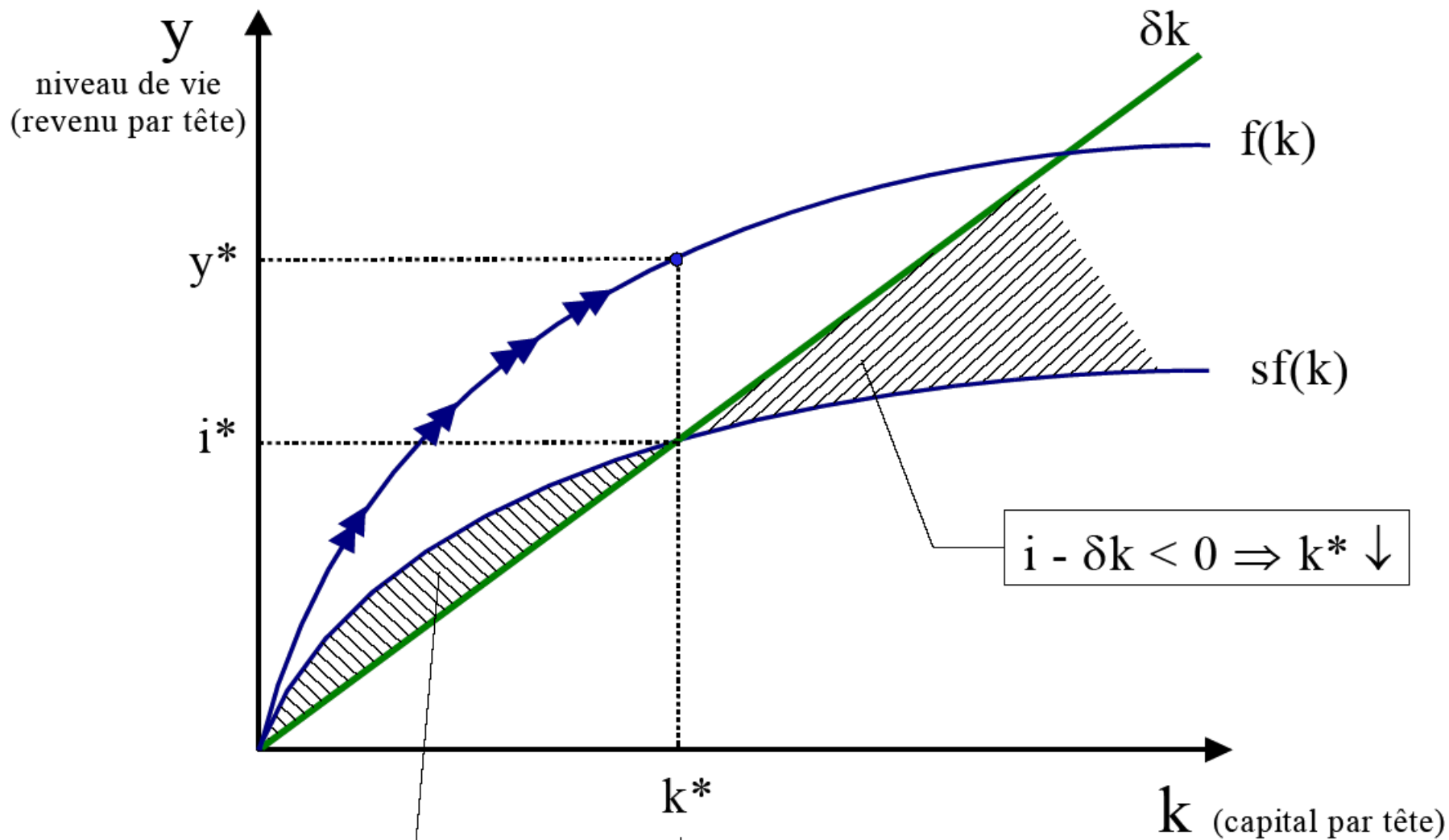
L'équilibre d'état régulier

- L'équilibre d'état régulier de l'économie est atteint au point k^* . A partir de ce point, la croissance du revenu par tête, donc des niveaux de vie est interrompu, mais non la croissance macroéconomique.
- En effet pour que Y/L et K/L soient constants lorsque L augmente au taux de 2% l'an par exemple, il faut que Y et K augmentent aussi au taux de 2%.

c) *L'amortissement et la limite de la croissance par accumulation du capital*

L'accroissement du capital par tête : $\Delta k = i - \delta k$, cesse lorsque l'épargne est entièrement absorbée par l'amortissement, c'est à dire lorsque : $i^* = \delta k^*$

Toute économie atteint l'état stationnaire défini, par k^* , i^* et y^* , quel que soit son stock initial de capital



$i - \delta k < 0 \Rightarrow k^* \downarrow$

$i - \delta k > 0 \Rightarrow k^* \uparrow$

$i = \delta k^* \Rightarrow k^* \text{ stationnaire}$

Le rôle du progrès technique

- Le progrès technique a pour effet d'augmenter » la force de travail, parce qu'il en augmente l'efficacité. Un travailleur dans la zone euro produit aujourd'hui à peu près 10 fois ce que le travailleur au début du 20ème siècle produisait. C'est comme si le nombre de travailleurs était multiplié par 10.
- On peut alors mesurer la force de travail en «unités efficaces », qui dans l'exemple précédent est dix fois plus élevé.

Comment le capital humain contribue-t-il à la croissance économique ?

- Dans la littérature économique, nous distinguons **deux voies majeures** de contribution du capital humain à la croissance. La première, formalisée par **Lucas** considère que le capital humain joue le même rôle dans la production que le capital physique. Le capital humain rentre dans la fonction de production comme un facteur accumulable qui augmente la productivité globale à technologie constante. Ainsi, on compense les rendements décroissants du capital et donc on soutient la croissance dans le long terme.

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- La **deuxième approche** considère que c'est la dimension technologique du capital humain qui est déterminante pour la croissance. Nelson et Phelps [1966] émettent l'idée que c'est le niveau de capital humain qui permet à l'économie de s'adapter plus ou moins rapidement au changement technologique, qui est le moteur de la croissance de long terme.

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- Les nouvelles théories de la croissance dite endogène (Aghion et Howitt [1992], [1998] et Romer [1990] formalisent explicitement le lien entre capital humain, adaptation et innovation technologique et croissance.

Dans ces nouvelles théories de la croissance, l'innovation et l'adaptation technologique sont les moteurs de la croissance de la productivité et donc de la croissance à long terme d'un pays.

1.4 - Modéliser les rendements croissants

L'objectif de la théorie de la croissance endogène est de montrer que **le progrès technique « ne tombe pas du ciel »** mais résulte de choix économiques des agents.

Harrod (1961) distingue **6 sources du progrès technique** : l'innovation ; les améliorations de l'offre de travail (santé, formation) ; une meilleure organisation ; l'amélioration de l'offre de produits.

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- Au niveau de la modélisation, la possibilité d'une croissance endogène repose sur une hypothèse de rendements d'échelle croissant. Dès lors, la seule façon d'endogénéiser le progrès technique tout en conservant le cadre de la concurrence pure et parfaite (CPP), est de postuler que ces rendements d'échelle apparaissent comme un phénomène externe au moment du choix individuel des firmes (i.e. qu'ils ne sont pas perçus comme croissants mais comme constants par chacune des firmes).

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- En présence d'externalités, le marché est défaillant : le niveau atteint à l'équilibre décentralisé fondé sur le seul rendement privé n'est pas optimal. Ainsi, dans le domaine de la R&D, la non prise en compte des externalités liées au savoir se traduit par un sous-investissement en recherches (rendement privé < rendement social).

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- Pour palier cette défaillance allocative du marché, l'Etat dispose de différents moyens :
- - Il peut inciter les firmes à investir davantage en augmentant le rendement privé (via des subventions ou des avantages fiscaux)
- - Il peut modifier le cadre juridique dans lequel opèrent les agents (politique de la concurrence, renforcement des droits de la propriété intellectuelle).

1.4 - Modéliser les rendements croissants

- *Existe-t-il un niveau de droits de la propriété intellectuelle (DPI) optimal ?* Le degré de protection associé à la propriété intellectuelle est un enjeu de premier rang dans une économie de l'innovation fondée sur la connaissance : il s'agit d'éviter le double écueil de la protection excessive (où l'innovateur s'accapare une rente indue en pratiquant un prix de monopole pendant une trop longue durée) ou insuffisante (où l'incitation à l'innovation est alors trop faible).

2. – Identifier et mesurer le progrès technique

- 2.1 – Progrès technique innovation
- 2.2 – Mesurer la progrès technique
- 2.3 – De la mesure aux recommandations

2.1 – Progrès technique innovation

- Définitions de **Progrès technique** sur le Web :
 - nouvelles connaissances ou procédés appliqués à la production et/ou à l'organisation afin : (1) d'améliorer les méthodes de production et/ou l'organisation du travail; (2) de développer/améliorer les moyens de production; (3) d'inventer et de mettre sur le marché de nouveaux biens et services ou (4) de modifier/améliorer les biens et services existants.
- www.cetech.gouv.qc.ca/site/francais/lexique.asp

2.1 – Progrès technique innovation

Taxonomies de l'innovation

- Innovations de produit - innovations de procédé
- Innovations radicales (l'ordinateur) - innovations incrémentales (de petite taille)
- Innovations génériques (ou horizontales, progrès appréciables dans l'ensemble du système économique) - innovations spécifiques

2.1 – Progrès technique innovation

- Des concepts qui fleurissent
 - - Innovation perturbatrice
 - - Intelligence innovation
 - - Grappes d'innovation
 - - Innovation cumulative
 - - Innovation pull – Innovation push
 - - Innovation transformatrice...

2.2 – Mesurer la progrès technique

- La productivité du travail

	1890	1913	1950	1973	1987	multiple 1987/1890
Etats-Unis	2,82	4,68	11,39	19,92	23,04	8,2
Allemagne de l'Ouest	1,52	2,32	3,40	12,83	18,35	12,1
France	1,52	2,26	4,58	14,00	21,63	14,2
Japon	0,58	0,86	1,69	9,12	14,04	24,2
Royaume-Uni	2,86	3,63	6,49	13,36	18,46	6,5

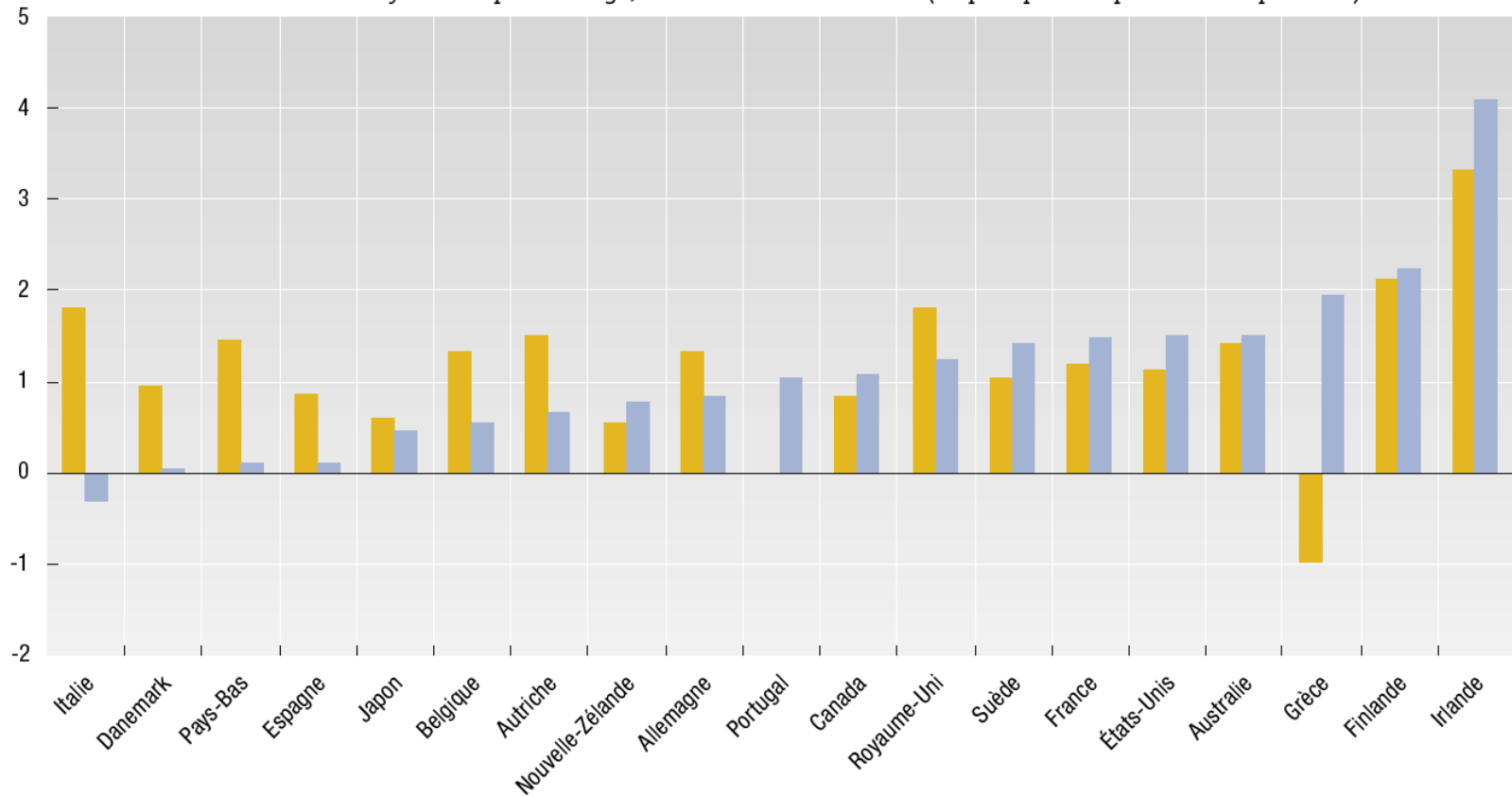
(*) PNB par homme–heure, aux prix relatifs américains de 1985 (dollars)

Source : Maddison 1991

2.2 – Mesurer la progrès technique

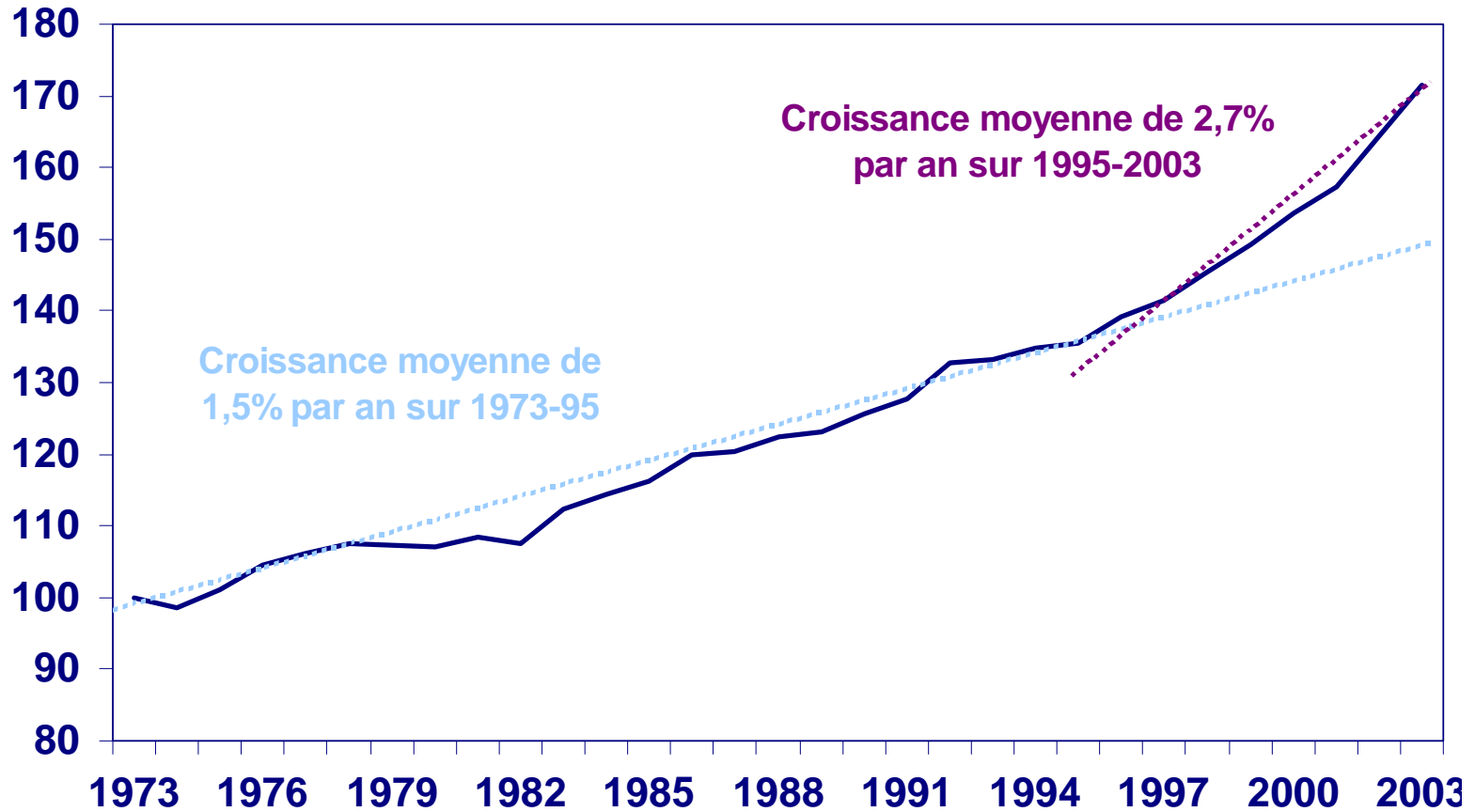
Productivité multifactorielle

Croissance annuelle moyenne en pourcentage, 1991-1995 et 1995-2003 (ou plus proches périodes comparables)



Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/281507810122>

2.2 – Mesurer la progrès technique (Etats-Unis)



2.2 – Mesurer la progrès technique

Tableau 5 : Comptabilité de la croissance, Etats-Unis et France

	Etats-Unis			France		
	1980– 1989	1989– 1995	1995– 2001	1980– 1989	1989– 1995	1995– 2001
Taux de crois. du produit	3,38	2,43	3,76	2,38	1,30	2,34
Contributions (*) de :						
Capital TIC	0,45	0,49	0,99	0,18	0,19	0,42
Capital non-TIC	1,08	0,70	1,11	1,94	0,93	0,73
Heures travaillées	1,03	0,62	0,89	-0,30	-0,17	0,40
Qualité de la main d'oeuvre	0,30	0,36	0,23	0,24	0,61	0,19
Prod. globale des facteurs	0,52	0,26	0,54	0,32	-0,26	0,60

Taux de croissance annuels moyens, en %

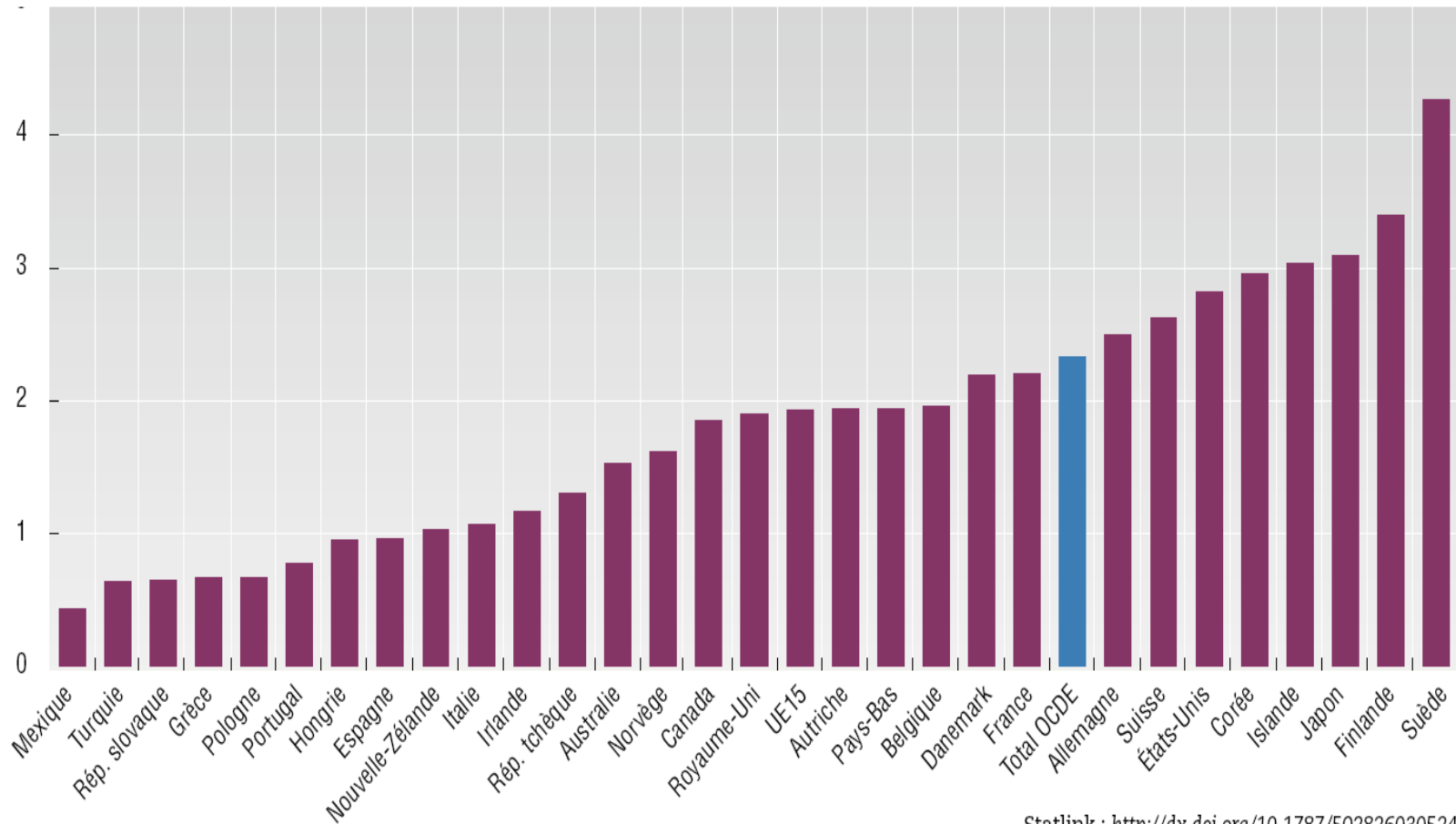
(*) Part en valeur multipliée par taux de croissance

Source : Jorgenson 2004

2.2 – Mesurer la progrès technique

Dépense intérieure brute de recherche et développement

En pourcentage du PIB, 2002 ou dernière année disponible

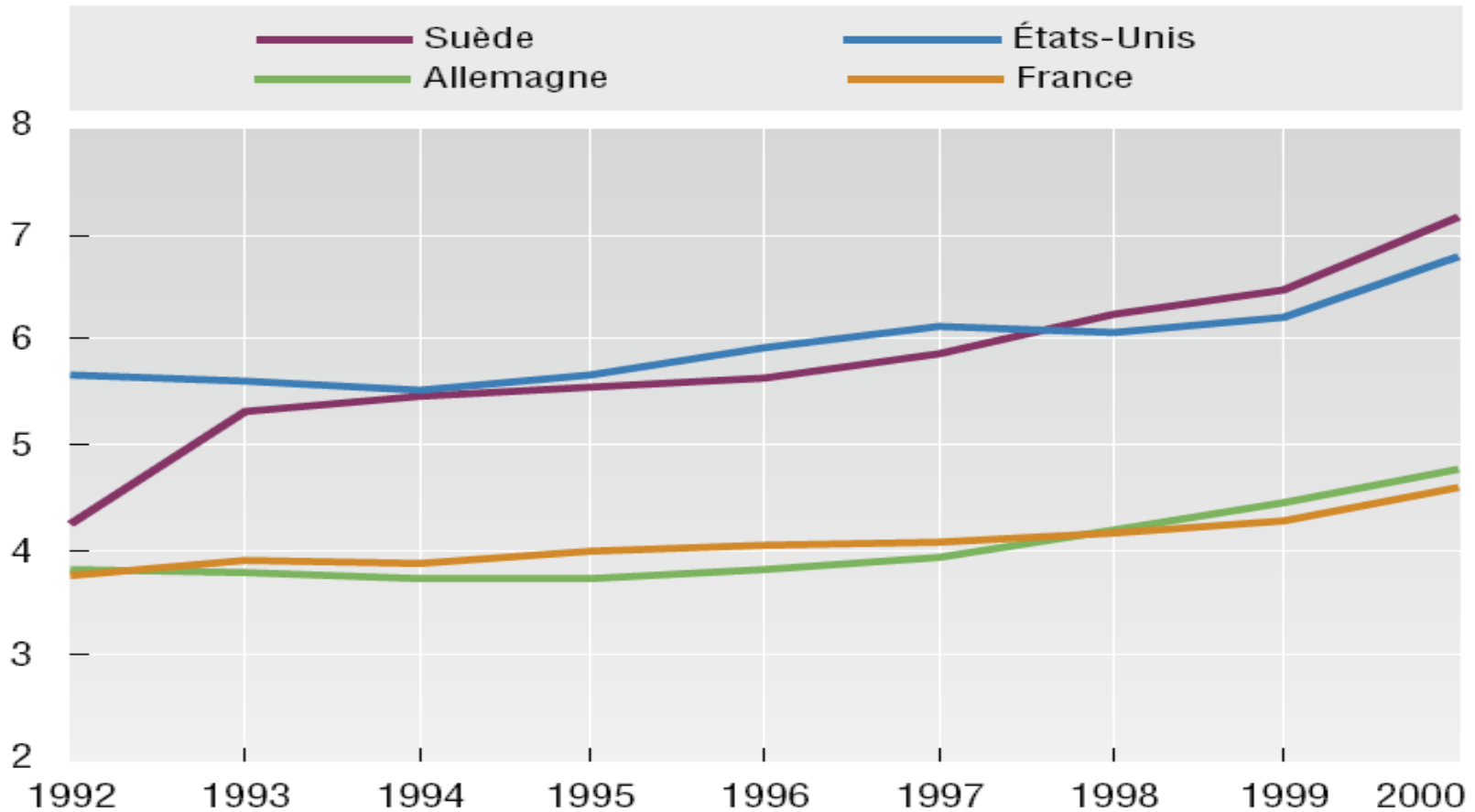


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/502826030524>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Exemples d'investissements dans la connaissance

En pourcentage du PIB

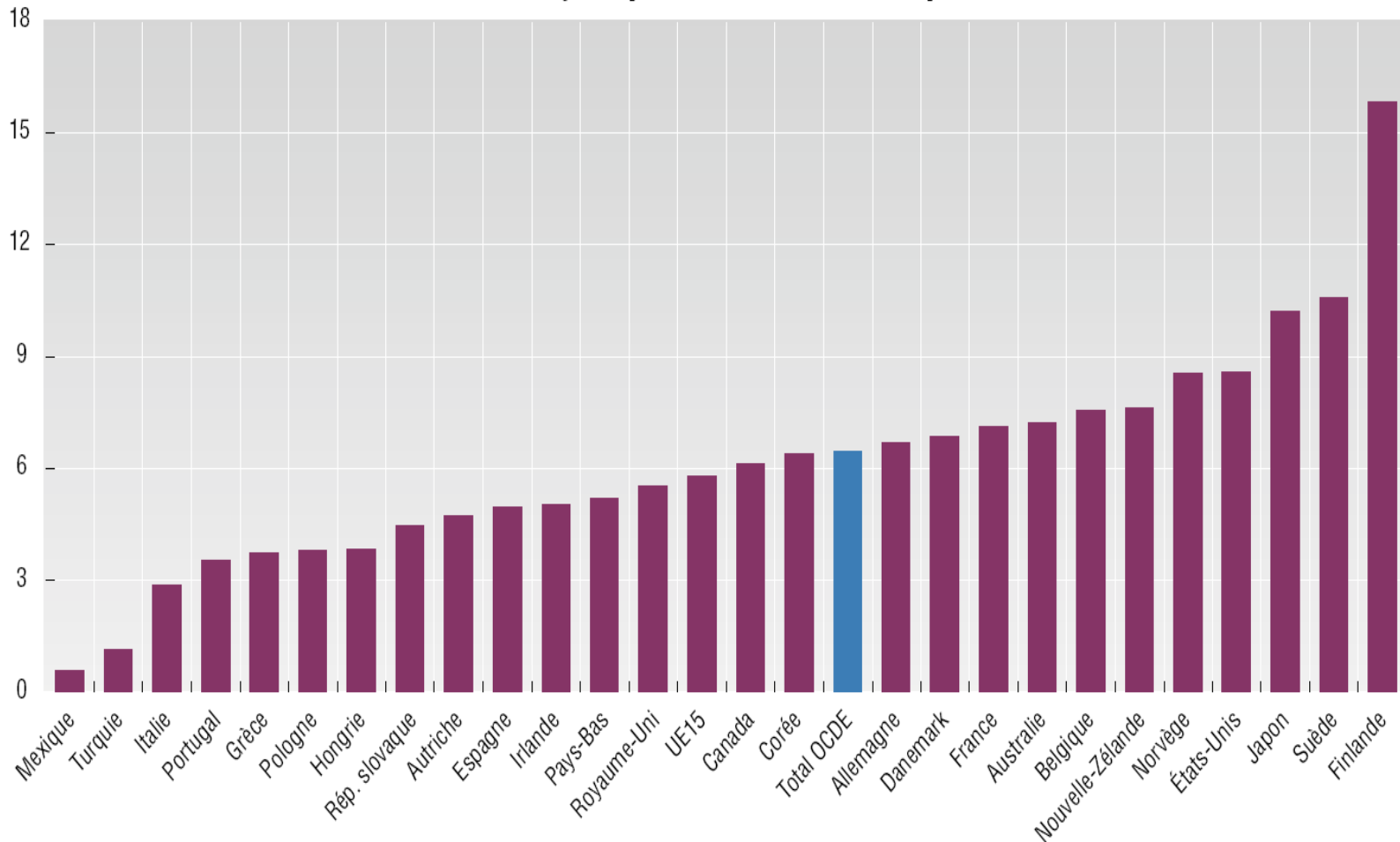


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/302828205552>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Nombre de chercheurs

Pour 1 000 actifs occupés, 2001 ou dernière année disponible



Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/666748408167>

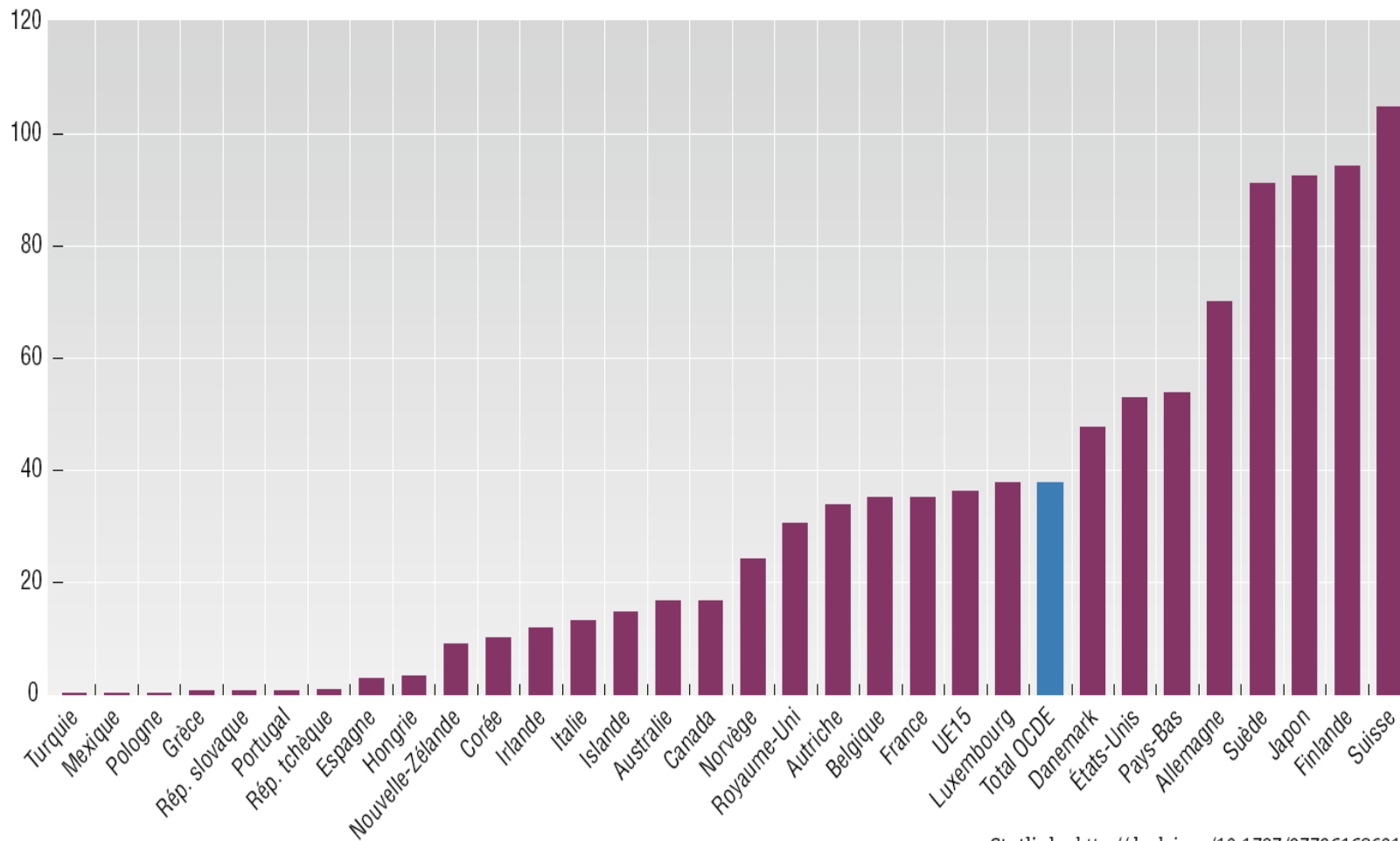
2.2 – Mesurer la progrès technique

- L'OCDE a mis au point un indicateur fondé sur des familles de brevets « triadiques », qui a pour but de saisir toutes les inventions importantes et d'être comparable au plan international.
- Une famille de brevets se définit comme un ensemble de brevets déposés dans divers pays pour protéger une même invention. Une famille de brevets triadique est un ensemble de brevets déposés auprès des trois principaux offices de propriété intellectuelle, à savoir l'office européen des brevets (OEB), l'office japonais des brevets (JPO) et le US Patent and Trademark Office (USPTO).

2.2 – Mesurer la progrès technique

Familles triadiques de brevets

Par million d'habitants, 2000

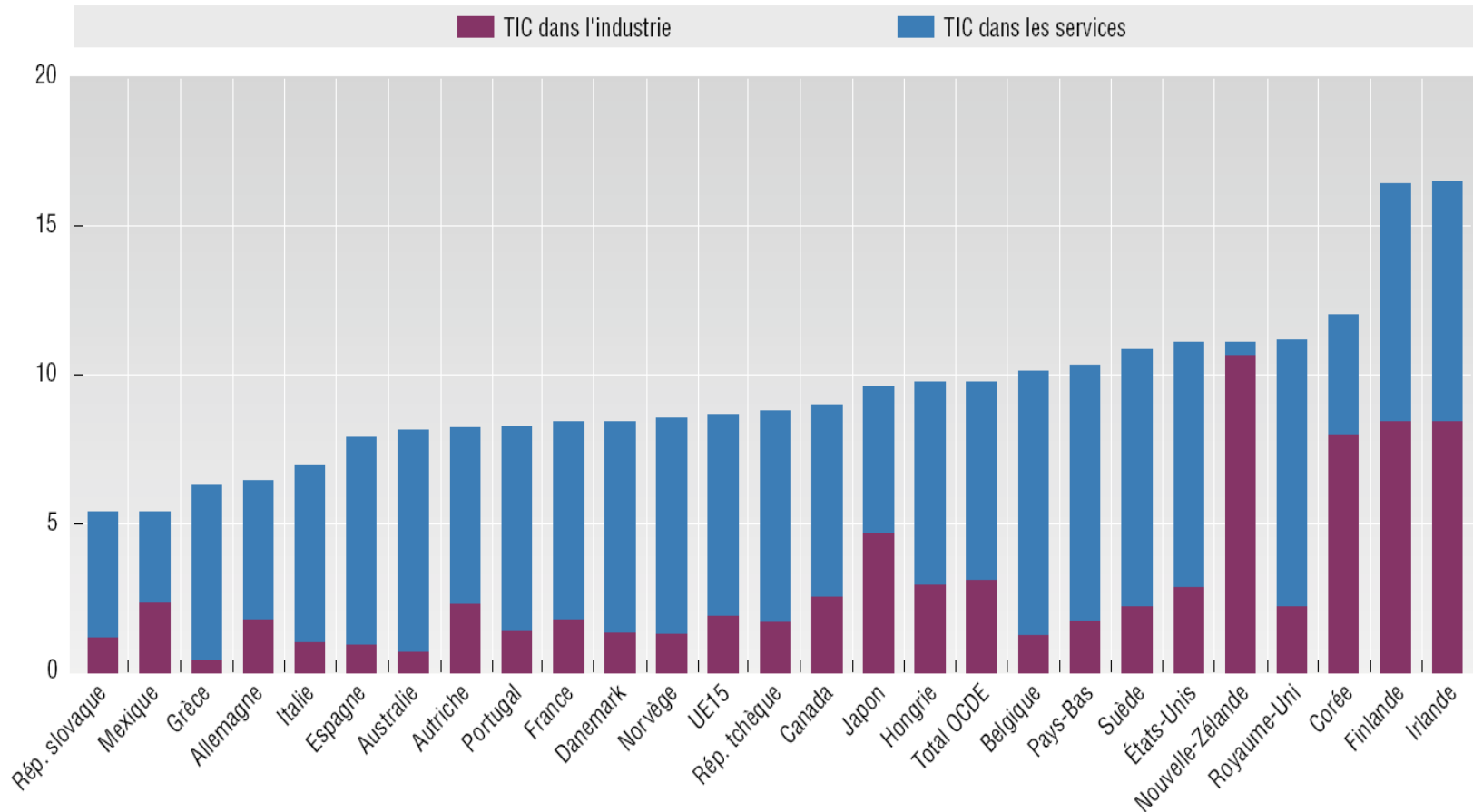


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/377261686312>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Part des TIC dans la valeur ajoutée

En pourcentage de la valeur ajoutée dans le secteur des entreprises, 2000

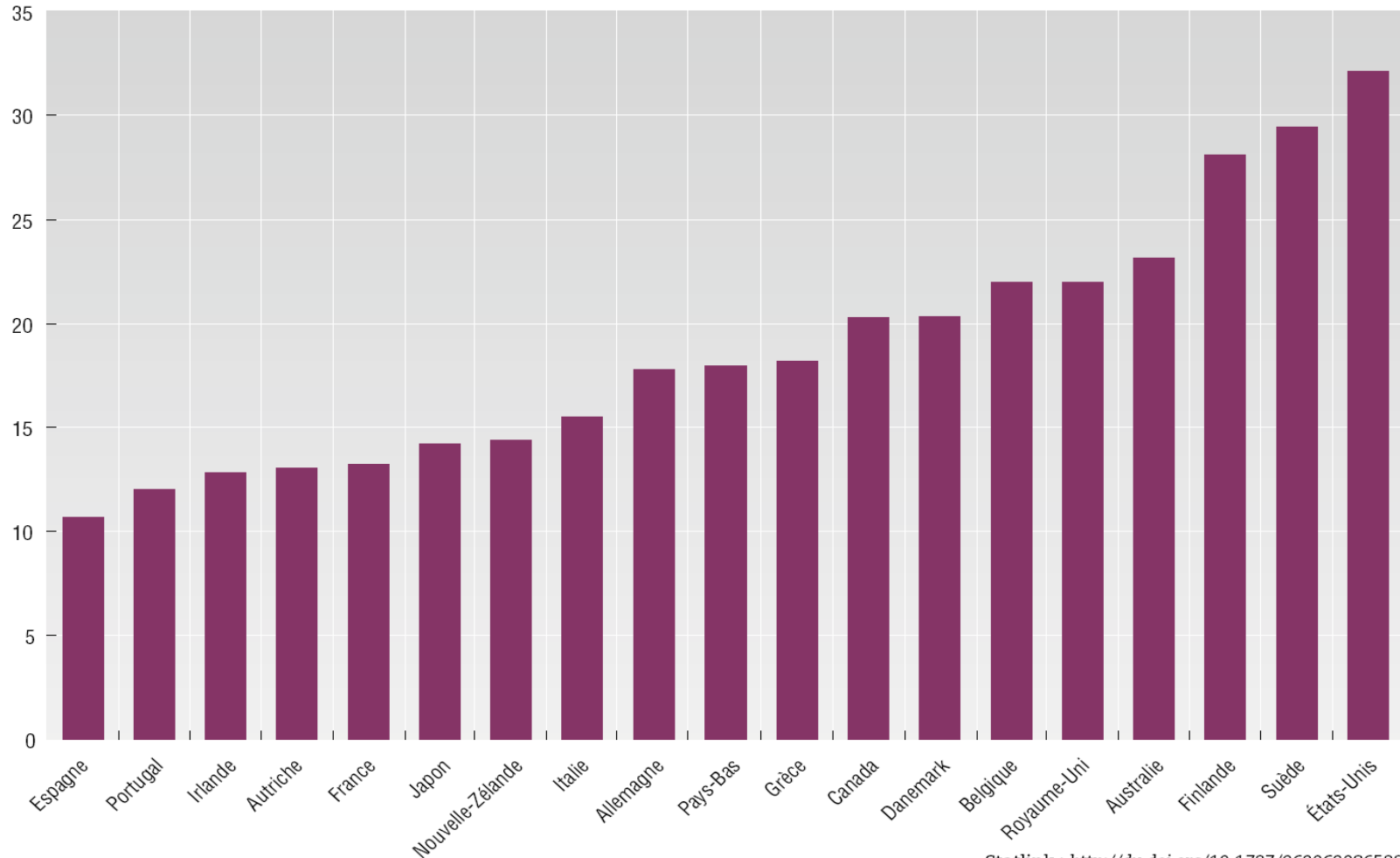


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/774510641187>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Part de l'investissement dans les TIC dans la formation de capital fixe non résidentiel

En pourcentage de la formation totale de capital fixe non résidentiel, 2001

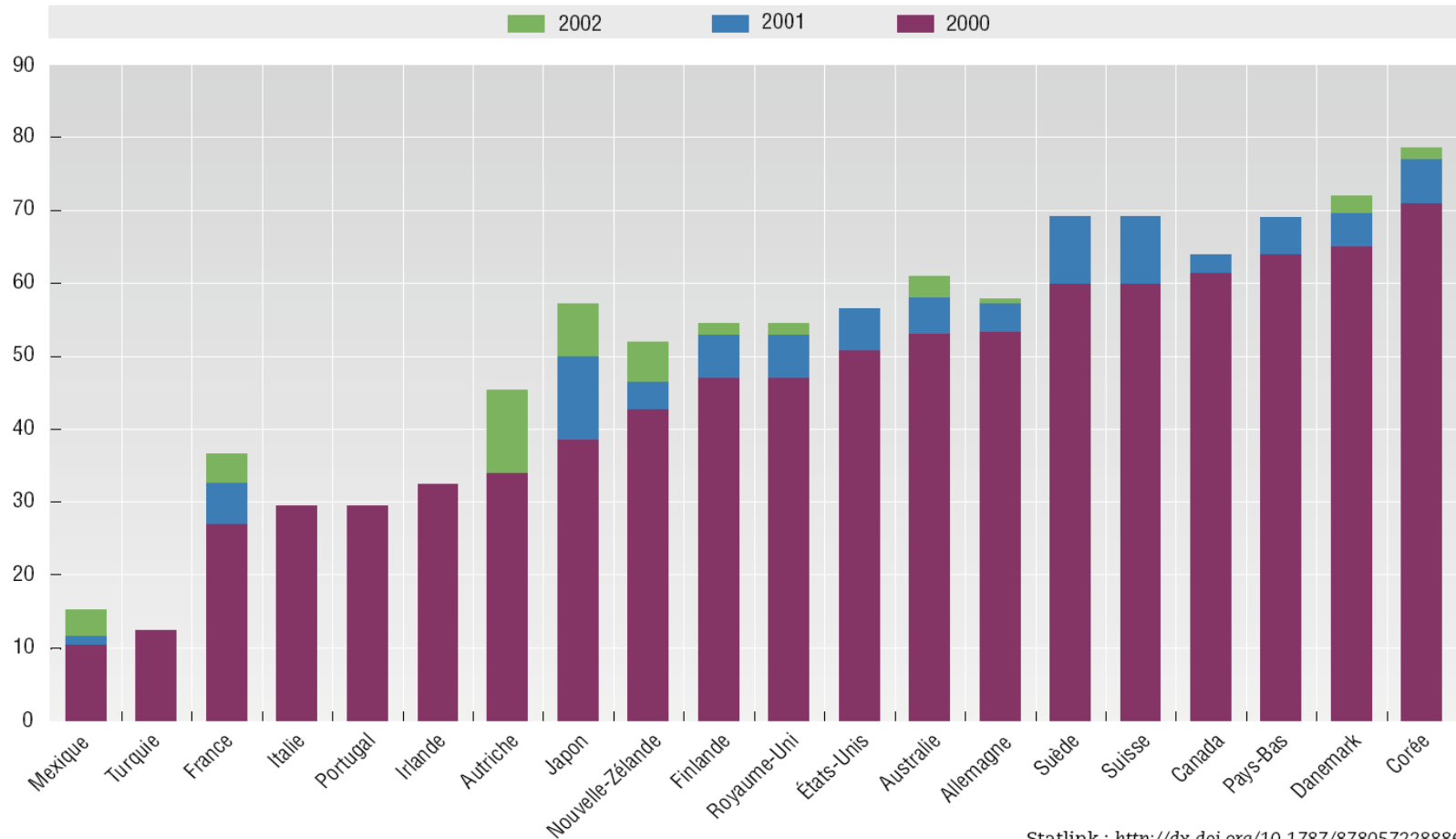


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/063062086588>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Ménages ayant accès à un ordinateur

En pourcentage de tous les ménages, 2002 ou dernière année disponible

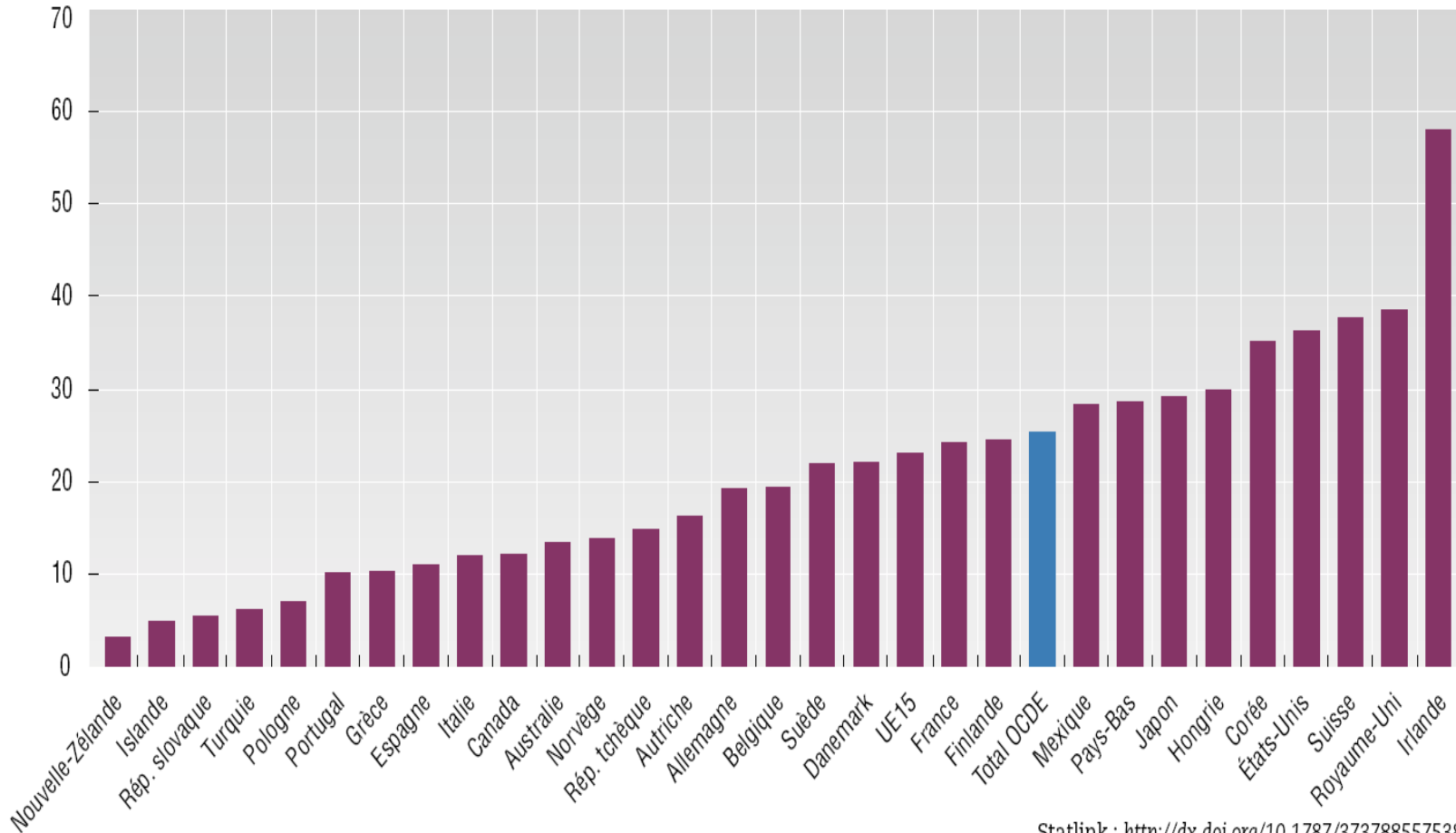


Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/878057228886>

2.2 – Mesurer la progrès technique

Exportations des industries de haute technologie dans les pays de l'OCDE

En pourcentage des exportations totales de produits manufacturés, 2002



Statlink : <http://dx.doi.org/10.1787/373788557538>

2.3 – De la mesure aux recommandations

- Il est admis depuis longtemps que **plusieurs facteurs dissuadent les entreprises privées** d'investir dans l'innovation, empêchant ainsi les investissements privés d'atteindre un niveau optimal pour la collectivité. Les résultats de l'investissement en innovation sont très incertains, notamment au début, si bien que les entreprises hésitent à investir suffisamment dans la recherche-développement. En outre, ces dernières ont beaucoup de mal à s'approprier les avantages économiques découlant de leurs investissements dans l'innovation et à empêcher leurs concurrentes de le faire. D'une manière plus générale, sous l'effet de transferts indirects de connaissances et de technologie, les avantages que la collectivité retire des investissements dans l'innovation dépassent souvent le rendement privé qu'en tirent les entreprises.

2.3 – De la mesure aux recommandations

- Afin de remédier à ces **défaillances du marché**, tous les pays de l'OCDE ont mis en oeuvre des mesures expressément destinées à encourager l'innovation. Celles-ci prennent la forme **d'aides financières** directes en faveur de projets de R-D et/ou **d'incitations fiscales** qui rendent plus faciles ou plus intéressantes, pour les entreprises, les activités de R-D ou l'adoption d'inventions mises au point ailleurs. **Le droit des brevets** et d'autres dispositions juridiquement exécutoires confèrent aux innovateurs, pendant une durée limitée, des droits exclusifs sur l'exploitation de leur innovation. Par ailleurs, les pouvoirs publics disposent **d'instituts de recherche** et soutiennent la recherche universitaire.

2.3 – De la mesure aux recommandations

- Depuis quelques années, les pays cherchent surtout à améliorer l'efficacité de ces mesures et d'autres mécanismes afin de rendre les systèmes d'innovation globalement plus efficaces. C'est dans cette perspective que les instruments de financement de la R-D ont été affinés et que des dispositions ont été prises pour renforcer les interactions entre les établissements publics de recherche et l'industrie. En particulier, des mesures ont été prises pour améliorer les structures institutionnelles de financement et d'orientation de la recherche publique, ainsi que pour faciliter les transferts de connaissances et de technologie entre le secteur public et le secteur privé.

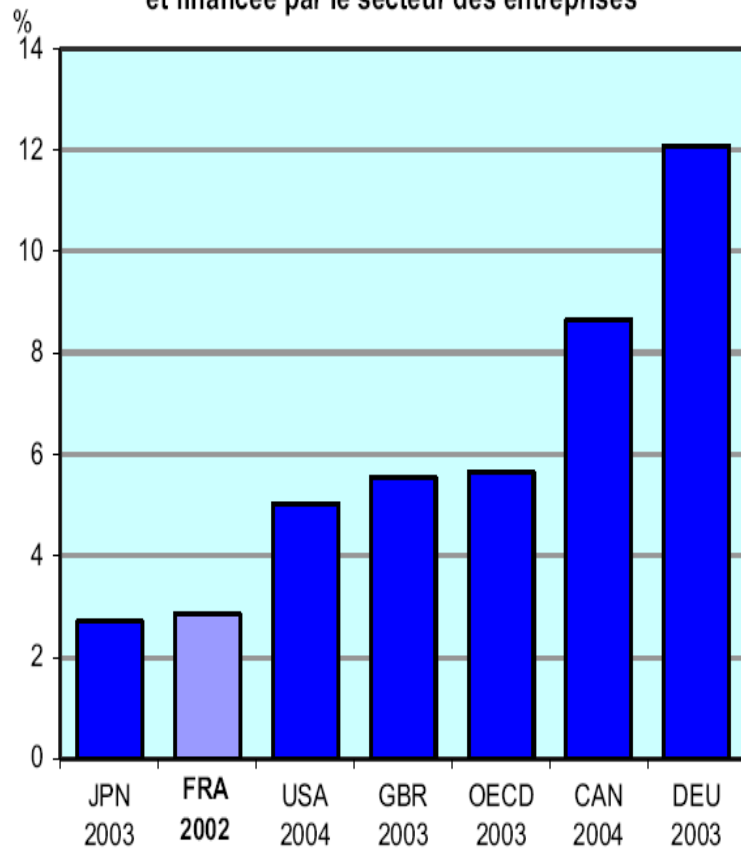
2.3 – De la mesure aux recommandations

- *La France se place au-dessus de la moyenne OCDE en ce qui concerne l'intensité des investissements des entreprises dans la R-D et l'intensité des dépôts de brevets, mais la contribution des universités à l'innovation reste faible.*
- **Recommandations de l'OCDE pour la France**
- ***Alléger davantage les charges administratives imposées aux petites et moyennes entreprises*** Afin de stimuler le développement des entreprises innovantes et d'accroître la diffusion des nouvelles technologies, alléger encore les charges administratives pesant sur les PME, notamment en revoyant les conditions dans lesquelles celles-ci peuvent bénéficier de procédures simplifiées.

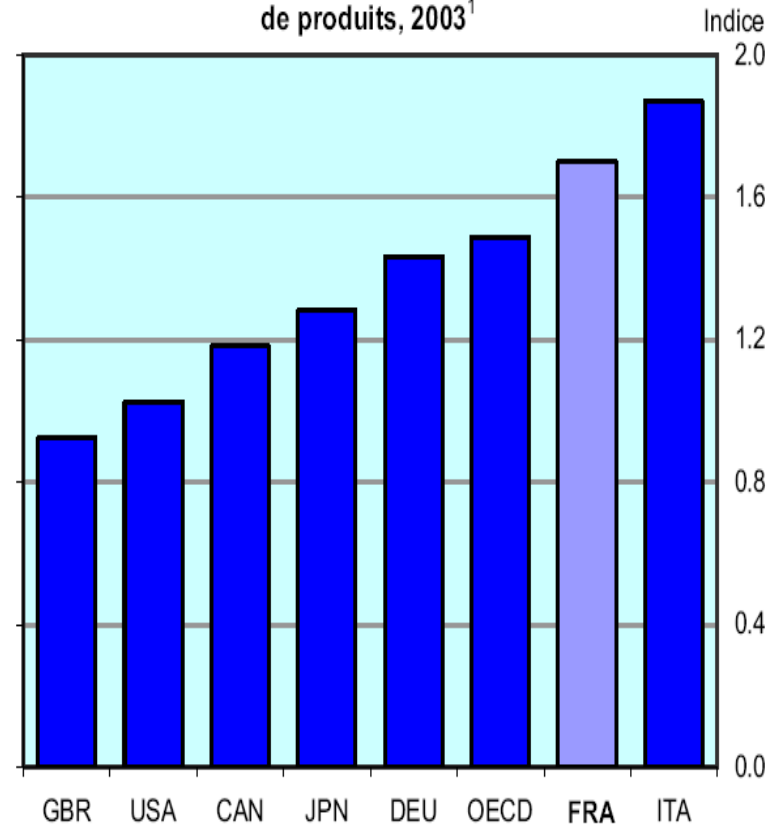
- ***Améliorer l'efficacité du soutien public à la R-D privée*** - Dans l'octroi d'un soutien public direct aux activités de la R-D des entreprises, mettre au point des mécanismes de partage des risques, introduire davantage de concurrence et favoriser les retombées au profit des PME. Donner la préférence aux projets de recherche associant des acteurs du secteur public et du secteur privé.
- ***Renforcer la recherche universitaire et les liens entre l'industrie et le secteur scientifique*** Accorder davantage d'autonomie aux établissements d'enseignement supérieur menant des activités de recherche. Promouvoir le développement de pôles de transfert de technologie et d'offices de concession de licences technologiques afin de renforcer les initiatives de ces établissements et leur capacité à collaborer avec le secteur privé.

- *Examiner la gouvernance de la politique en matière d'innovation* Mettre en place un processus indépendant d'évaluation de l'efficacité économique des programmes de soutien à la R-D et à l'innovation. Parallèlement, assurer une meilleure coordination entre les multiples institutions bénéficiant d'un soutien public qui participent à la promotion de la R-D, comme les établissements publics de recherche et les nouveaux « pôles de compétitivité », afin d'éviter les doubles emplois.

A. Part de la R-D réalisée dans l'enseignement supérieur et financée par le secteur des entreprises



B. Réglementation globale des marchés de produits, 2003¹



1. Indice variant de 0 à 6, du moins au plus restrictif.

Source : Graphique A: *Science, technologie et industrie, Tableau de bord de l'OCDE 2005* ; Graphique B: OCDE, *Réformes économiques : Objectif croissance*, 2005.

- **Recommandations de l'OCDE pour l'UE**
- *En dépit des progrès accomplis ces dernières années, l'activité d'innovation, mesurée par l'intensité de la R-D et de dépôts de brevets, reste plus faible dans l'Union européenne qu'au Japon et aux États-Unis.*
- **Examiner les dépenses de la R-D** au niveau communautaire afin de donner la priorité aux projets qui ont les retombées les plus importantes.
- **Éliminer les derniers obstacles aux échanges** transfrontaliers de biens et, surtout, de services, dans la mesure où ils nuisent à la diffusion des innovations et au développement des entreprises.
- **Instituer un brevet communautaire** et faciliter l'accès des PME au système des brevets.
- *Renforcer la concurrence dans les marchés publics*