

M1 Master « Épistémologie et Médiation Scientifique » :
Science, Technologie et Société
UE 2 POL SCI

Politique des sciences

Créativité, innovation et gouvernance des sciences & technologies.

Année 2012-2013

Jean-Alain HERAUD

Bibliographie

Cette présentation est téléchargeable sur:

<http://www.jaheraud.eu>

Documents utiles en appui au cours:

- J. Lesourne, D. Rander (ss. la dir. de) *La recherche et l'innovation en France*, Paris: Odile Jacob, 2008.
- OST (Observatoire des Sciences et des Techniques), *Indicateurs de sciences et de technologies*, Paris: Economica, 2010

<http://www.obs-ost.fr/fr/le-savoir-faire/etudes-en-ligne/travaux-2010/rapport-biennal-edition-2010.html>

Bibliographie (suite)

- OCDE, *L'économie fondée sur le savoir*, Paris, 1999
- *Revue d'Economie Industrielle*, Numéro spécial sur l'économie de la connaissance, 1999
- D. Foray *L'économie de la connaissance*, Paris: Repères, La Découverte 2009.
- D. Foray, P. A. David, B. H. Hall, *Smart specialisation. From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation*, 2011:

http://infoscience.epfl.ch/record/170252/files/MTEI-WP-2011-001-Foray_David_Hall.pdf?version=1

Autres documents utiles

- Une introduction à l'économie de l'innovation:
 - G.M. Peter Swann, *The Economics of Innovation – An introduction*, Cheltenham: Edward Elgar, 2009
- Un ouvrage classique sur les systèmes nationaux d'innovation
 - Richard R Nelson (ed.), *National Innovation Systems – a comparative analysis*, Oxford: Oxford University Press, 1993
- Un classique des systèmes régionaux:
 - Braczyk, Cooke, Heidenreich (eds), *Regional Innovation Systems: the role of governance in a globalized world*, London: UCL Press, 1998

1. Repérer la science par rapport à d'autres activités créatives

Créativité

- La créativité correspond au **degré d'ouverture à la nouveauté** sous toutes ses formes : idées, pratiques, ressources, capitaux...
- "*Creativity is the ability to produce work that is both **novel** (i.e., original, unexpected) and **appropriate** (i.e., useful, adaptive concerning task constraints).*"

Sternberg/Labort (2008)

Le concept de créativité pour un économiste

- L'économie ne saurait avoir de prétention à expliquer la **création** (scientifique, artistique, etc.)
- Par contre, on peut tenter d'expliquer les conditions (plus ou moins favorables) à la création dans les organisations (micro ou macro), de mesurer la fréquence d'apparition de formes nouvelles dans ces systèmes et comment en retour le flux de nouveautés transforme les organisations: c'est cela qu'on cherche à cerner avec l'idée de **créativité**

Innovation et créativité

- L'innovation, c'est :
une idée nouvelle
+ de l'esprit d'entreprise
- La connaissance nouvelle n'est pas nécessairement scientifique et technique: elle peut être organisationnelle, culturelle,...
- L'idée nouvelle n'est pas nécessairement une connaissance formelle : expression artistique, intuition, ...

L'esprit ou la culture d'entreprise

en économie mais, tout autant en science....

- Ingrédients indispensables sans lequel il n'y a pas d'innovation: *entrepreneurship, sérendipité....*
créativité
- « *Think out of the box* »: savoir penser (mais aussi agir) en dehors des chemins battus
- Vision, conviction, leadership.

De la découverte scientifique à l'innovation

Domaines	Activités	Résultats <i>mesure</i>
Science	Recherche (spéculative ou finalisée)	Découverte scientifique <i>publication</i>
Technologie	Recherche appliquée	Invention <i>brevet</i> <i>(pas systématique)</i>
Economie/ société	Développement industriel et commercial	Innovation <i>Chiffre d'affaires, profits, emplois, ...</i>

L'innovation selon Schumpeter (1931)

- *New product (not yet known at consumer's level) or new quality of existing good* **innovation de produit**
- *New production method (process not yet known in the sector)* **innovation de procédé**
- *Opening a new market* **innovation commerciale**
- *Introducing a new natural resource or intermediate product*
- *New organisation (impacting production process, or industry structure)* **innovation organisationnelle**

Innovation en réseau

- On n'innove jamais seul:
 - Partenaires (spontanés ou recherchés)
 - Infrastructures physiques et immatérielles
 - Communautés de pratique
 - Communautés épistémiques
 - Communautés culturelles

2. Dynamique de l'innovation et créativité dans les communautés de connaissance

Sur la base de **Cohendet, Héraud, Llerena (2010)**:

La dynamique de l'innovation: une interprétation de l'approche de Michel Callon en termes de communautés de connaissance

Akrich, Barthe, Muniesa, Mustar (eds.), *Débordements. Mélanges offerts à M. Callon*, Pr. des Mines

2.1 Un exemple historique

On va partir d'un exemple de découverte qui mène à une innovation radicale: la longue aventure de la pénicilline

La difficulté à penser le processus d'innovation comme le résultat d'un effort collectif

- L'exemple de la pénicilline (Kingston 2000)
- Lente et complexe transformation d'une découverte en innovation (jusqu'à la phase de production industrielle)
- Illustre très bien le processus d'innovation décrit par Michel Callon (1999): le réseau comme *forme émergente et comme modalité de coordination*
- Mise en lumière d'une construction collective de l'innovation où les interactions et échanges d'idées se font au sein d'un *réseau de plus en plus dense d'alliés*

Créativité collective par étapes dans des ensembles hétérogènes d'acteurs (phase 1, UK)

- 1928: Alexandre Fleming découvre que les *staphylocoques* peuvent être détruits par la moisissure *penicillium notatum* (principe de l'agent antibactérien). L'article de 1929 passe à peu près inaperçu.
- Années 30: les essais de Fleming se révèlent prometteurs (il guérit un de ses assistants!) mais la réplication systématique (essais cliniques) marche mal. Erreur théorique initiale: la pénicilline n'est pas un antiseptique de surface. Résultat: les soutiens institutionnels s'effondrent
- 1939: Florey et Chain (U. Oxford) prouvent définitivement les effets antibactériens de la pénicilline. Ils peuvent bénéficier de fonds UK et US et arrivent à produire de grandes quantités de pénicilline

Créativité collective par étapes dans des ensembles hétérogènes d'acteurs (phase 2, USA)

- Début de la guerre: Les britanniques n'ont plus les moyens de continuer la production et les essais cliniques sur les humains. On oriente les chercheurs vers le laboratoire Peoria (Illinois) qui maîtrise bien les méthodes de fermentation. 1941: Moyer et Heatley multiplient les rendements de production de la pénicilline par 10.
- 1943: on peut enfin mener les essais cliniques
- Production massive pour soigner les blessés à la Libération
- 1945: Fleming, Flory, Chain reçoivent le *prix Nobel* de médecine
- 1948: *Brevet* délivré à Moyer et le labo Peoria

2.2 Analyse des communautés créatives

L'exemple de la pénicilline montre que ni la découverte ni l'innovation ne sont l'affaire d'individus isolés (aussi géniaux soient-ils)

Dans les deux cas se sont des communautés ou des réseaux d'individus qui semblent être les sujets de l'histoire

Ces groupes ne se confondent pas non plus avec des organisations ou des institutions

Quelques conclusions sur l'exemple

- Interaction et coordination d'une multitude d'acteurs (on n'est pas dans le schéma linéaire, avec un collier de perles individuelles découvreur-inventeur-innovateur)
- Les groupes qui supportent les premières étapes du processus créatif sont avant tout des groupes informels. Les institutions publiques et privées ne vont s'intéresser à l'idée que 10 ans plus tard.
- L'exemple cadre mal avec l'approche traditionnelle développée à la suite de Arrow (1962) sur la création de connaissance dans l'entreprise, avec les modèles de course au brevet d'agents opportunistes, la séparation forte entre une phase d'innovation et une phase de diffusion, etc.
- On voit qu'il n'y a pas forcément une phase de production de connaissance – bien public (chercheur), clairement séparée d'une phase de production de connaissance appropriable (firme)

Rappels d'économie de la connaissance

(Paul David, Dominique Foray,...)

- La connaissance est un ***bien public*** :
 - a public good is both non-excludable and non-rivalrous in that individuals cannot be effectively excluded from use and where use by one individual does not reduce availability to others.
- Autrement dit, est c'est un bien qui engendre des externalités (« non *excluable* ») et qui est *non-rival* au sens où la connaissance ne se détruit pas par l'usage (les agents ne sont donc pas rivaux pour sa consommation)
- C'est aussi un bien *cumulatif*: toute connaissance peut être la source de nouvelles connaissances

*Ces propriétés ont de multiples conséquences sur le comportement des acteurs, les politiques, etc. Voir en particulier les **régimes de propriété** (brevets, etc.)*

Remarques sur l'analyse du consortium de recherche

- Ce cas montre qu'on n'a pas nécessairement une course au brevet d'inventeurs isolés, mais plutôt une organisation qui *coordonne l'activité et prépare l'allocation*
- L'intérêt économique bien compris pousse ici non pas à commencer par délimiter des domaines privés de connaissance, mais à construire collectivement l'idée innovante: construction de *codes*, de *modes d'emploi*, cartographie de potentialités...
- On construit ici un bien public (ou semi-public).
- Tant que la construction n'est pas achevée (les propriétés et caractéristiques de l'innovation ne sont pas encore révélées), l'intérêt commun est de continuer à coopérer

Un modèle d'innovation construit par des collectifs

Observations tirées de résultat de travaux empiriques et analyses historiques

- Dans la phase d'émergence d'une innovation: construction progressive de la connaissance collective et compréhension mutuelle des acteurs.
- Il n'y a pas *ex ante* de langage commun ni de représentation universelle entre les protagonistes.
- Dans cette phase créative initiale, chaque acteur est non pas inquiet d'être copié (sans rémunération), mais craint d'être mal compris par les autres, y compris au sein de sa propre institution.
- L'individu ou le groupe à l'origine de l'innovation doit déployer des efforts considérables pour alerter les autres acteurs et communautés de l'utilité et du potentiel de sa découverte (*j'ajoute que la découverte n'est pas nécessairement scientifique*).

Un modèle alternatif à l'approche traditionnelle

- Les hypothèses traditionnelles (filiation Arrow) ne sont pas remplies dans la phase d'émergence au moins: le producteur de connaissance nouvelle n'agit pas seul, sa connaissance n'est pas proche d'un bien public.
- Problèmes avec les hypothèses habituelles pour la connaissance initiale et les débats classiques création/appropriation
 - L'idée créative est-elle un **bien rival** ? (la consommation par un agent empêche la consommation par d'autres agents): la question n'est pas là, car il est justement difficile de la reproduire hors du lieu où elle a vu le jour.
 - L'idée créative est-elle un **bien exclusif** ? (l'usage du bien par un agent économique peut toujours être empêché): l'usage est très difficile au départ car cela dépend beaucoup des connaissances tacites des inventeurs; les inventeurs souhaitent au contraire la tester et faire tester. On n'a donc pas besoin d'institutions pour l'appropriation à ce stade.

Conclusion sur la nature de la connaissance

- Dans cette phase créative initiale, la connaissance est très **spécifique**, au contraire de l'hypothèse traditionnelle qui veut qu'elle soit dotée d'un haut niveau de généralité.
- Les capacités absorptives des autres acteurs et les capacités d'adaptation à d'autres contextes sont pour l'instant faibles.
- On ne se rapprochera de l'idéal de la connaissance type « bien public » (libre ou à protéger juridiquement) que lorsque le travail d'exploration et de codification sera fait.
- Ce travail est fait en grande partie dans des *communautés de connaissance* - qui ne sont pas nécessairement limitées au périmètre d'institutions/organisations comme les firmes et les labos - et parfois même entre communautés.

2.3 La notion de communautés de connaissance

Cette notion a renouvelé la vision des économistes, jusqu'alors exagérément concentrés sur l'action des individus et des organisations

C'est une approche plus naturelle chez les sociologues: voir l'apport de l'équipe de l'Ecole des Mines en France (Callon, Latour). Elle est aussi plus facilement acceptée en sciences de gestion qu'en économie.

Les communautés de connaissance

- « Knowing community » : Boland, Tenkasi (1995)
- *Regroupement d'individus qui acceptent d'échanger volontairement et régulièrement sur des sujets ou des objectifs d'intérêt commun dans un domaine de connaissance.*
- De ces échanges réguliers émergent des *plateformes cognitives* et des *normes sociales* qui assurent la cohésion de la communauté et guident les nouveaux arrivants. Deux modèles décrits dans la littérature:
 - Accumulation et exploitation d'un domaine de connaissance donné (*communautés de pratique* au sens de Wenger).
 - Exploration de nouveaux domaines de connaissance (*communautés épistémiques*: voir David, Foray, Cowan, Cohendet, etc...).
- Dans cette analyse que nous faisons de la phase créative amont, on évoque naturellement surtout la seconde catégorie, mais pas exclusivement!

Le rôle des communautés de pratique

- L'élaboration d'un langage d'utilisation qui codifie l'idée innovante en gestation nécessite des interactions avec des communautés ancrées dans une pratique quotidienne: pratique des chercheurs (à distinguer de la sphère de la connaissance scientifique pure qui fait l'objet des publications), et pratique des communautés impliquées dans les connaissances complémentaires (qui ne sont pas nécessairement « scientifiques »)
- Ces communautés se retrouvent dans les organisations classiques du travail (divisions, départements) ou dans des espaces transversaux (équipes-projets; rencontres informelles, réseaux professionnels,...). De plus en plus aussi: communautés virtuelles (internet).
- Ces communautés prennent en charge dans une large part les *sunk costs* de l'investissement que constitue la génération de la connaissance nouvelle.

Les *sunk costs* de la production de connaissance

- Coûts fixes du processus de génération/accumulation de parcelles de connaissances spécialisées (élaboration des langages et des modèles d'interprétation).
- Ce coût n'est pas pris en charge par les *hiérarchies* classiques ou les *marchés*: on fait l'économie de la formation ou de l'achat de connaissance à des prestataires. De plus, cette acquisition n'est pas réalisable de manière organisationnelle formelle et les prestataires externes n'existent pas (encore).
- Une autre forme essentielle de création de valeur par les communautés est leur interaction. L'exemple typique est la contagion progressive des communautés du laboratoire au marché. C'est un « transfert de technologie » gratuit ... et souvent bien plus efficace que ce que tentent de mettre en oeuvre les pouvoirs publics!

Principe de *Translation/Enrolment* (Callon, Latour)

- Chaque communauté fait des efforts pour attirer l'attention des autres communautés *afin de les convaincre de la pertinence des fruits de sa recherche*.
- Remarque: définition de la *créativité* comme la capacité de produire des choses *nouvelles* et *pertinentes*. Le chercheur par définition doit produire des nouveautés. Mais il ne faut pas oublier la dimension de la pertinence. Ici la pertinence passe par la perception d'autres sphères d'acteurs.
- Ceci renouvelle totalement le modèle de génération de connaissance par combinaison de connaissances préalables: ce processus peut se faire à l'intérieur d'un champ disciplinaire, mais avec d'autres sphères il a des chances d'acquérir une qualité supérieure de pertinence. Et c'est bien de cela qu'il s'agit quand on parle d'innovation (et non de découverte).

Conclusion: de la difficulté de se comprendre

- Les premiers pas dans la phase d'émergence peuvent être longs et douloureux: incompréhension, refus d'écouter l'autre, conflits d'intérêt entre nouvelles propositions et pratiques existantes...
- Certains individus peuvent jouer un rôle d'intermédiaires, de « passeurs »: les *boundary spanners*.
- Un *boundary spanner* est généralement membre de l'une des communautés où il a acquis une *réputation*. La légitimité de sa parole (en plus de sa bonne volonté) lui permet d'exprimer et de transmettre les désirs et inquiétudes de sa communauté dans un langage compréhensible par ses interlocuteurs externes.

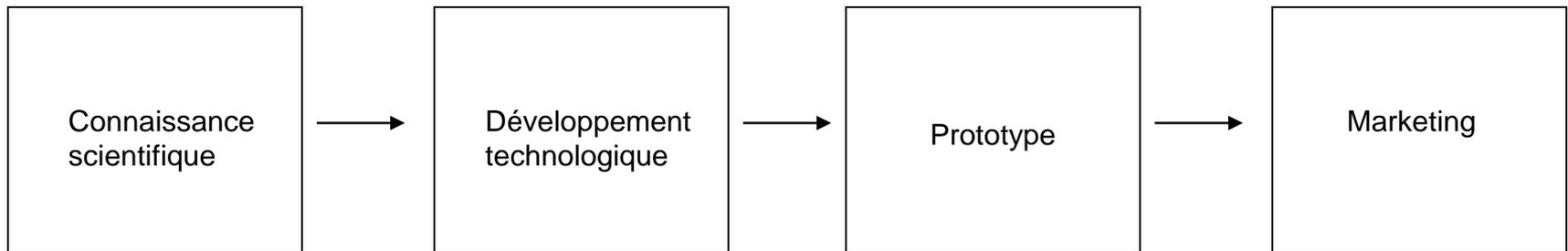
3. Retour sur le processus d'innovation

Modèles d'innovation

« technology push » vs « demand pull »

- Processus poussé par la science et la technologie (*Science pushed*):

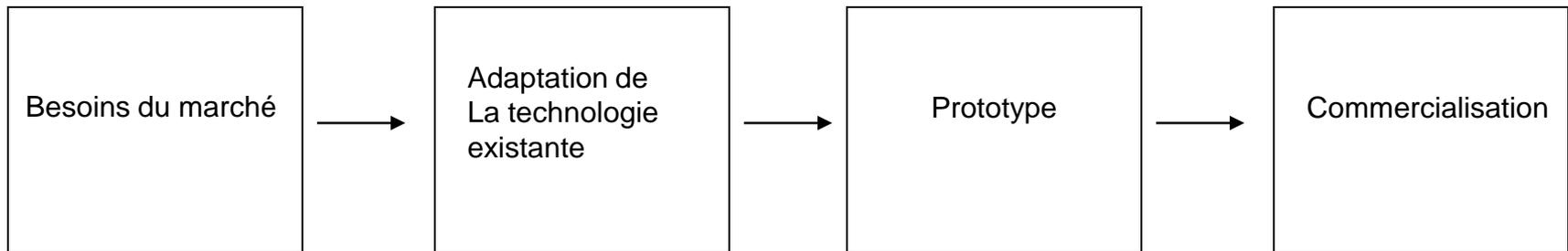
Le modèle dit **Schumpeter .1**



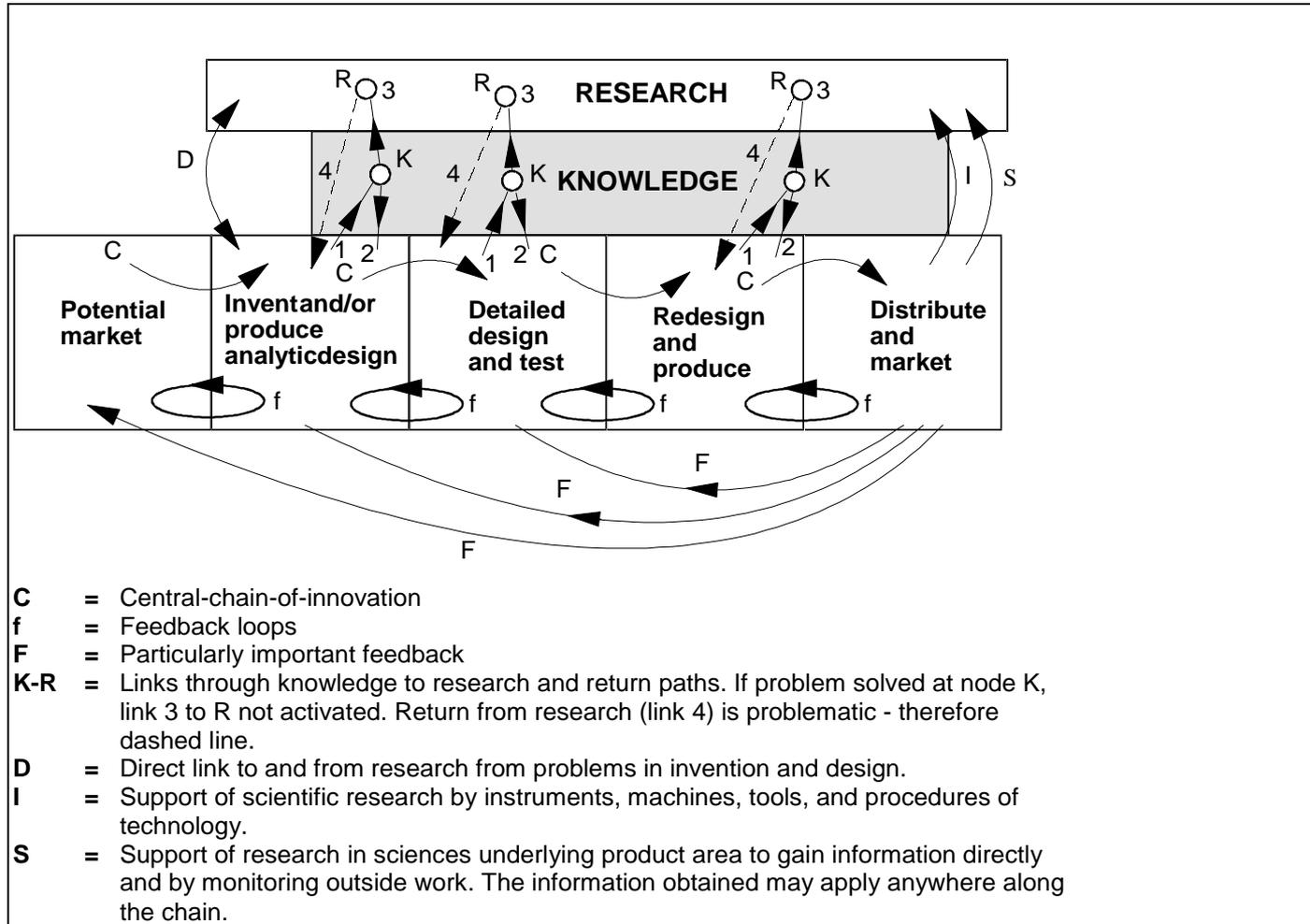
Un modèle alternatif radical

- Processus tiré par le marché (*demand-pulled*)

Le modèle de **Schmookler**:



Le modèle interactif: “Chain-linked model” (Kline & Rosenberg, 1986)



Conclusion

- L'innovation est forcément à l'interface de plusieurs champs de connaissances: *scientifiques, technologiques, économiques, organisationnels, sociologiques...*
- Elle est donc généralement **multi-acteurs**
- Elle relève aussi de la **théorie des jeux**:
l'idée qui va gagner n'est pas celle qui est la meilleure dans l'absolu (si ce mot a un sens), mais celle qui réunit une coalition suffisante d'intérêts.

4. Mesure de la connectivité scientifique

Travaux en cours (Benaim, Héraud, Villette, Mérindol)
Déjà présentés dans une première version: OST, EvaRIO...



Bureau
d'économie
théorique
et appliquée
(BETA)
UMR 7522

J-A HERAUD 2012



La connectivité « globale »

Observation: **Internationalisation croissante de la science**

(Luukkonen & al 1992 et 1993 ; Georghiou 1998 ; Wagner & Leydesdorff 2005)

- Une vision de la science fondée sur des réseaux a-territoriaux
- Les motivations décrites pour la collaboration sont variées :
 - relations historiques,
 - recherche de nouvelles ressources financières,
 - complémentarités des compétences,
 - partage d'infrastructures,
 - réputation (plus de citations)

La connectivité « locale »

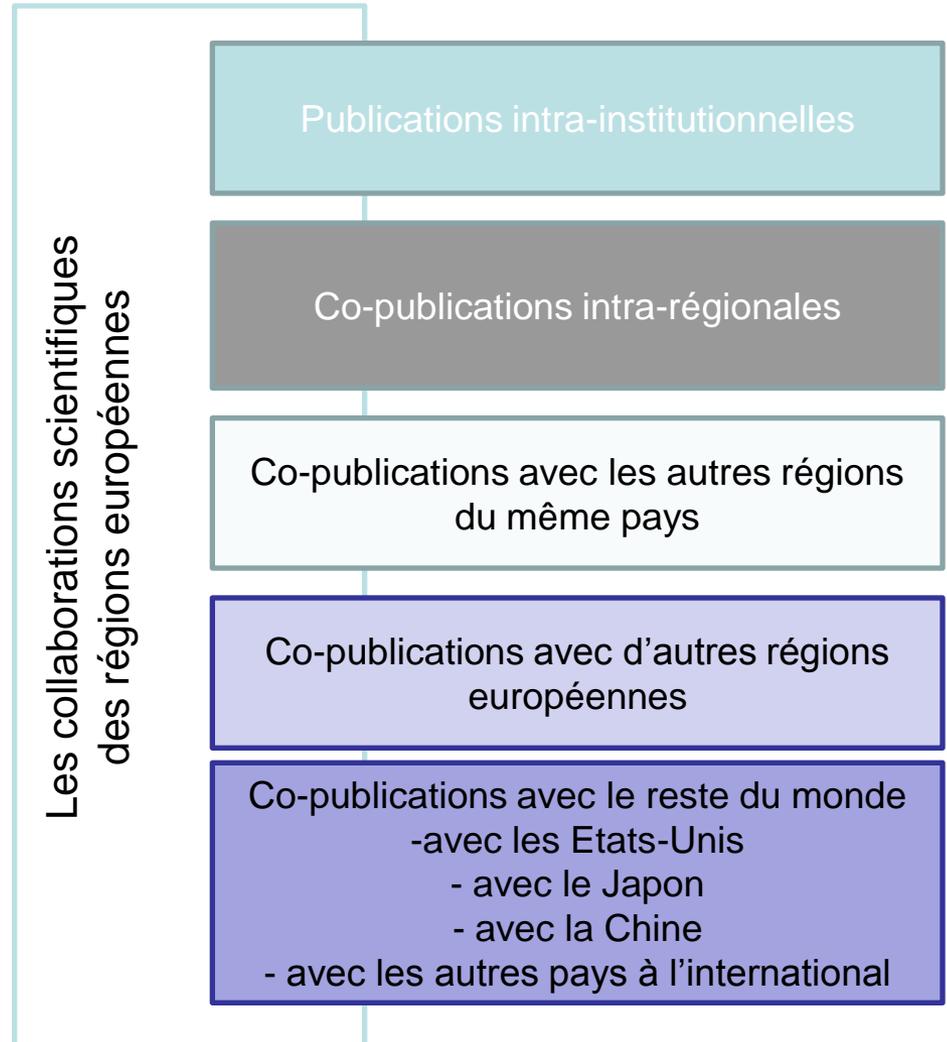
- La proximité géographique demeure un facteur important dans la coopération scientifique, même si l'information scientifique se joue de la distance. Il y a au minimum des phases de la recherche en coopération qui nécessitent le contact
(Hoeckman & al 2010, Frenken & al 2009, Okubo & al 2004, Zitt & al 2000)
- Les coûts de coordination sont importants et la distance les accroît. Elle n'est pas que géographique, mais aussi culturelle, organisationnelle, institutionnelle
- Ceci a des implications en politique des sciences: concentrations scientifiques, plateformes, grands instruments (il n'y a pas que des effets d'échelle ou d'indivisibilité)

Il y a donc une tension entre connectivités locale et globale

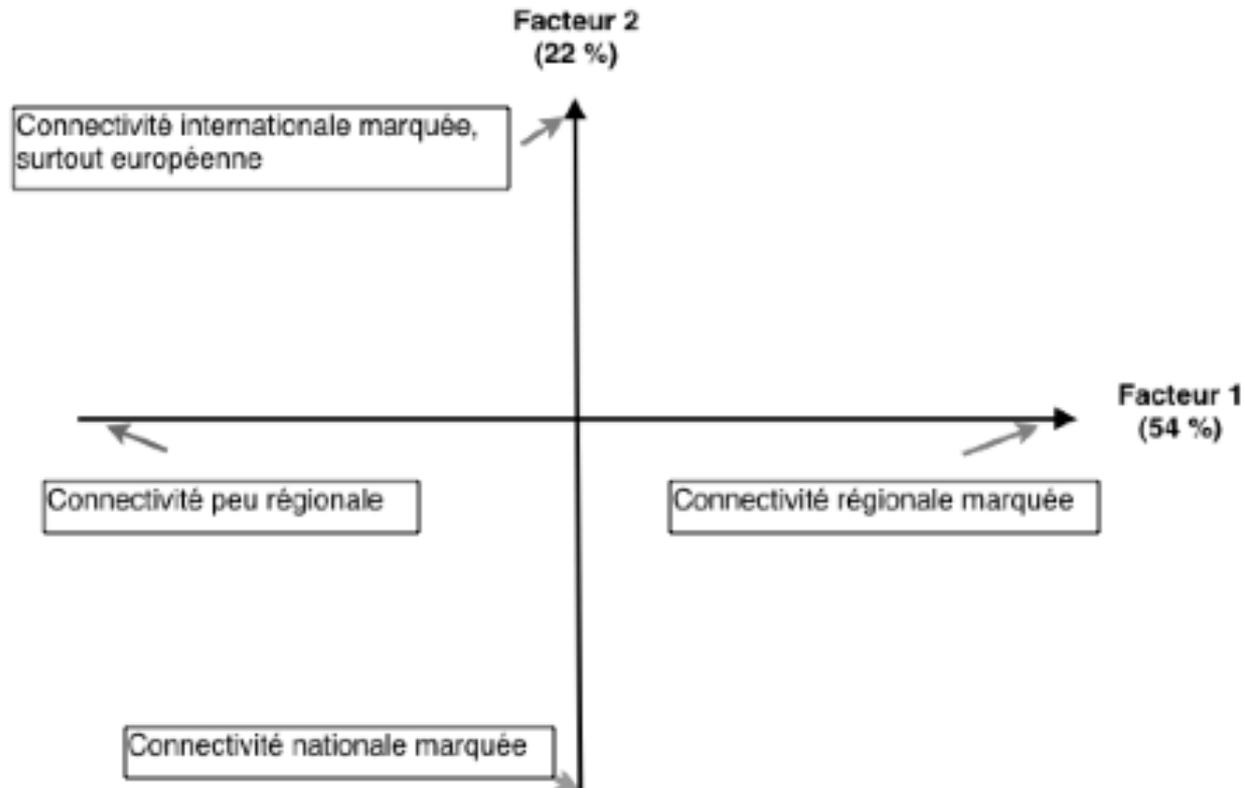
- Enjeu: Trouver le bon équilibre entre les collaborations internes et externes pour favoriser:
 - L'excellence et la réputation
 - La capacité locale d'absorption (et échapper aux effets de *lock in*, etc.)
 - La possibilité de réaliser une masse critique effective
- Outil d'observation: Quel est le comportement des régions européennes en matière de co-publications scientifiques ?

Les données traitées

- Bases de données enrichies de l'OST issues du *Web of science*
- Les données sont régionalisées à partir des adresses des institutions de recherche
- Les indicateurs de part de co-publications scientifiques 2007 sont construits en compte fractionnaire et en années lissées sur 3 ans : ils mesurent une «participation» aux collaborations
- 246 régions européennes (hors régions roumaines et bulgares)
- 7 «petits » pays en variables illustratives



Méthodologie



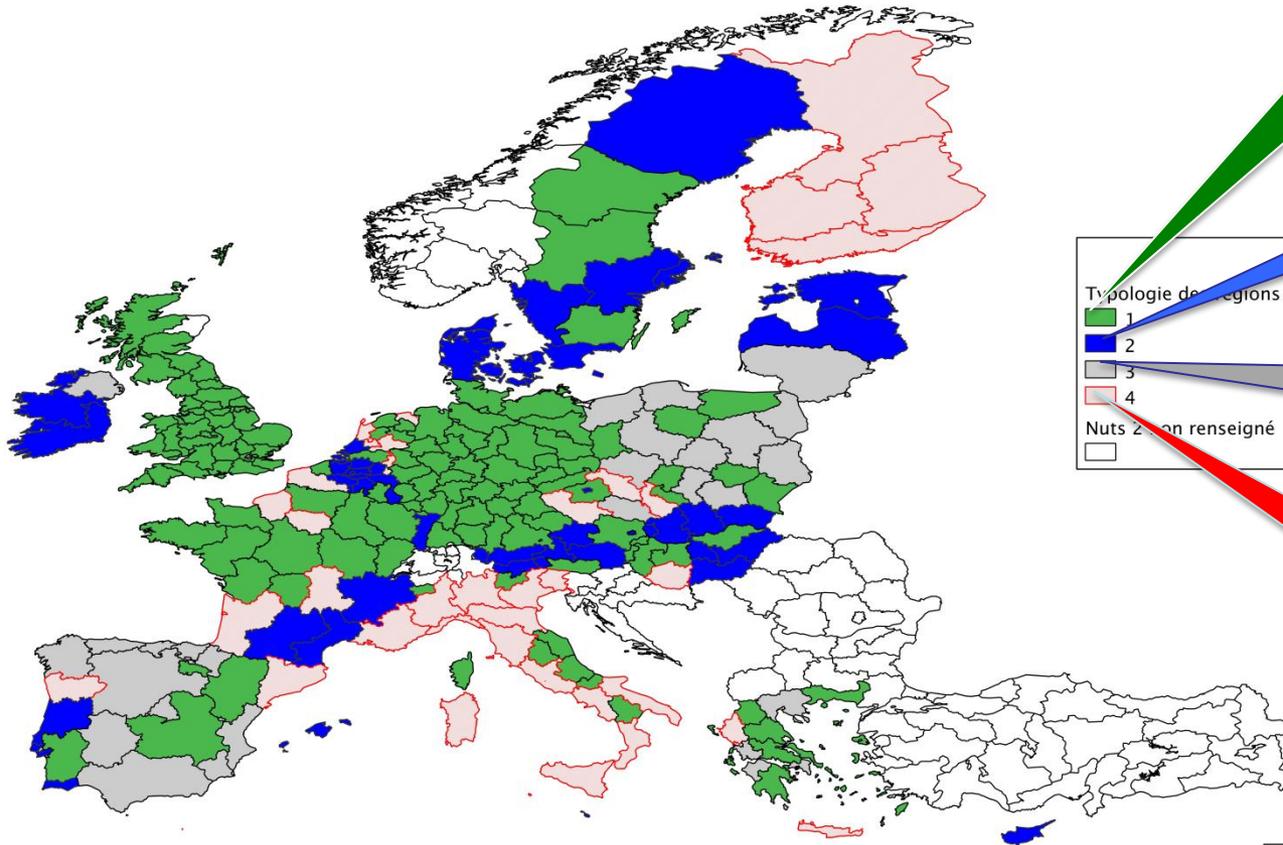
Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour explorer la structure des données. Les trois premiers axes représentent 93 % de la variance des données.

Les 4 classes obtenues

- **Classe 1** « **standard national** » : 135 régions orientées vers les réseaux nationaux (et internationaux). Peu de collaborations au sein de la région.
- **Classe 2** « **réseau européen** » : 43 régions orientées vers les réseaux européens et internationaux. Peu de collaborations nationales.
- **Classe 3** « **autarcique** » : 27 régions à faibles connectivités, et surtout orientées vers l'intra-institutionnel.
- **Classe 4** « **système régional** » : 38 régions où les collaborations entre les institutions au sein de la région sont importantes.

Où sont les régions ?

Répartition des régions européennes en 4 cluster : Typologie Toutes Disciplines



« Standard national »

« Réseaux européens »

« Autarciques »

« Système régional »

Les enjeux de politique régionale des sciences

Deux cas semblent émerger :

- Les régions tournées vers les collaborations nationales disposant de petites capacités scientifiques mais situées dans des pays de grande taille comme la France.
 - ➔ *La proximité géographique, institutionnelle et culturelle pourrait rendre la promotion de ce type de collaboration (nationale) plus adaptée / pertinente aux contextes locaux que la promotion des collaborations à l'international plus coûteuses en coordination.*
- Les régions disposant de petites capacités scientifiques dans des petits pays (par exemple Portugal, Slovaquie, Belgique...)
 - ➔ *Ces régions sont nécessairement davantage tournées vers les collaborations européennes et internationales pour construire les ressources complémentaires au projet.*

**Merci de votre
attention**