

La connectivité scientifique locale-globale des régions européennes : approche, mesures et incidences

Benaim M.^(1;2), Héraud J.A.⁽¹⁾, Mérindol, V.⁽²⁾, Villette J.P.⁽¹⁾

(1) Bureau d'économie théorique et appliquée (BETA), Université de Strasbourg

(2) Observatoire des sciences et des techniques (OST), Paris

1. INTRODUCTION

La diversité des régions européennes en matière de R&D et de leur capacité d'absorption (Oughton & al 2002 ; Pinto, 2009) a fait l'objet de nombreux travaux sans que pour autant toutes les dimensions des systèmes régionaux d'innovation n'aient été prises en compte (Cooke, 2005). Cet article propose de contribuer à l'analyse des caractéristiques des systèmes régionaux, en particulier sur les aspects relatifs aux différentes formes de connectivité locale et globale (Benneworth & Dassen, 2011).

L'objectif de cet article est double : en se focalisant sur l'activité de la recherche, cet article aborde la connectivité scientifique régionale à la fois comme caractéristique majeure des systèmes régionaux d'innovation et comme enjeu des politiques locales d'innovation et de R&D. Ensuite, cet article propose une mesure de connectivité scientifique qui permette de différencier les régions européennes.

La première section de cet article présentera les enjeux de la connectivité scientifique régionale. La section 2 proposera une typologie des régions européennes fondées sur leurs caractéristiques de connectivité scientifique. Construites à partir des données de co-publications, quatre classes ont été constituées permettant de différencier les régions européennes selon leur profil de connectivité scientifique. La section 3 analysera les résultats obtenus tant du point de vue de la pertinence des mesures utilisées pour étudier le profil de connectivité scientifique des régions que du point de vue des enjeux de politique territoriale.

1. LA CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE REGIONALE : ENJEUX ET PERSPECTIVES

1.1.LA CONNECTIVITE REGIONALE UNE DIMENSION CENTRALE DES SYSTEMES REGIONAUX D'INNOVATION

Les systèmes régionaux d'innovation supposent l'existence d'une certaine cohérence entre des institutions et des acteurs sur un territoire, cohérence qui constitue une source potentielle d'avantages comparatifs localisés (Cooke, 2001 ; Asheim & al, 2005 ; Asheim, 2006). L'approche fondée sur les systèmes régionaux d'innovation a connu un essor considérable depuis les années 1990. Cet essor résulte de plusieurs phénomènes concomitants. Tout d'abord, de l'intérêt des chercheurs pour comprendre les dynamiques localisées d'interactions et leurs incidences sur l'innovation (Cooke 2001; Brujin & al, 2005). Ensuite de l'intérêt des *policymakers* pour définir un cadre conceptuel adapté à la variété des formes d'interventions locales dans le contexte de la construction d'une Europe fondée sur la connaissance (Oughton & al, 2002). Cependant les concepts associés aux systèmes régionaux d'innovation ne sont pas exempts de critiques (Héraud, 2003, Doloreux & Bitard, 2005 ; Todtling & al, 2005 ;

Uyarra, 2010). Parmi les critiques, on retrouve la prise en compte insuffisante de la variété des connections que les acteurs entretiennent à l'intérieur comme à l'extérieur du territoire. Si les concepts fondés sur les systèmes régionaux d'innovation sont relativement nombreux et divers, ils ont généralement en commun d'aborder le territoire comme une entité fermée. Les spécialisations locales et les stratégies collectives sont ainsi avant tout analysées comme la résultante d'une dynamique interne au territoire (Cooke, 2005 ; Benneworth & Dassen, 2011). De telles approches poussent à surévaluer les sources endogènes du développement des territoires alors même que celui-ci repose sur une combinaison complexe et spécifique de facteurs endogènes et exogènes. Prendre en compte les différentes formes de connections locales et globales au sein des régions revient à considérer que cette combinaison est centrale pour comprendre les dynamiques de développement des systèmes régionaux d'innovation comme les formes variées de gouvernance locale (Leydesdorff & al, 1998 ; Leydesdorff, 2003). On peut même avancer que la diversité de relations formelles et informelles que les acteurs entretiennent à la fois au niveau local et à l'extérieur de leur territoire constitue une caractéristique centrale des systèmes régionaux d'innovation (Benneworth & Dassen, 2010 ; Cooke, 2005).

Prendre en compte la connectivité locale et globale introduit deux enjeux majeurs :

- Analyser la connectivité régionale amène à s'interroger sur la cohérence interne du territoire. Postuler l'existence d'un « système » régional suppose la coexistence de plusieurs sous-systèmes en interne qui forment un tout cohérent. Cette cohérence a été étudiée au niveau des systèmes nationaux d'innovation (Lundvall & al, 2002) et des systèmes sectoriels d'innovation (Malerba, 2002). Souvent la dynamique de l'innovation repose sur la cohérence des systèmes sectoriels et nationaux (Mérindol & Versailles, 2007). L'existence d'une cohérence interne aux régions au même titre de ce que l'on peut observer au niveau des systèmes nationaux d'innovation et des systèmes sectoriels reste une source de questionnement (Anova & al, 2001). Cette cohérence dépend de l'histoire, des institutions, des modèles de relations entre les collectivités territoriales, les acteurs locaux et les Etats nationaux.
- Ensuite, les analyses sur la connectivité amènent à s'intéresser aux relations que les acteurs du territoire entretiennent avec l'extérieur (Benneworth & al 2010) et leurs incidences sur les stratégies de développement local (Markusen, 1994). Abordées au niveau des firmes multinationales (Niosi & Zhegu, 2005 ; Maltes, 2006), elles ont permis de souligner les formes variées de division du travail et de marchés au sein des firmes multinationales et les incidences sur leurs relations au territoire (Baier, 2011).

Les connections locales et globales constituent une source possible d'avantages, de risques et de tensions pour le développement local (Benneworth & al, 2010). D'un côté, la variété des connections locales et globales peut réduire les effets de *lock-in*, créer de nouvelles formes de diversité résultant non seulement des sources de connaissances internes mais aussi de la capacité des acteurs à capter les connaissances externes au territoire. La théorie des capacités absorptives au sens de Cohen et Levinthal (1990) serait à généraliser au domaine plus large de la créativité des territoires. En effet, la réinterprétation d'éléments cognitifs et culturels exogènes constitue un potentiel de production d'activités innovantes, particulièrement sur des territoires d'interface comme les espaces transfrontaliers : la connectivité locale apparaît à la fois perturbée et enrichie par les effets-frontière (Héraud, 2011). D'un autre côté, la connectivité globale-locale peut aussi constituer une source de tensions. Les acteurs peuvent être soumis à des dynamiques et contraintes externes au territoire liées aux secteurs d'activités, au marché, aux alliances, qui peuvent être contraires au développement régional.

Plus globalement, la connectivité locale-globale a des incidences sur les formes de gouvernance locale et de relations au sein de la triple hélice : collectivités territoriales, entreprises et recherche (Cooke, 2004 ; Etzkowitz & Leydesdorff, 1997 ; Leydesdorff & al, 1998).

1.2.DE LA CONNECTIVITE EN GENERAL A LA CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE EN PARTICULIER

Lorsque la connectivité régionale est abordée, les analyses se focalisent principalement sur les entreprises (Markusen, 1994 ; Uyarra, 2010). Les enjeux associés aux différentes formes de connectivité de la science sont, elles, plus rarement prises en compte pour aborder les caractéristiques fondamentales des systèmes régionaux d'innovation. Les universités comme les organismes de recherche publique se voient reconnaître un nouveau rôle dans le développement local : elles constituent à la fois des producteurs de connaissances, des vecteurs de la diffusion des connaissances et contribuent aussi à la formation du capital humain (Benneworth & al, 2009). Plus largement la science dans les régions contribue à l'image de la région, à sa culture et sa réputation d'excellence (Crespy, Héraud & Perry, 2007). Toutefois, l'activité scientifique de type *open science* semble souvent largement échapper aux territoires. Les réseaux scientifiques sont de plus en plus internationaux, souvent présentés comme a-territoriaux. La structuration des réseaux scientifiques repose sur des principes d'auto-organisation (Georghiou, 1998 ; Wagner & Leydesdorff, 2005). L'activité scientifique échappe ainsi pour beaucoup aux initiatives de politiques publiques, en particulier locales. La science est ainsi souvent considérée comme une activité qui se développe, en grande partie, en dehors des contingences territoriales, et dont il est très difficile d'anticiper les externalités positives dans le temps comme dans l'espace.

Pourtant la connectivité scientifique régionale constitue un élément clé de l'analyse des systèmes régionaux d'innovation. L'activité scientifique repose de plus en plus sur le développement de collaborations entre chercheurs. La spécialisation des chercheurs, la complexité de la science expliquent en partie ce phénomène (Adams & al 2005 ; Tijssen & al 2007). Les dynamiques et les déterminants des collaborations sont multiples et ont été largement investiguées dans la littérature académique selon deux approches :

- via l'analyse des motivations aux collaborations internationales,
- via l'analyse du rôle de la distance géographique dans la construction des réseaux de collaborations.

Les collaborations internationales (ou connectivité globale) ont augmenté rapidement au cours de ces deux dernières décennies, attestant d'une internationalisation croissante de la science (Luukkonen & al, 1992 & 1993 ; Georghiou, 1998 ; Wagner & Leydesdorff, 2005). Cette observation renforce l'image de communautés scientifiques reposant sur des réseaux a-territoriaux. Les motivations à collaborer sont multiples. Georghiou (1998), Beaver (2001) ; Wagner (2005) et Wagner & Leydesdorff (2005) en soulignent la variété : les collaborations internationales peuvent être motivées par l'existence de relations historiques (les liens culturels, anciennement coloniaux par exemple), par la nécessité de trouver de nouvelles ressources financières, de partager des infrastructures de recherche, de favoriser une complémentarité des compétences et des idées pour générer de la créativité. Elles peuvent aussi être motivées par la volonté des chercheurs d'accroître leur réputation. L'intensité des collaborations scientifiques internationales tend à diminuer avec la taille scientifique des

acteurs (Glanzer, 2001)¹. Il devient moins nécessaire d'aller chercher les actifs complémentaires à l'extérieur des frontières (Wagner & al, 2001). Ces analyses suggèrent que le besoin de collaborer pour d'autres raisons que l'excellence scientifique se réduit, ce qu'attesterait le fait que publications scientifiques reposant sur des collaborations internationales sont souvent davantage citées que les autres publications (Frenken & al. 2009). Pour bon nombre d'experts, ce résultat atteste que la création de nouvelles connaissances repose de plus en plus sur des réseaux internationaux intégrés (Persson & al, 2004). Les motivations à collaborer peuvent varier sensiblement selon les disciplines (Wagner, 2005) mais l'internationalisation, à des degrés divers, constitue une caractéristique des communautés scientifiques, quelles que soient les disciplines. Si les facteurs internes à la science expliquent en grande partie l'évolution des collaborations internationales, le développement des transports et des TIC a aussi contribué à ce phénomène. En introduisant une nouvelle relation aux territoires, les transports et les TIC ont conduit à une évolution des pratiques et des activités, qui a aussi concerné l'activité scientifique (Torre, 2008).

Si les changements sont profonds, il n'en reste pas moins que la proximité géographique reste un facteur important au sein des réseaux scientifiques. Tout d'abord, les collaborations scientifiques imposent des interactions face à face pour permettre la co-construction de connaissances entre chercheurs. La transmission et la création de connaissances est sujet à des contraintes géographiques (Zucker & al, 1998). Pour ce faire, les collaborations peuvent reposer sur différentes formes de proximités géographiques virtuelles ou temporaires selon les étapes des projets. La proximité géographique constitue un facteur déterminant pour permettre la création d'une dynamique d'équipes de recherche, que celle-ci s'insère dans des parcs scientifiques ou des clusters (Beaudry & al 2000). Plus largement la distance constitue un facteur déterminant des collaborations (Hoekman & al, 2010 ; Frenken & al 2009 ; Okubo & al, 2004 ; Zitt & al, 2000). Ces travaux ont montré que les collaborations ont plus de chances de se développer lorsque la distance géographique entre les chercheurs est réduite. Les collaborations scientifiques comme d'ailleurs les citations sont le plus souvent dominées par les espaces nationaux. Plusieurs facteurs expliquent que la distance constitue une contrainte encore très forte pour mener des collaborations scientifiques. Les différences linguistiques, culturelles, organisationnelles ou institutionnelles représentent des coûts de coordination extrêmement importants ce qui explique que la proximité reste un déterminant important pour les collaborations scientifiques.

La production de connaissances scientifiques repose donc sur des dynamiques et des tensions à la fois locales et globales qui contribuent à la construction et la diffusion des connaissances. Ces dynamiques constituent des caractéristiques essentielles de l'activité scientifique au sein des systèmes régionaux d'innovation.

Favoriser les connexions scientifiques locales ou hors du territoire est rarement abordé comme un enjeu de politique locale. Pourtant la connectivité scientifique locale-globale peut avoir une incidence à plusieurs niveaux. Pour les *policymakers*, favoriser cette connectivité peut contribuer à optimiser les externalités localisées et favoriser le développement local (Benneworth & al, 2011). Plusieurs cas de politiques locales au niveau des régions françaises et états fédérés allemands peuvent illustrer ce point ;

- Accroître l'excellence et les effets de réputation. Ainsi pour Rhône-Alpes, région française qui dispose d'une capacité scientifique importante, les pouvoirs publics locaux voient dans le développement des collaborations internationales un moyen de

¹ La taille scientifique des acteurs est mesurée par le volume global de publications scientifiques.

renforcer son image d'excellence et sa réputation (Conseil régional de Rhône-Alpes, 2010). De même, des régions moins reconnues en matière d'innovation et de technologie font des efforts particuliers pour acquérir une image scientifique et communiquent sur le rôle bénéfique en général de la science (c'est le cas dans les nouveaux Länders dans l'Est de l'Allemagne).

- Accroître la capacité d'absorption locale : les collaborations internes et externes aux territoires permettent d'accroître la transmission des connaissances et des informations. Via les collaborations, il est alors possible de limiter les effets de *lock-in* entre les acteurs géographiquement localisés et aussi d'accroître la diversité des connaissances mobilisées pour créer de nouvelles trajectoires de développement. Typiquement, la stratégie de l'Aquitaine vise en partie à accroître les collaborations locales et globales pour encourager le développement de nouvelles trajectoires scientifiques et technologiques. Cette région investit un montant relatif record pour la France : 10% du budget régional en recherche, enseignement supérieur et transfert de technologie, avec une montée en puissance régulière depuis 1998 (La Recherche, 2011). Une telle stratégie, consistant à investir massivement en visant une meilleure mise en réseau interne, est particulièrement pertinente dans le cas des domaines de compétences où les moyens sont modestes et éparpillés localement et où les échanges locaux entre les acteurs « tournent en rond »².
- Créer des effets de masse critique : des régions de petite taille peuvent mobiliser différentes formes de collaborations locales et hors de la région pour créer une masse critique suffisante pour développer des projets de recherche. Ainsi en Basse-Normandie, les collaborations scientifiques hors de la région (avec les autres régions françaises ou hors du territoire national) sont perçues comme le moyen d'atteindre la masse critique pour mener des projets d'envergure³.

La section suivante va proposer une analyse des caractéristiques de connectivité scientifique des régions européennes à partir d'indicateurs régionaux de co-publications scientifiques. Une typologie en quatre classes a ainsi pu être construite, différenciant les régions européennes selon leurs caractéristiques de connectivité locale et globale.

2. LA CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE DES REGIONS EUROPEENNES : CONSTRUCTION D'UNE TYPOLOGIE

2.1. PRESENTATION DES DONNEES

Les données mobilisées sont issues de la base enrichie de l'OST construites à partir des données du Web of science. Nous avons mobilisé les données de co-publications scientifiques régionalisées sur 246 régions européennes (NUST2)⁴. Les co-publications scientifiques

² Entretiens et ateliers de réflexion lors de la « journée de l'économie en Aquitaine » organisé par le Conseil régional d'Aquitaine le 22 septembre 2011.

³ Elements issus de travaux réalisés pour le conseil régional de Basse-Normandie sur le diagnostic en vue de l'élaboration du schéma de l'enseignement supérieur et de la recherche en Basse Normandie, 2011.

⁴ Il n'a pas été possible de régionaliser les données de la Roumanie et de la Bulgarie. Par ailleurs 5 pays mono-régions ont été introduits mais seulement en variables illustratives. Ils n'ont donc pas servi à construire (par

permettent d'identifier l'existence de coopérations sur des projets de recherche qui se construisent dans la durée. Des indicateurs régionaux de co-publications scientifiques ont été construits en fonction de l'adresse des institutions des chercheurs qui participent aux publications. 8 indicateurs de co-publications élaborés sur l'année 2007 ont été testés pour construire une typologie régionale. Ces indicateurs reflètent différents aspects de la connectivité locale-globale en caractérisant les espaces géographiques de collaboration : des collaborations scientifiques construites à proximité aux collaborations reposant sur des institutions de recherche éloignées géographiquement de la région.

- L'indicateur de *part de publications intra-institutionnelles* regroupe des publications scientifiques qui sont le résultat d'un seul chercheur ou de chercheurs localisés au sein de la même institution (publication mono-adresse). Il traduit l'absence de connectivité ou une connectivité restreinte à l'intérieur du centre de recherche.
- L'indicateur de *part de copublications intra-régionales* concerne les publications qui résultent de collaborations entre des chercheurs localisés entre deux ou plusieurs institutions au sein de la même région.
- L'indicateur de *part de copublications avec les autres régions du même pays* concerne les publications impliquant la collaboration de chercheurs entre des institutions du même pays (hors de la région elle-même).
- L'indicateur de *part de copublications européennes* comprend les co-publications de la région avec des chercheurs dont l'institution est localisée dans une région européenne hors du territoire national.
- Les collaborations internationales sont repérées par 4 indicateurs : les parts de co-publications avec les Etats-Unis, avec la Chine, avec le Japon et avec le reste du monde. Le partenaire est une institution localisée hors du territoire de l'Union européenne.

Ces indicateurs permettent de caractériser différents espaces géographiques de collaborations qui s'inscrivent dans des contextes institutionnels différents. Le territoire régional est caractérisé par l'émergence de politiques locales en Europe qui ont progressivement pour objectif d'encourager les stratégies, initiatives et collaborations à l'échelle régionale. Le territoire national est caractérisé par l'existence d'institutions et de politiques scientifiques qui ont une influence majeure sur la gouvernance des activités de recherche et leurs spécialisations (concept classique de système national d'innovation). Le territoire européen constitue un contexte institutionnel spécifique et unique au sein duquel des mesures de politique de R&D ont été mises en place et dédiées au développement des collaborations européennes pour accroître la cohésion de l'Union. Enfin le reste du monde correspond à un espace de collaborations scientifique gouvernées principalement par les seuls mécanismes d'auto-organisation (Gheorghiou, 1998).

Chaque indicateur de parts régionales de co-publications est construit en années lissées sur 3 ans pour garantir une certaine stabilité. Deux types de compte existent en matière de bibliométrie : le compte de présence et le compte fractionnaire. Nous avons utilisé le compte fractionnaire qui présente l'avantage de produire des chiffres consolidables.

l'analyse factorielle) les classes obtenues, mais ils sont cités dans ces classes quand leur type statistique y correspond.

2.2. RESULTATS DE LA CLASSIFICATION ET ANALYSE DES CLASSES

2.2.1. LA DIVERSITE DES PROFILS REGIONAUX DE CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE

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.

L'axe 1 représente 54 % de la variance. Il illustre l'importance des collaborations intra-régionales et, dans une moindre mesure, des collaborations européennes. En effet, la coordonnée de l'intra-régional sur cet axe est nettement positive et très significative (la qualité de la représentation, mesurée en cosinus carré, est de 87%). Cet axe oppose ces deux types de collaborations scientifiques à quasiment toutes les autres, et en particulier aux collaborations dans le système national. Il faut souligner que les publications intra-institutionnelles sont également en négatif sur l'axe 1, ce qui indique que cet axe correspond bien à une dimension de connectivité affirmée (attitude d'ouverture de la recherche sur des partenaires externes à l'institution) et non pas à un repli local. Les collaborations internationales (extra-européennes) apparaissent négatives sur l'axe, mais pas avec une représentativité notable. Au total, l'axe 1 caractérise très nettement la propension à collaborer au sein de l'espace régional. Il n'est pas inintéressant de noter que la dimension régionale est la première à ressortir statistiquement dans l'analyse de la variété des réseaux de collaboration scientifique. C'est un clivage majeur et donc un enjeu incontournable de politique des sciences.

L'axe 2 représente 22 % de la variance. Il oppose surtout les coopérations européennes aux coopérations nationales, avec des positionnements assez représentatifs (\cos^2 respectivement égaux à 41% et 35%). En position positive sur l'axe, à côté des collaborations européennes, on trouve les coopérations internationales diverses, mais avec une moins bonne représentativité. Cet axe exprime clairement la propension à rechercher ailleurs que dans le système national les coopérations scientifiques nécessaires.

L'axe 3 représente 17 % de la variance. Il oppose, en négatif et de manière significative ($\cos^2 = 0,44$), les collaborations mono-adresses (une seule adresse institutionnelle associée au(x) chercheur(s) signataire(s) de la publication) à la plupart des autres variables. Autrement dit, c'est un axe de la connectivité en général : on trouve en positif toutes les formes de co-publications autres qu'intra-institutionnelles. Il indique globalement le degré d'ouverture sur l'extérieur des pratiques de recherche.

On peut conclure de l'analyse précédente que la représentation des variables et des régions sur les deux premiers axes illustre assez bien (76% de la variance totale) la majorité des informations synthétiques, à l'exception de la dimension de connectivité en général qui est portée par le troisième axe. La Figure 1 ci-dessous résume l'interprétation que nous faisons du positionnement des régions européennes en termes de connectivité scientifique. Nous reviendrons plus loin sur la troisième dimension à l'occasion de la présentation des classes typologiques extraites de l'analyse de segmentation hiérarchique. Pour l'instant on considérera qu'une majorité de régions est correctement caractérisée dans ce référentiel formé par les deux premiers axes.

Figure 1 – Interprétation du référentiel des deux premiers axes factoriels

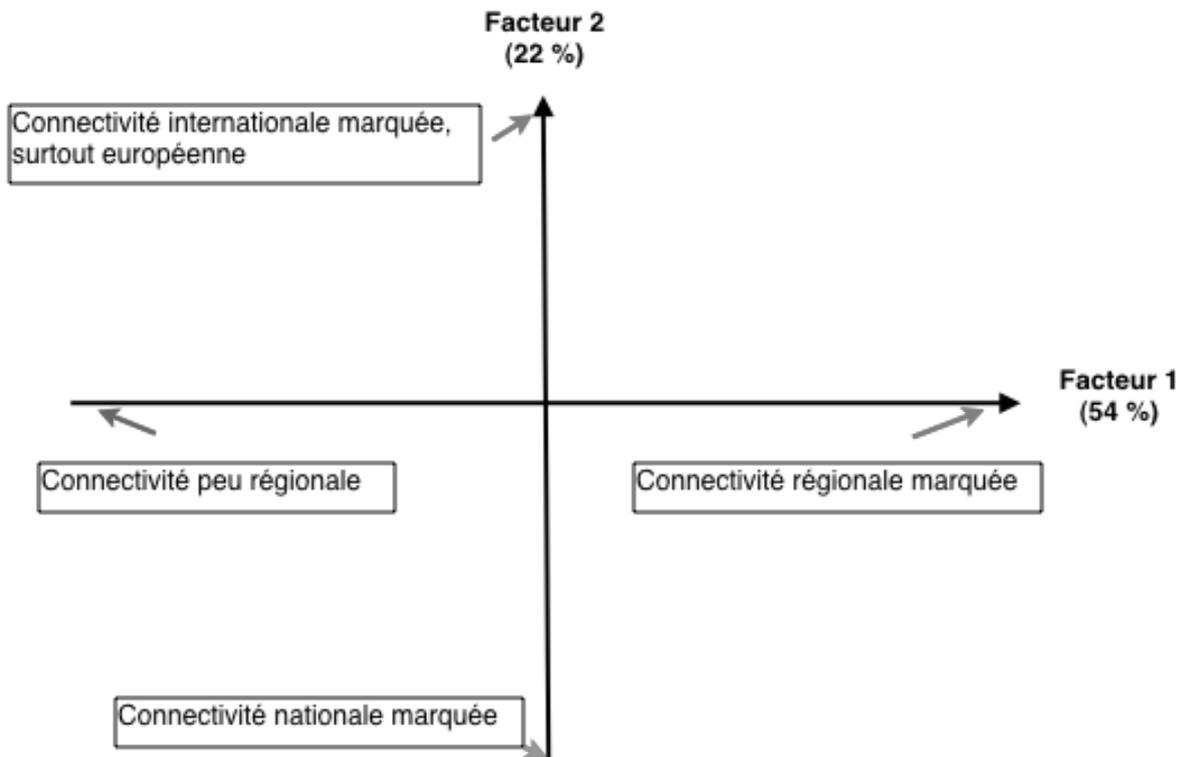
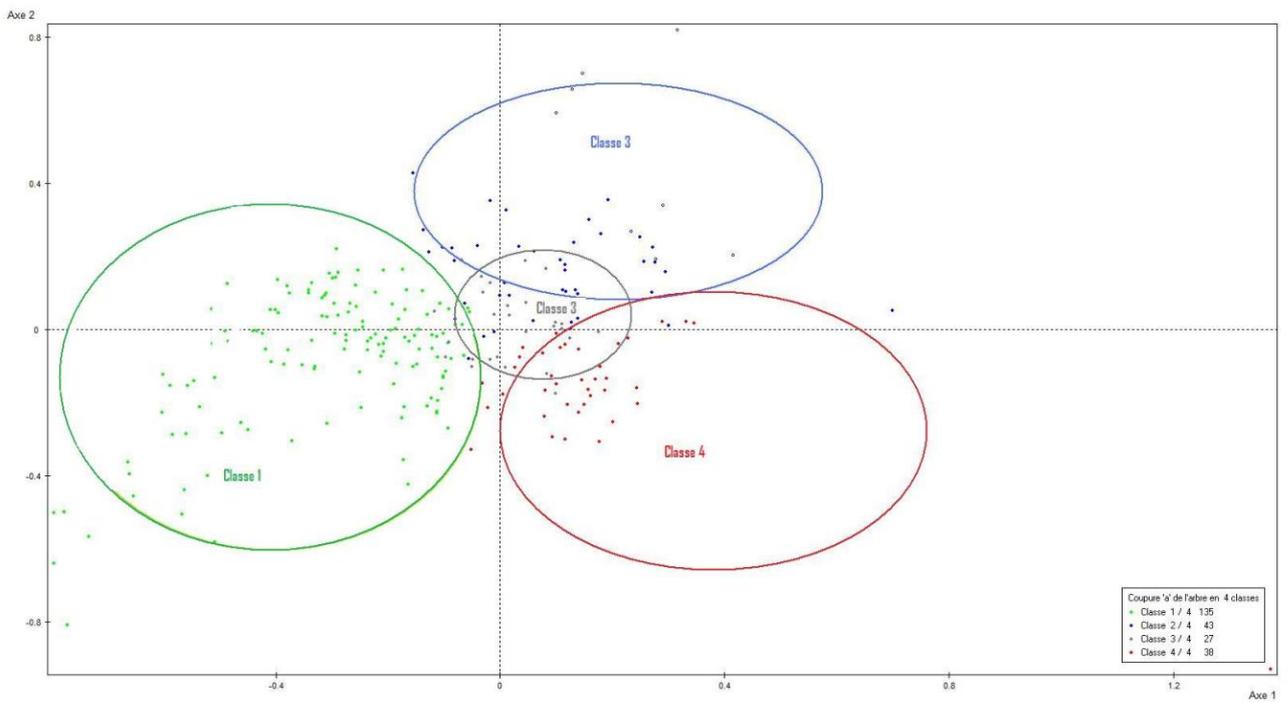


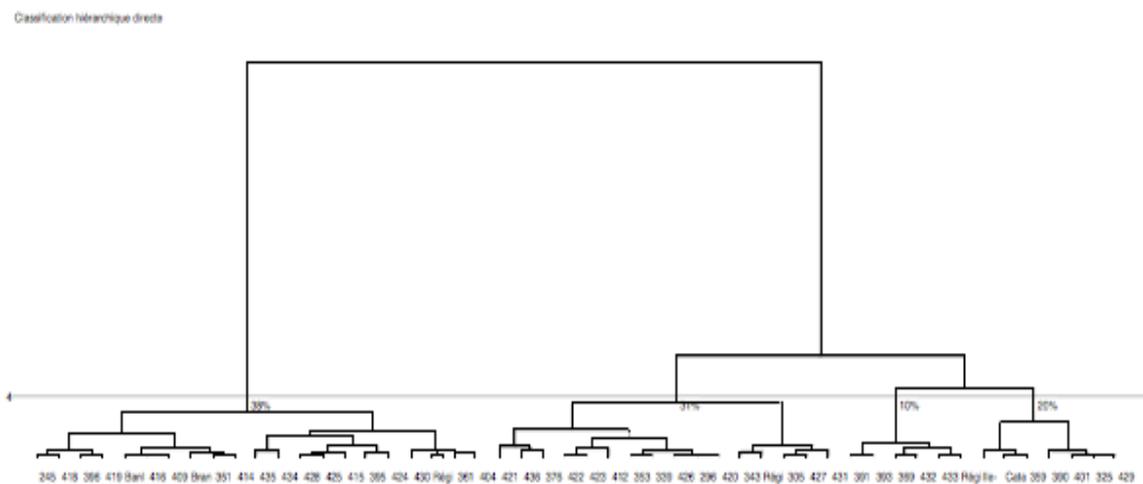
Figure 2 – les classes de régions positionnées sur les axes factoriels



Classiquement, l'ACP a été suivie d'une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA), la méthode de Ward étant appliquée aux distances euclidiennes des individus-régions représentés par leurs coordonnées sur les sept premiers axes factoriels. L'inertie inter-classes, mesure de l'hétérogénéité entre les classes de la partition est maximisée.

Inerties	
totale	0,0674
Inter-classes	0,0383
Quotient (Inertie inter / Inertie totale)	57%
Inertie intra-classe	0,0291
décomposition de l'inertie intra-classe	
Classe 1 / 4	0,0136 (47%)
Classe 2 / 4	0,0062 (21%)
Classe 3 / 4	0,0030 (10%)
Classe 4 / 4	0,0063 (22%)

Figure 3 – Classification hiérarchique et détermination de quatre classes principales



Les régions ayant une structure de répartition des co-publications (un profil de connectivité) similaire se retrouvent donc agrégées dans une même classe, et différenciées des régions des autres classes. Quatre classes ont ainsi été retenues :

- **Classe 1 (« standard national ») : des régions orientées vers les réseaux nationaux et internationaux.** Cette classe comprend 135 régions européennes, soit 56 % de l'ensemble des 243 régions (rappelons que les pays mono-régionaux au sens NUTS2 sont exclus des variables actives de l'analyse factorielle). Les régions concernées se caractérisent principalement par une connectivité scientifique peu régionale. Le centre de classe de ce type de régions ne se projette pas de manière très significative sur les axes factoriels (comportement relativement standard) sauf en ce qui concerne l'axe 1 où il apparaît nettement en négatif : les réseaux de la science sont largement nationaux ou internationaux mais il y a peu de propension à travailler avec d'autres institutions de la même région. Le positionnement sur la Figure 2 (espace des deux premiers axes factoriels axes) est surtout à gauche, ce qui marque une faible cohérence régionale.
- **Classe 2 (« réseau européen ») : des régions tournées vers l'Europe et l'international.** Cette classe comprend 43 régions, soit 18 % des régions européennes. C'est un type caractérisé par des co-publications européennes et internationales marquées et peu de collaborations menées avec les autres régions du même pays. Dans le graphique factoriel, on les retrouvera plutôt en haut, ce qui est la marque de réseaux de coopérations plus européens que nationaux.
- **Classe 3 (« autarcique ») : des régions à connectivité moindre.** Cette classe comprend 27 régions, soit 11 % de l'ensemble. Il s'agit de régions caractérisées par des collaborations scientifiques intra-régionales et surtout intra-institutionnelles. Les chercheurs collaborent peu avec les autres régions du même pays. La classe se positionne surtout de manière négative sur l'axe 3 (faible connectivité). Les points des régions correspondantes se projettent par contre de manière plutôt neutre, c'est-à-dire centrale dans le plan des deux premiers axes (Figure 2).
- **Classe 4 (« système régional ») : des régions tournées vers les collaborations intra-régionales.** Cette classe comprend 38 régions, soit 16 % de l'ensemble. Il s'agit de régions particulièrement marquées par les collaborations intra-régionales (mais pas intra-institutionnelles). Cela correspond à un positionnement plutôt à droite sur la Figure 2.

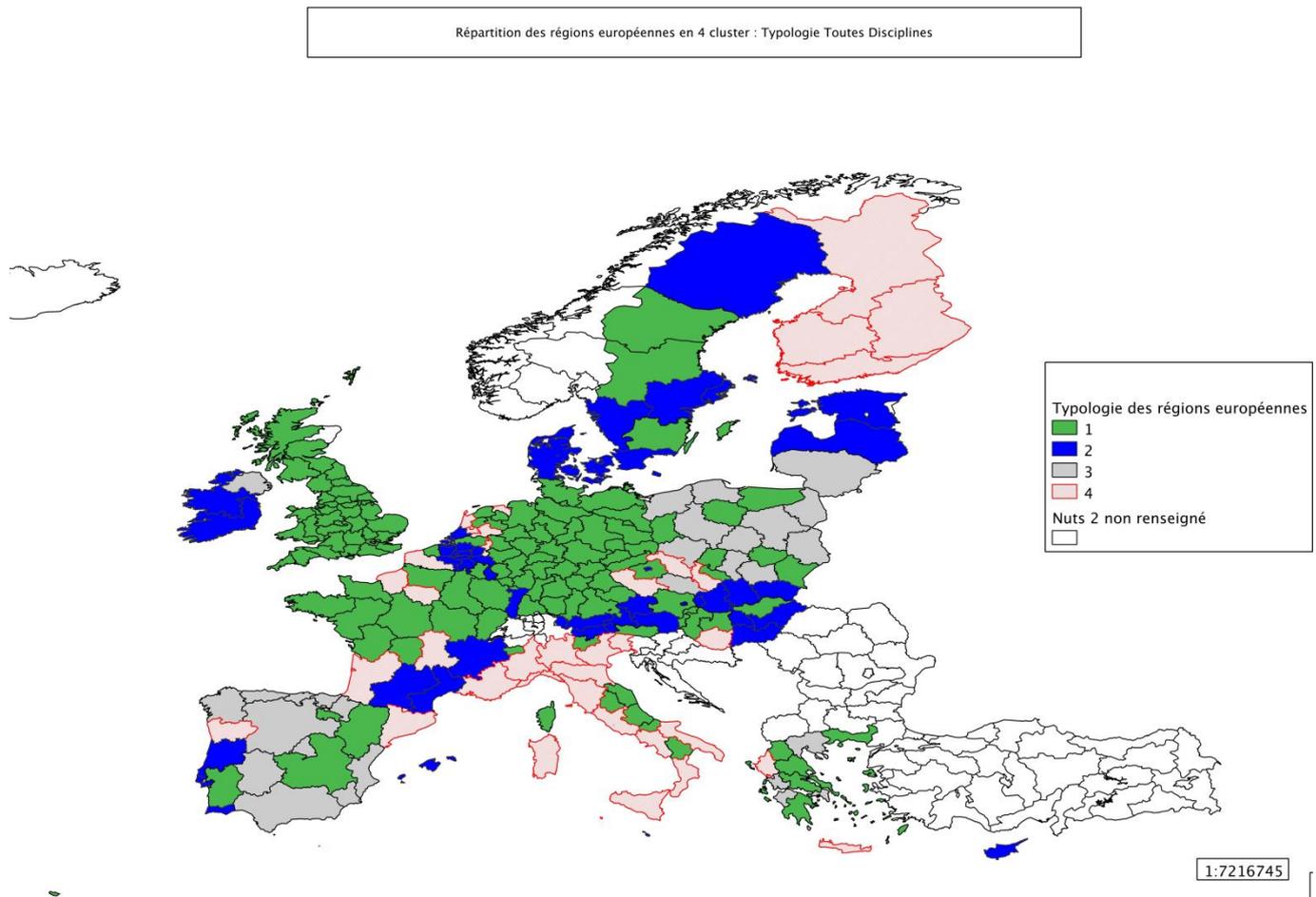
Le Tableau 1 ci-dessous donne la répartition des différents types de connectivité selon les quatre classes.

Tableau 1 - Pourcentages des types de connectivité scientifique selon les co-publications en 2007 pour les 4 classes de régions

Classes	Intra-institutionnel	Intra-régional	National	Européen	Autres-International	Etats-Unis	Japon	Chine
1 : « Standard national »	39.5	16.0	17.8	8.2	13.7	3.6	0.5	0.7
2 : « Réseau européen »	30.8	25.7	8.9	12.5	17.8	3.4	0.5	0.5
3 : « Autarcique »	39.2	26.0	9.2	9.0	12.9	3.1	0.4	0.3
4 : « Système régional »	28.7	30.9	14.3	9.0	13.1	3.3	0.4	0.3
Toutes régions	35.0	23.3	13.6	9.4	14.3	3.4	0.5	0.5

Les classes de régions obtenues selon leur profil de connectivité scientifique sont révélatrices de situations institutionnelles et géographiques typées lorsqu'on les projette sur la carte de l'Europe.

Figure 4 – Carte des régions européennes selon leur type de connectivité scientifique



Tout d'abord, on constate que les régions au sein d'un même système national d'innovation présentent souvent des caractéristiques similaires en termes de connectivité scientifique. Ce résultat laisse supposer l'importance des règles institutionnelles, organisationnelles et des politiques publiques qui ont progressivement façonné les comportements des chercheurs et de leurs institutions sur les territoires. Par exemple, les régions allemandes et britanniques sont toutes du même type : elles appartiennent à la classe 1 (standard national), à l'exception de Londres intra-muros et de l'Irlande du Nord. Les régions plus autarciques, avec beaucoup de publications mono-adresse (classe 3) sont pour la plupart espagnoles et polonaises. Les régions présentant une forte tendance à collaborer au sein de leur propre système régional (classe 4) sont très typiques de l'Italie et de la Finlande.

La classe 2 est assez particulière :

- Ces régions, qui coopèrent particulièrement dans le système européen et moins que la moyenne dans leur système national, sont souvent des territoires frontaliers, voire trans-culturels, comme on pouvait s'y attendre. C'est le cas de l'Alsace, des régions de l'Øresund entre le Danemark et la Suède, de beaucoup de régions belges et autrichiennes. Ce n'est sans doute pas un hasard non plus si la seule région italienne de classe 2 est le Trentin-Haut-Adige, autrement dit la région germanophone du Tyrol du Sud. De même, la seule région finlandaise de classe 2 est l'archipel de Åland dont les racines culturelles et linguistiques suédoises sont bien connues.
- La classe 2 regroupe aussi beaucoup de régions périphériques : les deux régions NUTS2 de la République d'Irlande, quatre régions sur 7 du Portugal et toutes les régions slovaques. Cette situation laisse supposer le besoin de ces régions d'aller chercher à l'extérieur des frontières les collaborations nécessaires au développement des activités de recherche qu'elles ne trouvent pas dans leur système national.
- On trouve, de même, beaucoup de capitales de pays de taille moyenne : Vienne, Prague, Budapest, Stockholm, Bruxelles, Lisbonne. Les raisons sont sans doute les mêmes que précédemment. Une explication supplémentaire peut aussi être associée aux capacités de transports aériens et terrestres qui se sont développées pour relier ces régions capitales de taille moyenne au reste de l'Europe. Le développement des transports a pu faciliter l'émergence de nouvelles collaborations hors du territoire de la région.
- Enfin, les petits pays (territoire limité) une fois réintroduits dans la typologie au titre de variables illustratives, se projettent aussi massivement dans la classe 2 : Chypre, Malte, Luxembourg, Estonie, Lettonie et Danemark; seules la Lituanie et la Slovaquie appartiennent à la classe 3. Encore une fois, la taille modeste du « marché intérieur » de la science explique la nécessité d'une bonne connectivité externe pour satisfaire les ambitions scientifiques.

Jetons maintenant un regard sur les grandes capitales. Londres intra-muros et Madrid sont de type autarcique (classe 3), ce qui s'explique par de fréquentes coopérations intra-institutionnelles. Ce n'est pas très étonnant dans le cas de capitales concentrant de grandes institutions nationales. Paris est de type « régional », mais cela reflète aussi une grande concentration d'institutions, en réseau dans le périmètre francilien. Il en est de même pour Rome et sa région. Par contre les grandes capitales régionales allemandes sont de type 1, comme toutes les régions de ce pays : le fédéralisme a visiblement créé un réseau national et aucun pôle scientifique ne se suffit à lui-même.

La France apparaît comme un pays plutôt mixte en termes de types de connectivité scientifique. La classe 3 est la seule à ne pas être représentée. 13 régions sont de type « standard national » (classe 1) ; 6 sont des systèmes relativement « régionaux » (classe 4) ; et 4 sont de type « européen » (classe 2). L'Aquitaine, évoquée plus haut, appartient à la classe 4, ce qui prouve qu'elle a réussi sa stratégie d'intégration régionale. Mais il reste à prouver que cette stratégie est la meilleure à long terme. Des régions très bien placées comme Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon sont de type « européen ».

La variété des cas de figure est à souligner. Par exemple, si l'on considère les puissants systèmes régionaux d'innovation traditionnels que sont les « quatre moteurs » autoproclamés de l'Europe technologique : le Bade-Wurtemberg est dans la classe 1 ; la

Catalogne et la Lombardie dans la classe 2 et Rhône-Alpes dans la classe 4. Pour généraliser, on constatera sur la carte que la « banane bleue », l'épine dorsale de l'Europe de l'innovation, est en fait plutôt bariolée (seule la classe 3 « autarcique » n'est pas représentée).

2.2.2. ANALYSE DES CLASSES OBTENUES DE CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE

Les analyses globales que nous venons de faire sont bien entendu à repreciser et à contextualiser en considérant des critères plus fins. Les classes obtenues présentent plusieurs caractéristiques que nous avons étudiées en liant avec des spécificités importantes de l'activité scientifique liée à leur taille, la spécialisation disciplinaire et enfin la visibilité scientifique.

L'analyse de la taille scientifique des régions européennes a été réalisée en fonction de leur volume de publications. Le premier constat est que les régions « standard national » ont des volumes relativement plus faibles en moyenne que les autres régions. Près de 78,5 % d'entre elles ne dépassent pas les 1500 publications scientifiques en 2007 et uniquement 8 régions sur les 135 ont un volume de publications supérieur à 2500. D'autre part les classes 2 et 4 se démarquent également en fonction de la taille scientifique des régions. La classe 2 est constituée pour plus de la moitié de son effectif de régions de « petites tailles » et de « tailles intermédiaires » (entre 0 et 1500 publications en 2007). La classe 4 est composée pour près de 44,8 % de son effectif de régions de grande taille, dépassant une production scientifique annuelle de 1500 publications. Parmi elles, 12 régions ont un volume de production supérieur à 2500 publications en 2007. Ce résultat laisse supposer soit que ces régions sont caractérisées par un fort dynamisme de leur système régional d'innovation qui se traduit par l'intensité des co-publications entre institutions situées au sein d'une même région et/ou que les régions disposent de capacités scientifiques locales suffisantes pour développer des projets de recherche, structurées à l'échelle locale. On peut alors noter la position de Rhône-Alpes : c'est l'une des rares régions disposant d'une grande capacité scientifique et pourtant davantage tournées vers les collaborations européennes et internationales que vers les collaborations intra-régionales.

Tableau 2 Répartition des régions par classes en % en fonction de leur taille mesurée par le volume de publications scientifiques

Volume de publications	0-300 pub	300-1500 pub	1500-2500 pub	Plus de 2500 pub	Nombre de régions
Classe 1 « standard national »	37,0 %	41,5 %	15,6 %	5,9 %	135
Classe 2 « Réseau européen »	32,7 %	28,6 %	18,4 %	20,4 %	43
Classe 3 « Autarcique »	6,9 %	62,1 %	10,3 %	20,7 %	27
Classe 4 « Système régional »	10,5 %	44,7 %	13,2 %	31,6 %	38

L'analyse factorielle que nous avons exploitée, ici, était fondée sur les chiffres du total des co-publications. Or les comportements scientifiques de co-publications ne sont pas neutres vis-à-

vis des disciplines ; les spécialisations des territoires dans les diverses disciplines expliquent donc en partie l'appartenance à une classe typologique. Le fichier que nous exploitons permet de distinguer 8 disciplines scientifiques. Lorsqu'on projette la variable disciplinaire sur les axes factoriels, on observe (mais avec une représentativité pas très marquante) que l'axe 1 présente un biais positif vers les mathématiques et la biologie fondamentale, l'axe 2 vers la chimie et la physique, et l'axe 3 vers les sciences de l'univers. De manière logique, nos quatre classes possèdent aussi des profils différents de spécialisations disciplinaires. C'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

Chaque classe peut être caractérisée en termes de spécialisation dans la production scientifique. Pour cela, on commence par calculer le poids de chaque discipline dans le total des publications des régions de la classe, puis on divise par le même ratio calculé sur le total des publications de la base (Europe entière). Par exemple, la classe 1 a publié en 2007 le nombre (fractionnaire) de 17 126,3 articles en biologie fondamentale sur un nombre total de 114 997,1 articles scientifiques. La biologie fondamentale représente donc 14,89% de la production scientifique de la classe. Sur l'ensemble des quatre classes, la proportion est de 15,05%. On voit que la classe 1 est légèrement moins spécialisée que la moyenne des régions européennes dans cette discipline. L'indice de spécialisation est le rapport des deux pourcentages : 0,99. En biologie appliquée-écologie, l'indice est 0,93 ce qui montre une sous-spécialisation un peu plus importante. Le Tableau 3 ci-dessous présente l'ensemble de ces indices pour les 4 classes et les 8 disciplines.

Tableau 3- Indices de spécialisation scientifiques des classes

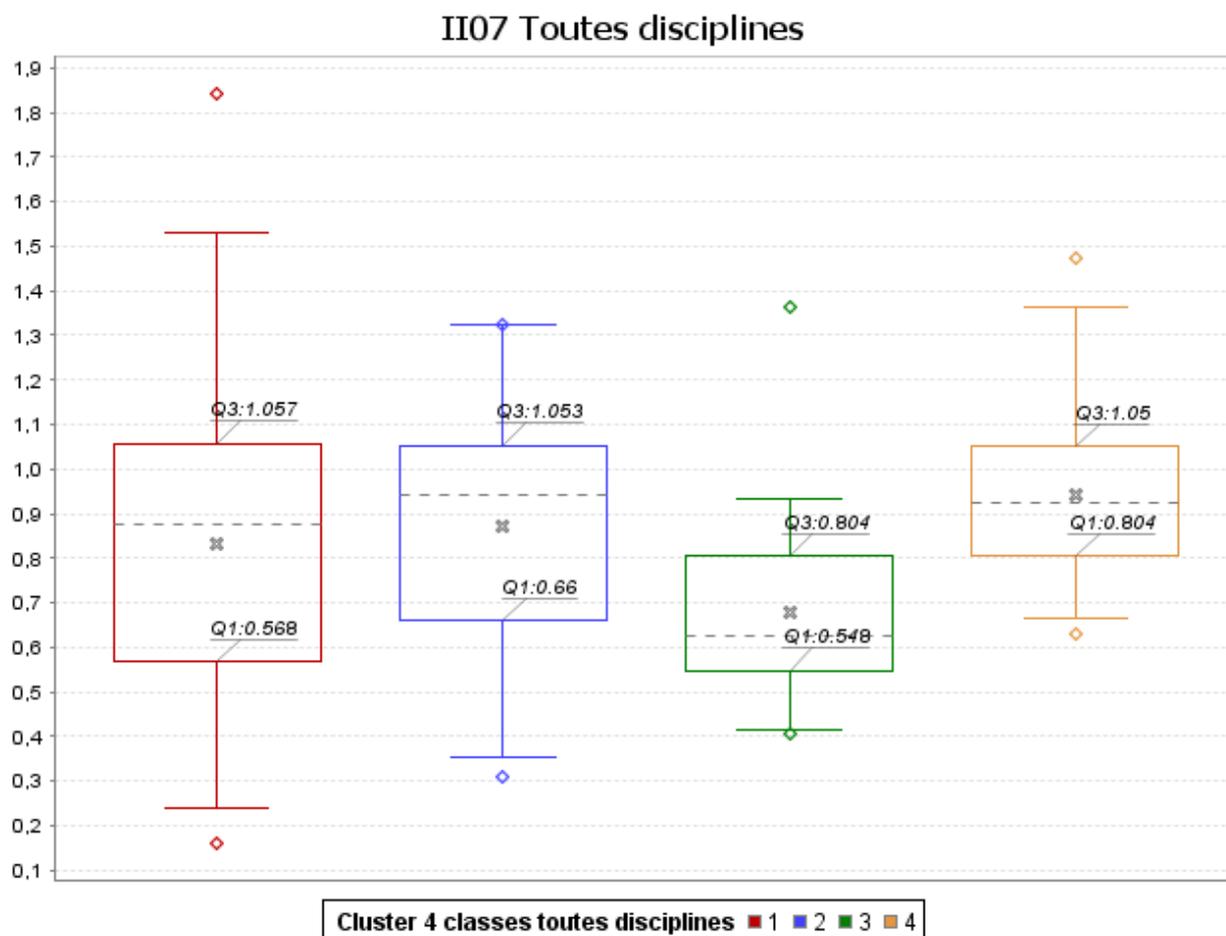
Classes	Biologie fondamentale	Recherche médicale	Biologie appliquée - écologie	Chimie	Physique	Sciences de l'Univers	Sciences pour l'ingénieur	Mathématiques
1 : « Standard national »	0.99	1.00	0.93	1.01	1.04	1.01	1.01	0.89
2 : « Réseau européen »	1.06	0.92	1.15	1.07	1.00	1.01	0.99	1.04
3 : « Autarcique »	0.92	0.96	1.16	1.17	0.93	0.86	1.12	1.03
4 : « Système régional »	1.02	1.08	0.90	0.83	0.99	1.06	0.93	1.12
Toutes régions	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

On constate que les indices ne fluctuent pas beaucoup. Le modèle « standard national » reste particulièrement proche de la moyenne européenne, ce qui n'est pas très surprenant dans la mesure où cette classe regroupe plus de la moitié des régions. Le type « européen » se démarque avec une production proportionnellement importante en biologie appliquée - écologie. Les régions « autarciques » se spécialisent également en biologie appliquée - écologie et en chimie, ainsi qu'en sciences pour l'ingénieur, mais particulièrement peu en sciences de l'univers et biologie fondamentale. Le type « régional » est particulièrement productif en mathématiques, et particulièrement peu en chimie.

Pour l'analyse de la visibilité scientifique, nous avons utilisé l'indice d'impact à 2 ans construit « toutes disciplines » et « par disciplines » (Zitt & al, 2000). Cet indice permet de

mesurer la visibilité moyenne (mesurée par les citations reçues à 2 ans) des publications d'une région par rapport à la moyenne des publications dans le monde toutes disciplines confondues. L'indice est normalisé à 1. Deux classes se distinguent au niveau de la visibilité scientifique de leurs publications. La classe 4 « système régional » comprenant des régions orientées vers les collaborations intra-régionales se démarque des autres classes dans la mesure où elle constitue la classe de régions qui est en moyenne la plus visible et la plus homogène sur cet indicateur (ce qui semble indiquer que le renforcement régional d'un réseau n'est pas contradictoire avec l'excellence, mais en est plutôt la marque). La classe 3 « autarcique » se trouve caractérisée par sa faible visibilité scientifique. Les classes 1 « standard national » et 2 « Réseau européen » se démarquent faiblement l'une de l'autre (même si la classe 2 a une médiane au dessus de la classe 1) : on peut avancer l'hypothèse (nous y reviendrons plus loin) que la seconde compense approximativement les compétences manquantes en interne par des réseaux extra-nationaux.

Tableau 4 - Les classes en fonction de leur visibilité scientifique – box plot de l'indice d'impact à 2 ans toutes disciplines confondues par classe



3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette analyse des profils de connectivité scientifique des régions européennes permet d'apporter des éclairages nouveaux à la fois sur les caractéristiques des régions en matière de R&D et en matière de politique publique. Enfin, nous reviendrons sur les limites et les perspectives pour aller plus loin dans l'analyse de la connectivité scientifique régionale.

3.1.LA MESURE DE LA CONNECTIVITE SCIENTIFIQUE: UNE AUTRE APPROCHE DES CARACTERISTIQUES DE SYSTEMES REGIONAUX D'INNOVATION

Cette analyse a permis de regrouper des régions selon la proximité de leur profil de connectivité scientifique. Cela aboutit à une image très différente des régions européennes par rapport aux typologies généralement construites sur leur intensité de R&D et d'innovation, comme par exemple c'est le cas dans les travaux réalisés par Kroll & al (2009), par Pinto (2009) ou par l'OCDE (2011). Par exemple, la typologie proposée par l'OCDE (2011) sur les capacités régionales d'innovation conduit à identifier des régions hubs de connaissances scientifiques et technologiques. Ces régions sont caractérisées à la fois par une taille économique et par une intensité en R&D, en Haute technologie, en science extrêmement forte par rapport aux autres régions. On retrouve parmi ces régions hub de connaissances scientifiques et technologiques en France, au Royaume-Uni et en Allemagne : Ile de France, Midi Pyrénées, Londres intra muros et la banlieue londonienne, Berlin, Brème et Hambourg. Ces hubs de connaissances ont, dans le cadre de notre typologie, des profils différents de connectivité : Ile de France se situe dans la classe 4 (« système régional »). Brème, Berlin et Hambourg, la Banlieue londonienne, Cambridge et Oxford, se situent dans la classe 1 (« standard national »). Londres intramuros est en classe 3 (« autarcique ») et Midi-Pyrénées dans la classe 2 (« européenne ») .

Cette approche permet de différencier les régions européennes sur des caractéristiques rarement prises en compte aujourd'hui pour étudier la diversité des territoires au sein de l'espace européen. Il est en effet intéressant de noter que la typologie obtenue ne ressemble à aucune autre construite sur les dimensions usuelles d'analyse de la R&D. En ce sens cette typologie souligne de nouvelles caractéristiques des régions européennes. Il nous semble que les variations de spécialisation, qui restent limitées, ne peuvent être rendues responsables que dans une modeste mesure des différences de comportement en termes de copublication alors que d'autres dimensions comme l'appartenance à un même système national d'innovation ou encore la taille de la production scientifique semblent occuper un rôle important. Une analyse économétrique (qui n'a pas encore été faite) permettrait de le démontrer de manière plus probante.

Concernant les caractéristiques des profils régionaux de connectivité scientifique, certains résultats peuvent paraître surprenants. En majorité, les régions britanniques sont caractérisées par la prédominance des collaborations scientifiques menées avec des régions du même pays alors même que d'autres travaux ont montré l'implication de ces régions dans les collaborations internationales (Hoelman & al, 2010). Toutefois, les résultats obtenus ne sont pas contradictoires. Les régions britanniques appartiennent majoritairement à la classe 1 c'est-à-dire qu'elles se situent dans la classe des régions européennes qui se démarquent principalement par le poids de la participation de leurs chercheurs dans des articles co-publiés avec des chercheurs d'autres institutions nationales. Mais cette classe n'oppose pas les caractéristiques de collaborations nationales aux collaborations européennes et

internationales. En effet, les régions de la classe 1 se situent dans la moyenne européenne en matière de co-publications européennes et internationales. Elles sont même légèrement au dessus de la moyenne européenne pour les collaborations avec les Etats-Unis. Ces résultats en fait tendent surtout à confirmer l'intérêt d'une mesure de la connectivité scientifique combinant une variété d'indicateurs selon les espaces géographiques de collaboration.

3.2.LES PROFILS DE CONNECTIVITE ET LEURS INCIDENCES EN MATIERE DE POLITIQUE LOCALE

L'analyse de la connectivité scientifique des régions européennes amène à s'interroger sur les incidences des profils obtenus au niveau des politiques locales. Plusieurs hypothèses émergent de cette recherche concernant les mesures de politiques locales.

Tout d'abord quelle est la stratégie de collaboration que doivent développer ou promouvoir les pouvoirs locaux dans les régions de petite taille scientifique pour obtenir une masse critique suffisante dans les projets de recherche ? De l'analyse réalisée, deux cas semblent émerger qui dépendent du contexte dans lequel ces régions se situent :

- Le premier concerne les régions disposant de petites capacités scientifiques mais situées dans des pays de grande taille comme la France. Ces régions sont caractérisées par l'importance des collaborations nationales. C'est le cas des régions de la moitié Nord de la France par exemple. La proximité géographique, institutionnelles et culturelles 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.
- Le deuxième cas concerne 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.

Ensuite les profils de connectivité qui ont été élaborés dans la section 2 suggèrent l'émergence de modèles de collaboration scientifique plus ou moins propices à la construction de la visibilité et de l'excellence scientifique. C'est le cas de la classe 4 dont les articles sont plus cités que la moyenne des régions européennes. La classe 4 comprend des régions tournées vers les collaborations intra-régionales, sans délaissé pour autant les collaborations internationales et européennes (elles se situent dans la moyenne européenne sur ces deux indicateurs). Ces régions pourraient être davantage en mesure de promouvoir de telles stratégies de connectivité qu'elles disposent d'une taille scientifique relativement importante.

A l'inverse la classe 3 « autarcique » semble regrouper des régions de tailles scientifiques « intermédiaires », moins propices à la visibilité scientifique. L'une des hypothèses est que les collaborations très localisées ne leur permettent pas de construire la masse critique nécessaire voire que cela traduit l'absence d'émergence réelle d'un système régional d'innovation (avec des stratégies collectives locales porteuses de valeur ajoutée – on retrouve ici l'une des hypothèse de Anova & al, 2001). Par ailleurs, le manque de connexions à l'échelle européenne et internationale pourrait expliquer leur faible capacité d'insertion dans les réseaux internationaux de la recherche. En effet, les mesures construites sur les citations peuvent être considérées non seulement comme un indicateur de qualité de la recherche mais aussi comme un révélateur des comportements stratégiques des chercheurs. Elles révèlent leur

capacité à s'insérer dans les réseaux mondiaux par l'assimilation des règles de fonctionnement des communautés scientifiques (Meyer, 2008)...On peut se demander alors si pour les régions de la classe 3, le rôle des pouvoirs publics locaux n'est pas avant tout de renforcer les capacités d'absorption locales (recrutement de chercheurs confirmés par exemple) et d'inciter aux partenariats (programmes de mobilité des chercheurs par exemple) à l'échelle européenne voire internationale.

Comme nous avons pu le constater, l'approche par les réseaux de la production scientifique, rendue possible par la disponibilité de statistiques de co-publications, renouvelle la réflexion sur les systèmes régionaux. Cette analyse, qui se focalise sur l'amont scientifique de l'économie de la connaissance et de la créativité, aboutit à des cartes différentes de celles qui synthétisent l'ensemble de la R&D, de l'innovation et du transfert de technologie – à savoir le concept classique de système d'innovation -. En revanche, elle confirme l'importance de l'organisation régionale des réseaux sur ce champ particulier qui est la co-production de connaissance en sciences (hors SHS). Le présent travail statistique mériterait d'être complété par une analyse analogue des réseaux technologiques mesurés en termes de co-inventions par exemple. Cette approche pourrait aussi être complétée à terme par des indicateurs novateurs sur la créativité hors du champ habituel des sciences (dures) et des technologies (brevetables), ce qui permettrait de caractériser d'autres formes de créativité en réseau.

Bibliographie :

Adams J.D, Grant G.C., Clemmons J.R., Stephan P.E. (2005) “Scientific teams and Institutional collaborations : evidence from US Universities, 1981-1999, *Research Policy* 34 (3), pp. 259-285

Anova R.W. & Leydersdorff L. (2001) “Why Catalonia can not be considered as a regional innovation system”, *Scientometrics* 58 (2), pp. 215-240

Asheim B.T (ed. by) (2006), *Constructing regional advantage: principles, perspectives, policies*, Rapport à la Commission européenne.

Asheim B.T., Coenen L. (2005), « Knowledge bases and Regional innovation systems : comparing Nordic clusters », *Research Policy* 34, pp.1173-1190

Baier, E. (2011), « Multinational enterprises in regional innovation systems : attraction factors and integration mechanisms », Thèse de doctorat, Université de Strasbourg et KIT (Karlsruhe).

Beaudry C. & Breschi S. (2000), “Does clustering really help firms’ innovative activities?”, *CESPRI working paper* n°111

Beaver D. (2001), Reflections on scientific collaboration, *Scientometrics*, 52, pp. 365-377

Benneworth P., Coenen L; Moodysson J. and Asheim B. (2009), “Exploring the multiple roles of Lund university in strengthening scania’s regional innovation system: towards institutional learning ?”, *European Planning Studies* vol. 17 (11), pp. 1645-1664

Benneworth P., Dassen A. (2011), *Strengthening Global-Local Connectivity in regional innovation strategies*, OECD Regional Development working paper 2011/01, OECD

Brujin P.J. & Lagendijk A. (2005) “Regional innovation systems in the Lisbon Strategy”, *European Planning Studies* 13(8), pp. 1153-1172

Cohen & Levinthal (1990) : Cohen, W.M., Levinthal, D. (1990) “Absorptive capacity : A new perspective on learning and innovation”, *Administration Science Quarterly*, 35, pp.128-152.

Cooke P. (2001) “Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy”, *Industrial and Corporate Change* 10 (4), pp.945-974

Cooke P. (2004), « Les régions comme laboratoires de développement axés sur la connaissance : qu’est ce qui a changé depuis 1995 ? », *Géographie, Economie, Société*, pp. 153-161

Cooke P. (2005), “Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation : exploring ‘Globalisation 2’ – A new model of industry organization”, *Research Policy* 34, pp. 1128-1149.

Conseil régional de Rhône-Alpes (2010), *Diagnostic en vue du schéma régional de l’enseignement supérieur et de la recherche de Rhône-Alpes*, Document interne.

Crespy Cécile, Héraud Jean-Alain, Perry Beth (2007), « Multi-level governance, regions and science in France : between competition and equality », *Regional Studies*, Vol.41.8, novembre, pp. 1069-1084.

- Delaplace M., (2009), « L'orientation locale des politiques scientifiques : entre coopérations et enfermement une illustration en Champagne-Ardenne », *Revue d'économie régionale & Urbaine*, pp. 53-74
- Doloreux D. & Bitard P. (2005), « les systèmes régionaux d'innovation : discussion critique », *Géographie, Economie et Société* 7, pp.21-36
- Etzkowitz H.& Leydesdorff L. (eds.)(1997) *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell Academic.
- Frenken K., Hardeman S., Hoekman J. (2009), “Spatial scientometrics: towards a cumulative research program”, *Journal of infometrics* 3, pp. 222-232
- Georghiou L. (1998), “Global cooperation in research”, *Research Policy* 27, pp. 611-626
- Glanzel W. (2001), “National characteristics in international scientific co-authorship relations”, *Scientometrics* vol. 51 (1), pp. 69-115
- Héraud J.A (2011), “Reinventing creativity in old Europe: a development scenario for cities within the Upper Rhine Valley cross-border area”, *City, Culture and Society* 2 (2011) pp.65-73.
- Héraud J.A (2003): « Regional innovation systems and European research policy: Convergence or misunderstanding ? », *European Planning Studies*, vol.11, N°1, pp.41-56, Jan. 2003.
- Hoelman J., Frenken K., Tijssen R.J. (2010), “Research collaboration at a distance: changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe”, *Research Policy* 39, pp. 662-673.
- La Recherche (2011), « L'Aquitaine. Terre d'excellence scientifique », Supplément à *La Recherche*, N°456, octobre.
- Leydesdorff L. (2000), ‘Is the European Union becoming a single publication system?’, *Scientometric* 47 (2), pp. 265_280
- Leydesdorff L. (2003), The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics, *Scientometrics*, 58 (2), pp. 445–467.
- Leydesdorff L. H. Etzkowitz (1998), ‘The Triple Helix as a model for innovation studies’, *Science and Public Policy*, 25, pp.195.203.
- Lundvall B.A., Johnson B., Andersen E.S. & Dalum B. (2002), “National systems of production, innovation and competence building.” *Research policy*, 31 (2), pp. 213-231.
- Luukkonen T., Pearsson O., Siverttsen G. (1992), “Understanding patterns of international scientific collaboration”, *Science, Technology & Human values*, vol. 17 (1); pp. 101- 126.
- Luukkonen T., Tjissen R.J.W., Pearsson O., Siverttsen G. (1993), “The measurement of international scientific collaboration”, *Scientometrics* 28, pp. 15-36.
- Malerba F. (2002), “Sectoral systems of innovation and production.” *Research policy*, 31 (2), pp.247-64.
- Markusen A. (1994) “ Studying regions by studying firms”, *The professional geographer*, 46 (4), pp. 477-490

- Mattes J; (2006), “Innovation in multinational companies – an empirical analysis of innovation networks between globalization and localization” Banberger Beirage zur Europaforschung und zur internationalen politik Nr 14/2006, Banberg, Germany, University of Banberg
- Mattson P., Lget P. Nilsson A., Sundberg C.J. (2008), “Intra-EU vs extra-EU scientific co-publication patterns in EU” *Scientometrics* vol.73 n°3, pp. 555-574
- Mérindol V. & Versailles D.W. (2007), “Sectoral Based vs. National Based Explanations of the Triptych Government/Industry/Academic Research In Defence Related R&D Projects : Instances from France, the UK and the USA’, in M.H. Sherif & T.M. Khalil (editors), *Management of Technology : New Directions in Technology Management*, Elsevier pp. 137-156
- Niosi J. & Zhegu M. (2005), “Aerospace clusters: local or global knowledge spillovers?” *Industry and Innovation* 166 (1), pp. 123-139
- OCDE (2011), *Regions and innovation policy*, OECD of review of regional policies, OCDE.
- Okubo Y. & Y. Zitt M. (2004), “Searching for research integration across Europe: a closer look at international and iner-regional collaboration”, *Science and Public Policy* vol. 31 , pp.213-226.
- Oughton C., Landabaso M., Morgan K. (2002), “The regional innovation paradox: innovation policy and industrial policy”, *Journal of Technology Transfer* 27, pp. 97-110.
- Persson O., Glanzel W., Danell R. (2004) “Inflationary bibliometric values: the role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluate studies”, *Scientometrics* 30 (3), pp. 421-432
- Pinto H. (2009), “The diversity of innovation in the European Union: Mapping latent dimensions and regional profiles”, *European planning studies* vol. 17 (2), p. 303-326
- Thus B. & Glanzel W. (2008), “ A structural analysis of publication profiles for the classification of European research institutes”, *Scientometrics* vol. 74 (2), pp. 223-236
- Tijssen R.W., Van Leeuwen T.N. (2007), “Research cooperation within Europe: bibliometric views of geographical trends and integration processes”, in : Torres-Salinas, D. Moed H. (Eds), *Proceeding trends and integration*, proceedings of the ISSI 2007, CINDOC CSIC Madrid pp. 740-744
- Todtling F. & Trippel M. (2005) “On size fits all ? Towards a differentiated regional innovation policy approach”, *Research Policy* 34, pp. 1203-1219.
- Torre A. (2008) “On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission”, *Regional Studies* 42 (6), pp. 869-889
- Uyarra E. (2010), “What is evolutionary about ‘regional systems of innovations , implications for regional policy”, *Journal of evolutionary economy* 20, pp. 115-137
- Wagner C. (2005), “Six case studies of international collaboration in science”, *Scientometrics* vol. 62 (1), pp. 3-26
- Wagner C.S. & Leydesdorff L. (2005), “Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science”, *Research Policy* 34, pp. 1608-1618

Wagner C.S., Brahmakulam, Jackson B., Wong A., Yoda T. (2001), "Science and technology collaboration: building capacity in developing countries", *Rand Europe, Science and Technology*, Santa Monica

Zitt M., Bassecoularrrd E., Okubo Y. (2000), " Shadows of the past in international cooperation: collaboration profiles of the top five producers of science", *Scientometrics*, vol. 47 (3), pp. 627-657

Zucker L.G., Darby M.R., Armstrong J.S. (1998), "Geographically localized knowledge: spillovers or markets? *Economic Inquiry* 36, pp. 65-86.