

## Innovation verte, ouverture commerciale et dynamiques territoriales en Italie. Ce que la géographie des provinces italiennes révèle sur la transition écologique des territoires

Giuseppe Arcuri, PRISM, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne & EconomiX,  
CNRS, Université Paris Nanterre

Cette note s'appuie sur l'article « Green Innovation, Trade Openness and Spatial Proximity. A Study on Italian Provinces » par B. Algieri, G. Arcuri et M. Succurro, publié dans Scienze Regionali – Italian Journal of Regional Science. Recherche financée par le MUR, projet PRIN 2022 – « GREENGO » (n° 20229NB2MT).

L'innovation verte et l'ouverture commerciale sont deux piliers de la compétitivité durable dont on sait qu'ils interagissent, mais dont on mesure encore mal comment ils se distribuent dans l'espace. Cette note cartographie leurs dynamiques à l'échelle des 107 provinces italiennes sur la période 2006–2022. Les résultats révèlent des trajectoires territoriales nettement différenciées et une corrélation géographique significative entre les deux phénomènes. Si les métropoles du Nord enregistrent des progressions soutenues, le Mezzogiorno demeure structurellement en retrait. Ces résultats soulignent la nécessité d'intégrer les interdépendances territoriales dans la conception des stratégies de transition écologique en Italie comme en France.

### 1 – Contexte : la transition verte à l'épreuve des territoires

La relation entre innovation verte et compétitivité internationale est devenue un enjeu stratégique central. D'un côté, l'exposition aux marchés internationaux stimule l'innovation, en confrontant les entreprises à des normes environnementales plus exigeantes et à une concurrence accrue. De l'autre, les innovations vertes constituent un avantage compétitif croissant : elles permettent de différencier les produits, de réduire les coûts opérationnels à long terme et d'accéder à des marchés étrangers de plus en plus sensibles aux critères de durabilité (Shu et al., 2024 ; Herman, 2023). Cette relation bidirectionnelle a été documentée pour différents contextes nationaux, notamment en Italie (Iandolo et Ferragina, 2021 ; Brancati et al., 2018).

Ce qui reste insuffisamment exploré, en revanche, c'est la dimension spatiale de cette relation. Dans quelle mesure la performance d'une province en matière d'innovation verte et d'ouverture commerciale est-elle influencée par celle de ses voisines ? Les mécanismes en jeu sont multiples : diffusion des technologies entre entreprises proches, partage d'infrastructures logistiques, mobilité des travailleurs qualifiés entre districts industriels, effets de réputation régionale sur les marchés d'exportation.

Ces interactions suggèrent que la transition verte n'est pas seulement l'affaire de chaque territoire pris isolément, mais d'abord une dynamique collective, façonnée par les configurations régionales et les interdépendances géographiques.

L'Italie offre un terrain d'analyse idéal. Sixième exportateur mondial, le pays présente des contrastes territoriaux parmi les plus marqués d'Europe. Le Nord s'appuie sur un réseau de distretti industriali prenant la forme de concentrations de PME spécialisées dont la logique repose précisément sur les effets de proximité, tandis que le Mezzogiorno accuse un retard structurel profond, malgré des décennies de politiques de cohésion. La question posée est à la fois analytique et politique : si les territoires progressent collectivement, les politiques doivent être pensées à l'échelle régionale ; si les inégalités se creusent, des instruments ciblés s'imposent pour les territoires les plus en retrait.

## 2 - Quinze ans d'évolution : des progressions réelles, des écarts qui persistent

Les données collectées sur 107 provinces italiennes pour les années 2006, 2014 et 2022 révèlent des écarts considérables entre les deux grandes zones du pays : le Centre-Nord (74 provinces, regroupant toutes les régions du Nord et du Centre) et le Sud (33 provinces, correspondant au Mezzogiorno et aux îles).

Deux indicateurs sont mobilisés. Le degré d'ouverture commerciale est mesuré par le rapport entre la somme des exportations et des importations et le PIB provincial. Il s'agit d'une mesure standard de l'intensité des échanges avec l'extérieur, qui peut dépasser 100 lorsque les flux commerciaux excèdent la valeur ajoutée locale, comme c'est le cas dans certains districts industriels très exportateurs. L'innovation verte est quant à elle mesurée par le nombre de brevets environnementaux déposés par habitant, selon la classification CPC Y02 de l'Office européen des brevets, qui couvre l'ensemble des technologies contribuant à la réduction des émissions ou à l'efficacité énergétique.

Le tableau ci-dessous présente les moyennes provinciales par zone pour ces deux indicateurs, ainsi que le rapport entre les deux zones.

Indicateur	Centre-Nord	Centre-Sud	Italie	Ratio CN/CS
<b>Ouverture commerciale</b>				
2006	46,06	21,96	38,36	2,1x
2014	51,76	24,07	42,92	2,1x
2022	73,97	28,1	59,47	2,6x
<b>Innovation verte</b>				
2006	0,00596	0,00034	0,00417	17,5x
2014	0,00727	0,00103	0,00528	7,1x
2022	0,01536	0,00222	0,01118	6,9x

Tableau 1 : moyennes provinciales simples calculées sur 74 provinces du Centre-Nord et 33 du Sud (Mezzogiorno et îles). Trade openness et exportations exprimées en % du PIB provincial. Brevets verts : dépôts CPC Y02 par habitant.

La progression est réelle dans les deux zones sur la période, mais les écarts structurels demeurent. Le degré d'ouverture commerciale du Centre-Nord est passé de 46,1 à 74,0 entre 2006 et 2022, soit une hausse de 60 % alors que celui du Sud a progressé plus modestement, de 22,0 à 28,1, une augmentation de 28 %. Le rapport entre les deux zones s'est donc creusé, passant de 2,1 à 2,6, ce qui traduit une divergence croissante dans l'intensité des échanges avec l'extérieur.

L'écart est encore plus marqué pour l'innovation verte. En 2006, le Centre-Nord déposait 17,5 fois plus de brevets environnementaux par habitant que le Centre-Sud. Ce ratio a diminué à 6,9 en 2022, ce qui pourrait sembler indiquer un rattrapage. Il faut toutefois relativiser : cette réduction tient davantage à la faiblesse persistante du Sud qu'à un véritable décollage de son activité d'innovation. En valeur absolue, l'écart s'est amplifié : le Centre-Nord a multiplié ses dépôts par 2,6 sur la période, le Sud les a multipliés par 6,5 mais à partir d'un niveau quasi nul (0,00034 brevet par habitant en 2006).

Ces deux dynamiques convergent vers un même constat : l'ouverture commerciale et l'innovation verte se renforcent mutuellement dans le Centre-Nord, alimentant un cercle vertueux dont le Sud reste largement exclu.

### 3 - Les effets de voisinage : comment mesurer l'autocorrélation spatiale

L'un des résultats les plus significatifs est que les provinces ne progressent pas de manière indépendante. Pour comprendre pourquoi, l'analyse mobilise un outil statistique appelé l'indice de Moran qui mesure si des provinces aux performances similaires ont tendance à se trouver géographiquement proches les unes des autres. On peut le visualiser à partir d'une carte sur laquelle chaque province apparaît d'autant plus sombre qu'elle innove beaucoup dans les technologies vertes. La présence de zones uniformément sombres correspond à regroupement spatial de provinces innovantes dans les greentechs alors qu'un patchwork désordonné de provinces sombres et claires mêlées reflète une distribution aléatoire.

L'indice de Moran varie entre -1 et +1. Une valeur proche de zéro indique l'absence de logique géographique : les performances sont distribuées au hasard sur la carte ; une valeur positive et significative indique que les provinces similaires se regroupent (les provinces innovantes sont entourées d'autres provinces innovantes ou bien les provinces en retard sont entourées d'autres provinces en retard), ce qui correspond à une autocorrélation spatiale positive. Une valeur négative, plus rare, signale à l'inverse un effet d'alternance au sens où chaque province innovante est entourée de voisines peu innovantes.

Les résultats pour l'innovation verte et l'ouverture commerciale sont présentés dans le tableau suivant. Ils montrent comment l'intensité du regroupement géographique évolue entre 2006 et 2022.

Tableau 2 — Indice de Moran univarié (autocorrélation spatiale globale). \*\* sig. à 5 % ; (\*) sig. à 10 % ; NS non significatif. Source : élaboration des auteurs.

Variable	Année	I de Moran	Écart-type	p-valeur	Interprétation
Innovation verte	2006	0,036	0,069	0,255	Non significatif
Innovation verte	2014	0,153	0,064	0,022	Cluster **
Innovation verte	2022	0,075	0,064	0,089	Marginalement significatif (*)
Ouverture commerciale	2006	0,134	0,068	0,022	Cluster **
Ouverture commerciale	2014	0,117	0,067	0,041	Cluster **
Ouverture commerciale	2022	0,157	0,07	0,018	Cluster **

Pour l'innovation verte, le regroupement géographique est quasiment absent en 2006 : les pionniers des technologies propres sont alors des cas isolés, sans logique régionale apparente. À cette période, ce sont avant tout les conditions locales propres à chaque province (tissu industriel, capacité de recherche, dynamisme entrepreneurial) qui déterminent le niveau d'innovation, indépendamment de ce qui se passe dans les territoires voisins. Le tableau change radicalement en 2014, quand le regroupement devient net et statistiquement significatif. Des filières régionales se structurent, portées par la vague d'investissements dans les énergies renouvelables et par les stratégies d'adaptation des districts industriels. La proximité géographique joue alors un rôle de catalyseur : les entreprises voisines communiquent plus facilement, partagent des savoir-faire et accèdent à un même vivier de main-d'œuvre qualifiée. En 2022, cette concentration se stabilise à un niveau intermédiaire et perd en intensité ce qui peut refléter une diffusion plus large de l'innovation verte vers des provinces jusqu'alors moins actives, mais aussi les perturbations induites par les chocs récents dont la pandémie, des reconfigurations des chaînes d'approvisionnement ou des incertitudes géopolitiques.

Pour l'ouverture commerciale, la logique est différente. Le regroupement géographique est significatif dès 2006 et reste stable sur toute la période : les avantages liés aux échanges internationaux (infrastructures portuaires, réseaux logistiques, districts exportateurs, économies d'échelle) sont ancrés dans des configurations territoriales qui évoluent lentement. La légère inflexion de 2014 reflète les effets asymétriques de la crise économique de 2008-2013, qui a diversifié les trajectoires d'internationalisation provinciales sans remettre en cause la structure d'ensemble. Le rebond de 2022 confirme la reconsolidation de pôles d'échanges à fort ancrage territorial, dans un contexte de reprise des flux commerciaux après la pandémie.

#### 4 - Innovation verte et commerce : des destins géographiquement liés

Au-delà de l'analyse de chaque phénomène pris séparément, une question plus originale se pose : les provinces qui génèrent des innovations vertes et celles qui exportent beaucoup se trouvent-elles géographiquement proches les unes des autres ? Pour y répondre, l'étude calcule un indice de Moran bivarié, qui consiste en une extension du précédent, et mesure si la performance d'une province dans un domaine (innovation verte) est liée à la performance de ses voisins dans un autre domaine (ouverture commerciale).

Tableau 3 — Indice de Moran bivarié : corrélation spatiale innovation verte × ouverture commerciale. \*\*\* sig. à 1 %. Source : élaboration des auteurs.

Année	I de Moran bivarié	Écart-type	p-valeur	Interprétation
2006	0,167	0,051	0,002	Corrélation significative ***
2014	0,22	0,049	0,001	Corrélation maximale ***
2022	0,171	0,051	0,003	Corrélation significative ***

Les résultats sont positifs et fortement significatifs sur les trois années : les provinces à forte intensité de brevets verts tendent à être entourées de provinces fortement intégrées dans les échanges internationaux, et vice versa. Cette co-localisation traduit le fait que les deux phénomènes partagent des déterminants territoriaux communs : densité du tissu industriel, qualité des institutions locales, présence d'universités et de centres de recherche, capital humain disponible. La corrélation atteint son maximum en 2014, qui correspond à une quasi unanimité en faveur des technologies propres liée aux négociations précédant l'Accord de Paris. Elle se maintient en 2022, avec un léger recul qui suggère l'émergence d'une innovation verte davantage orientée vers les marchés domestiques, ou encore les effets désorganisateur de la pandémie sur les réseaux commerciaux traditionnels. Ce résultat a une implication directe pour l'action publique : innovation verte et internationalisation ne sont pas deux politiques parallèles qu'il suffirait de conduire simultanément. Elles s'alimentent mutuellement dans l'espace, ce qui plaide pour des stratégies territoriales intégrées, capables de s'appuyer sur les complémentarités entre provinces voisines plutôt que de traiter chaque territoire comme une unité isolée.

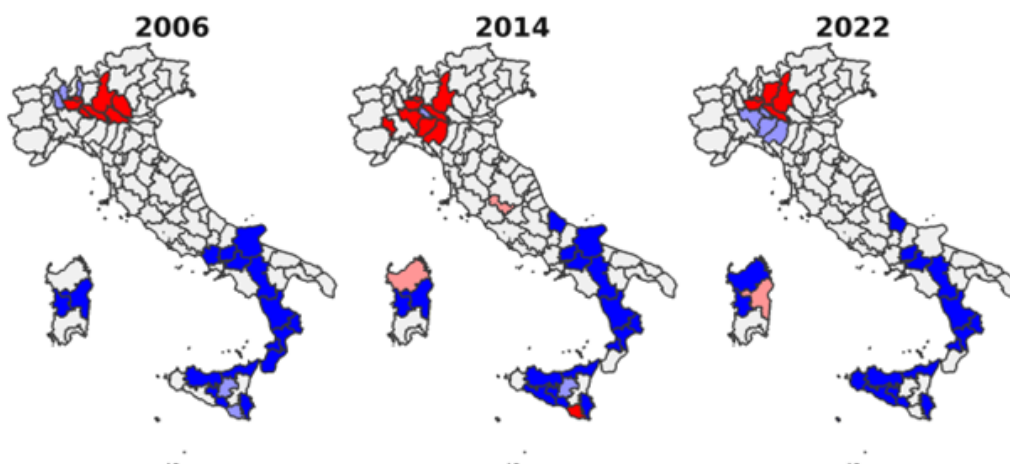
### 5 - La cartographie des territoires : quatre profils, quatre réalités

Pour aller au-delà des tendances nationales et identifier province par province les configurations territoriales significatives, l'analyse mobilise les cartes LISA bivariées (Local Indicators of Spatial Association). Ces cartes classent chaque province selon la relation entre son propre niveau d'innovation verte et l'ouverture commerciale de ses voisines, en quatre profils distincts.

<b>HH — Les locomotives</b> Forte innovation verte + fort commerce dans le voisinage. Ces provinces forment les pôles dynamiques de la transition écologique.	<b>LL — Les déserts verts</b> Faible innovation + faible commerce dans le voisinage. Le retard est cumulatif : ni la province ni ses voisines ne créent les conditions d'une dynamique vertueuse.
<b>LH — Les retardataires en milieu riche</b> Faible innovation entourée de fort commerce. La province ne parvient pas à capitaliser sur le dynamisme de ses voisines.	<b>HL — Les îlots d'innovation</b> Forte innovation entourée de faible commerce. Un potentiel vert encore déconnecté des débouchés commerciaux régionaux.
<b>NS — Non significatif</b> Aucune relation spatiale statistiquement significative détectée.	

Figure 1 — Cartes LISA bivariées : innovation verte × ouverture commerciale (2006, 2014, 2022)

Source : élaboration des auteurs sur données ISTAT et Orbis IP. Clusters significatifs au seuil de 5 %.



En 2006, sept provinces du Nord, principalement en Lombardie, Vénétie et Émilie-Romagne, forment un cluster HH significatif. Ce noyau s'élargit à neuf provinces en 2014, avant de se resserrer à cinq en 2022. Milan, Brescia et Crémone maintiennent un profil d'excellence sur l'ensemble de la période. Ces territoires bénéficient d'écosystèmes économiques denses, d'universités techniques de rang mondial et d'une insertion ancienne dans les réseaux commerciaux européens. Brescia illustre bien ce modèle : sa filière d'aciers « verts » produits par fours électriques alimentés aux renouvelables est aujourd'hui exportée vers les marchés européens les plus exigeants sur le plan environnemental.

Les provinces du Sud (Calabre, Sicile, Sardaigne, ainsi que certaines provinces de Campanie et de Basilicate) forment un cluster LL stable sur les trois années. Ce double déficit structurel d'innovation verte et d'ouverture commerciale n'a pas été résorbé malgré seize ans de croissance nationale. Les contraintes se renforcent mutuellement : tissu industriel peu diversifié, fuite des diplômés vers le Nord, infrastructures inadaptées, gouvernance locale insuffisante. En l'absence d'une mobilisation publique ciblée, la transition écologique risque d'aggraver ce tableau.

Entre 2014 et 2022, des provinces du Nord comme Lodi, Pavie, Plaisance et Parme basculent dans un profil LH (retardataires en milieu riche) ; entourées de voisines fortement exportatrices, elles n'en tirent pas de dynamisme d'innovation verte correspondant. À l'inverse, la province de Nuoro, en Sardaigne, illustre la catégorie HL (îlot d'innovation) ; classée parmi les zones les plus en retrait en 2006 et 2014, elle enregistre en 2022 un sursaut notable d'innovation verte, opéré indépendamment des dynamiques commerciales de son voisinage grâce, notamment, à des investissements dans les énergies renouvelables portés par des coopératives locales et des programmes régionaux ciblés.

<sup>[1]</sup> Cette mesure est retenue car elle est plus représentative du lieu effectif de création de l'invention que l'adresse du déposant, qui introduit un biais en faveur des sièges sociaux parisiens.

La France présente une géographie de l'innovation comparable à celle de l'Italie, avec une concentration marquée dans quelques régions et un retard structurel persistant dans d'autres. Selon les statistiques régionales de l'INPI, l'Île-de-France concentre à elle seule 48,4 % des demandes de brevets publiées en France en 2024, selon l'adresse des inventeurs<sup>[1]</sup>. L'Auvergne-Rhône-Alpes se positionne en deuxième région avec environ 20 % des déposants et un inventeur sur cinq à l'échelle nationale, portée notamment



par la dynamique des instituts de recherche publics, le centre du CEA à Grenoble en tête, et par des filières industrielles avancées dans l'énergie et la chimie verte. L'Occitanie complète le podium avec 6,8 % du total national, tirée par Airbus et les acteurs de l'aéronautique bas carbone (INPI 2024 ; INPI 2025 ; France Stratégie 2016).

À l'inverse, plusieurs régions accusent un retard structurel. Le Nord-Est et certains territoires du Centre ont notamment décroché par rapport au reste du pays, contrecoup de la désindustrialisation, avec des disparités de PIB par habitant qui se sont creusées entre 2000 et 2013. Les Hauts-de-France et le Grand Est, bien qu'actifs dans certaines filières industrielles comme les batteries par exemple, restent sous-représentés dans les dépôts de brevets technologiques, dans une configuration qui rappelle, de manière atténuée, le dualisme territorial du Mezzogiorno italien.

Cette géographie de l'innovation n'est donc pas propre à l'Italie : elle reflète une tendance structurelle européenne, dans laquelle les clusters métropolitains et les territoires à forte densité de R&D publique captent l'essentiel de l'activité inventive, tandis que les régions industrielles en reconversion et les territoires peu denses peinent à s'insérer dans ces dynamiques, indépendamment des efforts redistributifs des politiques de cohésion.

La différence principale tient à la structure du tissu industriel : la France repose davantage sur de grandes entreprises capables d'absorber les coûts de la transition, tandis que l'Italie s'appuie sur des réseaux de PME pour lesquelles les effets de voisinage sont déterminants. Les Territoires d'Industrie et les Contrats de Transition Écologique cherchent précisément à activer ces effets, mais l'enseignement de l'étude italienne est clair : ces dispositifs doivent être accompagnés d'un renforcement des capacités locales d'absorption, faute de quoi les aides tendent à bénéficier aux territoires déjà les mieux positionnés.

## 6 - Enjeux stratégiques et implications pour les politiques territoriales

Par le changement de modèle qu'elle requiert, la transition vers un régime d'innovation verte intégré dans les échanges internationaux ne peut reposer sur le seul marché. Elle exige des stratégies intégrant pleinement les dimensions territoriales, les héritages industriels et les capacités locales d'adaptation. Les résultats de cette étude débouchent sur cinq recommandations concrètes.

Recommandation	
<b>Territorialiser les politiques publiques</b>	Les filières d'innovation verte nécessitent des dispositifs adaptés aux caractéristiques locales : infrastructures, densités de population, héritages industriels. Des plateformes intermédiaires régionales peuvent favoriser l'émergence d'écosystèmes locaux et consolider la résilience des chaînes de valeur.





Recommandation	
<b>Coordonner à l'échelle régionale</b>	Les performances d'une province dépendent en partie de celles de ses voisines. Les politiques de soutien à l'innovation verte et à l'internationalisation des PME sont plus efficaces lorsqu'elles sont conçues de façon coordonnée entre territoires d'une même région fonctionnelle.
<b>Cibler les territoires en retard</b>	La persistance des clusters de territoires faiblement engagés dans l'innovation verte appelle des politiques différenciées allant au-delà des seuls transferts financiers : qualité des universités locales, accompagnement à l'internationalisation, amélioration de la gouvernance locale pour attirer les investissements.
<b>Valoriser les clusters existants</b>	Les métropoles industrielles avancées constituent des pôles moteurs dont le potentiel de diffusion vers les territoires voisins mérite d'être activé via des dispositifs de co-recherche entre grandes entreprises et PME locales.
<b>Tirer les leçons des réussites atypiques</b>	Le cas de Nuoro montre qu'une mobilisation locale ciblée peut produire des résultats même dans un environnement structurellement défavorable. Documenter ces expériences et soutenir les initiatives dans les territoires périphériques sont des leviers essentiels pour une transition verte équitable.

## Conclusion

L'innovation verte peut devenir, en Italie comme en Europe, un levier central de transformation des territoires et de la compétitivité. Cette étude montre cependant que cette transformation ne se distribue pas uniformément dans l'espace et que, seize ans après le début de la période analysée, les écarts entre métropoles industrielles et territoires périphériques persistent avec une étonnante stabilité.

Ce constat de non-convergence est peut-être le résultat le plus dérangentant de l'analyse. Entre 2006 et 2022, toutes les provinces italiennes ont progressé en matière de brevets verts et d'ouverture commerciale, mais pas au même rythme. La croissance globale a coexisté avec un creusement des inégalités territoriales. Ce paradoxe est bien connu des économistes régionaux : lorsque l'innovation suit une logique d'agglomération et de spillovers locaux, les territoires déjà en avance captent davantage les bénéfices de la croissance que ceux qui partent de plus bas.

La proximité est un déterminant structurel des trajectoires territoriales. Les entreprises innovent dans un environnement fait de voisins, d'infrastructures partagées, de filières qui débordent les frontières administratives. Une



province entourée de voisins dynamiques bénéficie d'un effet multiplicateur alors qu'une province enclavée dans un désert d'innovation subit un effet de blocage, même si elle mobilise des ressources locales. C'est pourquoi les politiques d'innovation verte et d'internationalisation gagnent en efficacité lorsqu'elles sont conçues à l'échelle de bassins économiques fonctionnels, des unités spatiales qui correspondent aux réalités des filières et des flux, et non aux découpages administratifs hérités du passé.

Pour la France et pour l'ensemble des économies européennes présentant des configurations territoriales comparables, l'enseignement est clair. Une stratégie de transition verte qui ignore la géographie et les dynamiques spatiales court le risque d'aggraver les inégalités territoriales qu'elle prétend corriger. Les fonds européens offrent les instruments nécessaires, mais leur efficacité dépend de leur capacité à prendre en compte les interdépendances entre territoires. En d'autres termes, soutenir un pôle d'innovation ne suffit pas si les provinces voisines manquent des infrastructures, du capital humain ou de la densité institutionnelle nécessaires pour relayer les spillovers. Intégrer ces interdépendances dans la conception des politiques en pensant à l'échelle des régions fonctionnelles et des corridors économiques est une condition de leur efficacité et de leur équité.

## Références

Algieri B., Arcuri G., Succurro M. (2026) Green Innovation, Trade Openness and Spatial Proximity. A Study on Italian Provinces *Scienze Regionali – Italian Journal of Regional Science*.

Brancati R., Marrocu E., Romagnoli M., Usai S. (2018), Innovation Activities and Learning Processes in the Crisis. *Industrial and Corporate Change*, 27(1) : 107-130.

Fanti L., Pereira M.C., Virgillito M.E. (2023), The North-South Divide: Sources of Divergence, Policies for Convergence. *Journal of Policy Modeling*, 45(2).  
*France Stratégie / Géoconfluences, Les inégalités territoriales en France*, 2016.

Herman K.S. (2023), Green Growth and Innovation in the Global South. *Innovation and Development*, 13(1).

Iandolo S., Ferragina A. (2021), International Activities and Innovation: Evidence from Italy. *The World Economy*, 44(11) : 3300-3325.

INPI, Statistiques régionales et départementales des demandes de brevets publiées à l'INPI, édition 2024, publiée en 2025. Disponible sur : [inpi.fr](http://inpi.fr)  
INPI, Palmarès régional des déposants de brevets, édition 2024, septembre 2025.

Shu C., Zhao J., Yao Q., Zhou K.Z. (2024), Green Innovation and Export Performance in Emerging Market Firms. *Management and Organization Review*, 20(1).