



**HAL**  
open science

## Analyse des trajectoires temporelles : convergences et divergences

Ronan Ysebaert, Marianne Guérois, Nicolas Lambert, Timothée Giraud,  
Matthieu Viry, Amel Feredj

► **To cite this version:**

Ronan Ysebaert, Marianne Guérois, Nicolas Lambert, Timothée Giraud, Matthieu Viry, et al.. Analyse des trajectoires temporelles : convergences et divergences. [Rapport de recherche] RIATE - Réseau interdisciplinaire pour l'Aménagement et la Cohésion des Territoires de l'Europe et de ses voisinages CNRS - CGET - Université Paris Diderot. 2016, 21 p. hal-03589018

**HAL Id: hal-03589018**

**<https://hal.science/hal-03589018>**

Submitted on 25 Feb 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

## 4. Analyse des trajectoires temporelles : convergences et divergences

### RÉSUMÉ

En considérant comme indicateur de référence le PIB par habitant (euros), ce rapport technique analyse les dynamiques observées sur la période 2000-2011 pour les espaces frontaliers.

La première partie du rapport apporte des éléments sur l'évolution des inégalités de richesse dans les espaces frontaliers, au regard du reste de l'espace européen.

La seconde partie étudie l'évolution des discontinuités observées entre régions frontalières. Cette analyse conduit à une typologie des trajectoires de convergence et de divergence du PIB/hab. L'analyse est étendue à la part des 0-14 ans dans la population totale sur la période 2000-2013.

La dernière partie du rapport, plus exploratoire, discute de la faisabilité d'une application multi-scalaire, multi-thématique et temporelle, adaptée à l'analyse des discontinuités territoriales. A partir d'un prototype d'interface graphique, nous discutons des fonctions possibles d'un outil de visualisation reposant sur les méthodes développées dans l'ensemble du projet.

### AUTEURS

Ronan Ysebaert, Marianne Guérois,  
Nicolas Lambert, Timothée Giraud,  
Matthieu Viry, Amel Feredj (UMS RIATE)

### EXPERTS

Sophie de Ruffray (UMR IDEES),  
Grégory Hamez (LOTERR)

## TYPOLOGIE SOCIO-ÉCONOMIQUE DES RÉGIONS FRONTALIÈRES DE L'UNION EUROPÉENNE (2000-2012)

Étude commanditée par le Commissariat Général à l'Égalité des Territoires

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Analyse des disparités frontalières de PIB par habitant au regard du reste de l'Union Européenne à travers le temps .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Typologies des convergences économiques et démographiques .....</b>	<b>6</b>
2.1 Trajectoires des discontinuités territoriales au niveau national .....	6
2.1.1 Éléments de méthode.....	6
2.1.2 Trajectoires du PIB par habitant (2000-2011) .....	6
2.1.3 Trajectoires de la part de la population âgée de 0 à 14 ans (2000-2013).....	9
2.2 Classification des trajectoires de discontinuités de PIB par habitant (euros).....	11
<b>3. Spécifications pour la construction d'un outil de visualisation des discontinuités frontalières.....</b>	<b>14</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>19</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Coefficient de variation : PIB par habitant (euros), NUTS2/3, pour l'Union Européenne 28, l'espace frontalier et l'espace non frontalier. ....	4
Figure 2 – Méthode de calcul des discontinuités territoriales.....	6
Figure 3 – Tendances de l'évolution des discontinuités territoriales de PIB par habitant, par couple de pays (2000-2011). ....	7
Figure 4 – Cartographie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers obtenue à partir des droites de régression des évolutions. ....	8
Figure 5 – Tendances de l'évolution des discontinuités territoriales de la part des 0-14 ans dans la population totale, par couple de pays (2000-2013). ....	9
Figure 6 – Cartographie des trajectoires des discontinuités de la part des jeunes (0-14 ans) dans la population totale des espaces frontaliers obtenue à partir des droites de régression des évolutions.....	10
Figure 7 – Typologie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers à travers le temps (annuellement de 2000 à 2011) à l'échelon régional (NUTS2/3) .....	11
Figure 8 – Typologie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers à travers le temps (annuellement de 2000 à 2011) à l'échelon national. ....	12
Figure 9 – Une visualisation graphique originale : les transects socio-économiques frontaliers. Exemple des ruptures de PIB par habitant (euros, 2011) observées sur la bande frontalière française au niveau NUTS3	14
Figure 10 – « Disc Explorer », une possibilité d'envisager la visualisation des discontinuités de façon spatio-temporelle et multi-thématique. ....	15
Figure 11 – Philosophie de développement du « Disc Explorer » : générique, libre et reproductible. ....	18

## Introduction

La réduction des disparités économiques au sein de l'espace communautaire est un des objectifs phares de la politique de Cohésion de l'Union Européenne. Depuis la première période de programmation de la politique de Cohésion (1989-1993), cet objectif s'est traduit par la promotion du concept de convergence entre les régions de l'Union Européenne, avec comme indicateur de référence le PIB par habitant en parité au regard de la moyenne de l'Union Européenne, pour définir les régions à aider en priorité.

Depuis une dizaine d'années, l'analyse de l'évolution des inégalités de richesse s'est largement renouvelée en prêtant une attention croissante aux caractéristiques locales de ces évolutions, au-delà des tendances globales à l'atténuation ou à l'accroissement des écarts de développement (Bourdin, 2012). **D'un point de vue théorique**, les travaux d'économie et de sciences régionales, sous l'influence de la Nouvelle Economie Géographique (Krugman, 1991), ont mis l'accent sur l'hétérogénéité locale des processus de convergence ou divergence territoriale, selon l'inégale capacité des régions à s'adapter aux évolutions macro-économiques et selon leur proximité aux principaux pôles de croissance. Dans cette perspective, de **nouvelles approches méthodologiques** ont été développées pour identifier des situations locales de rattrapage économique ou de renforcement des disparités, au-delà de tendances globales dont la mesure demeure a-spatiale (Monfort, 2008). Les indicateurs classiques de convergence ont ainsi été adaptés à la mesure des variations locales de ces processus, en s'appuyant soit sur le suivi des disparités entre régions voisines (sigma-convergence localisée) (Bourdin, 2012), soit sur les variations locales de la relation entre le niveau initial du PIB/hab. et son évolution (beta-convergence localisée) (Le Gallo, 2008). **Sur le plan empirique**, l'application de ces approches localisées aux régions européennes a permis d'identifier plusieurs zones de rattrapage économique. S. Bourdin (2012) a par exemple mis en évidence l'ampleur des situations de convergence entre les régions occidentales des PECO les plus riches (Pologne, Hongrie, République Tchèque...) et leurs voisines allemandes et autrichiennes, entre 1995 et 2005, au niveau NUTS2/3 (voisinages définis dans un rayon de 300 km). Pour certaines régions (le long de la frontière hongro-roumaine notamment), ce rattrapage est surtout intervenu après 2000, dans des zones où le tissu urbain relativement dense et les liens linguistiques et culturels (forte minorité hongroise et allemande à l'ouest de la Roumanie) ont favorisé les investissements étrangers.

L'objectif de ce rapport technique est d'appliquer certaines des méthodes développées pour mesurer la convergence économique pour répondre à quelques questions spécifiques aux espaces frontaliers européens :

- Les régions frontalières suivent-elles la tendance européenne en termes d'évolution des inégalités économiques ?
- En se focalisant sur les espaces frontaliers, peut-on identifier différentes trajectoires d'évolution des discontinuités économiques de part et d'autres des frontières ?
- Quelles sont les tendances observées depuis la crise de 2008 ?

La première et la seconde partie de ce rapport technique tentera d'apporter des réponses à ces questions. Pour ce faire, nous utiliserons le PIB par habitant en euros pour observer la situation des régions frontalières européennes en proposant une typologie des trajectoires de convergence observée, à l'échelon national d'abord, puis à l'échelon régional.

La troisième partie du rapport discutera du bien-fondé de l'implémentation d'une application informatique adaptée à la visualisation des discontinuités territoriales et de leurs évolutions. Il ne s'agit pour l'heure que de spécifications, qui ont vocation à être consolidées avant d'être développées. Mais ce type d'outil peut être particulièrement adapté pour l'aide à la décision sur ce type d'espaces spécifiques.

L'ensemble de ce rapport technique a été produit à partir d'un seul et même indicateur : le PIB par habitant. Ce rapport technique propose plusieurs pistes méthodologiques qui pourraient à l'avenir être étendues à d'autres indicateurs, à partir du moment où ceux-ci seront disponibles de façon

harmonisés au niveau NUTS2/3 européen (revenu, structure de l'emploi, etc.). Cela n'est malheureusement pas le cas actuellement.

# 1. Analyse des disparités frontalières de PIB par habitant au regard du reste de l'Union Européenne à travers le temps

Si les tests de Beta-Convergence s'intéressent davantage à évaluer l'existence de processus de rattrapage, la Sigma-convergence s'intéresse simplement à la réduction des disparités entre les régions à travers le temps. Pour ce faire, les mesures privilégiées pour mesurer la Sigma-Convergence sont l'écart-type ou le coefficient de variation. D'autres indices permettent aussi d'approcher le concept de Sigma-Convergence comme le coefficient de Gini, l'indice d'Atkinson, l'indice de Theil et l'écart-type logarithmique. Utile pour appréhender le concept de réduction des disparités. Aisé à mettre en œuvre et interpréter. En comparaison de la Beta-convergence, la Sigma-convergence est davantage utilisée de façon pluridisciplinaire, et pas uniquement par en macroéconomie de la croissance ou en économétrie spatiale. Il est conseillé de recourir à plusieurs mesures pour évaluer la Sigma-convergence : la méthode de l'écart-type logarithmique est sensible aux changements en extrémité inférieure de la distribution ; tandis que le coefficient de variation répond à des changements dans l'extrémité supérieure de la distribution. Le coefficient de Gini est quant à lui sensible aux modifications d'inégalités qui se sont opérées près de la médiane.

Le **coefficient de variation** correspond à une mesure normalisée de dispersion de la distribution statistique. Il est souvent exprimé en pourcentage et est aussi régulièrement préféré à l'écart-type dont les valeurs ne sont comparables que si la valeur de la moyenne reste inchangée (comparaisons temporelles ou d'indicateurs disposant d'ordres de grandeur hétérogènes). Plus la valeur du coefficient de variation est importante, plus la dispersion du phénomène autour de la moyenne est importante.

Le coefficient de variation est défini comme le rapport entre l'écart-type  $\sigma$  et la moyenne  $\mu$  :

Une façon efficace de discuter de convergence consiste à analyser l'évolution de ces coefficients de variation à travers le temps. Une réduction des valeurs de coefficient de variation peut ainsi être interprétée comme une réduction des disparités au sein de l'espace d'étude.

Il est également d'usage d'analyser le comportement de ces coefficients de variation pour l'ensemble de l'espace d'étude et certains sous-espaces. C'est ce que nous proposons ici en comparant les évolutions du coefficient de variation pour l'ensemble de l'Union Européenne, les espaces non frontaliers et les espaces frontaliers au niveau NUTS2/3 (Figure 1).

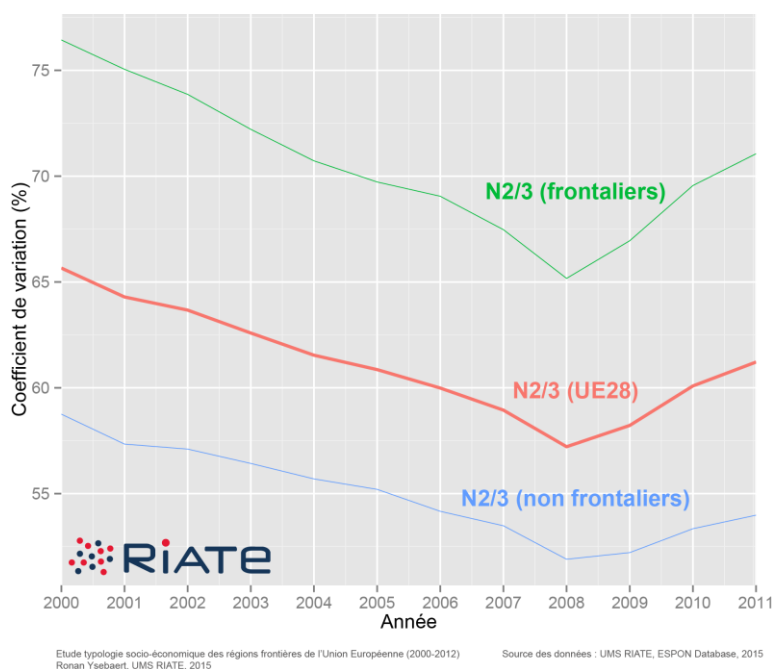


Figure 1 - Coefficient de variation : PIB par habitant (euros), NUTS2/3, pour l'Union Européenne 28, l'espace frontalier et l'espace non frontalier.

L'analyse du graphique révèle plusieurs enseignements. Tout d'abord, **les territoires frontaliers se caractérisent globalement par davantage d'hétérogénéité que le reste de l'Union Européenne**, et ce, quelle que soit la période considérée. Cet élément reste néanmoins à manier avec précaution, puisque les territoires frontaliers se caractérisent à la fois par des situations géographiques variées (du territoire bulgare difficilement accessible, au Benelux hyper-connecté au reste du territoire) et des contextes socio-économiques forts hétérogènes (cf. rapports techniques *Premiers traitements statistiques et cartographiques* et *Une typologie des régions frontalières (2000-2012)*).

**Entre 2000 et 2008, les territoires frontaliers ont eu tendance à converger économiquement plus rapidement que le reste du territoire Européen**, le coefficient de variation passant de 76 % à 65 %. Dans le même temps, les territoires non frontaliers plus homogènes convergeaient plus lentement (coefficient de variation de 57 % à 52 %).

**La crise économique a aussi impacté globalement les territoires frontaliers européens avec une tendance globale à la divergence depuis 2008**. Les territoires européens ont néanmoins une tendance plus prononcée à la divergence de leurs valeurs de PIB par habitant puisque le coefficient de variation de ces régions est passé de 65 % à 71 % entre 2008 et 2011, alors que cette augmentation ne s'élève qu'à 2 points pour les territoires non frontaliers (de 52 % à 54 %).



## 2. Typologies des convergences économiques et démographiques

### 2.1 Trajectoires des discontinuités territoriales au niveau national

#### 2.1.1 Éléments de méthode

Afin d'appréhender les dynamiques de convergences localisées de manière progressive, une première analyse a permis d'évaluer l'évolution des discontinuités territoriales au niveau national, entre couples de régions appartenant à deux Etats différents (Figure 2).

L'équation présentée dans la figure ci-contre présente la méthode de calcul suivie pour obtenir la valeur de la discontinuité de PIB par habitant entre deux pays A et B. On calcule d'abord le PIB par habitant moyen, pour chaque groupe de régions d'un Etat qui sont contigües à une même frontière internationale. Pour chaque couple de pays (country A, country B), on obtient alors deux valeurs moyennes de PIB par habitant (pour les régions frontalières du pays A et pour celles du pays B). La valeur relative de la discontinuité territoriale au niveau national correspond au rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale observée.

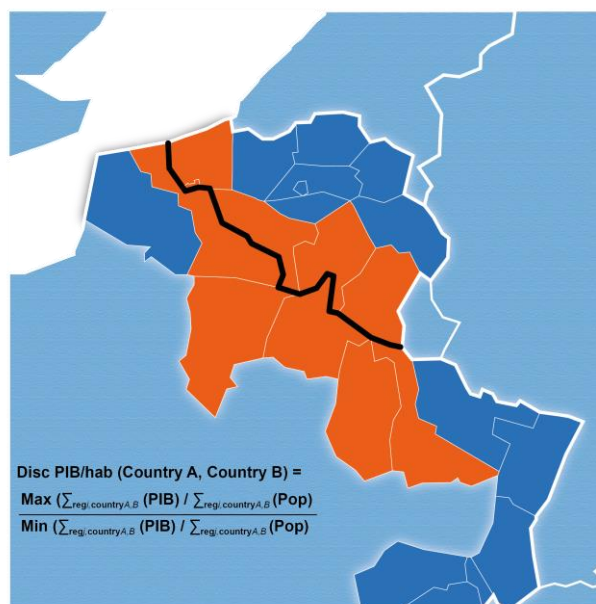


Figure 2 – Méthode de calcul des discontinuités territoriales de PIB par habitant par couple de pays.

Ainsi, une discontinuité qui a une valeur de 8 (cas de la frontière entre la Grèce et la Bulgarie en 2000) signifie que les régions frontalières situées du côté le plus favorisé de la frontière disposent d'un PIB par habitant 8 fois supérieur à celui des régions frontalières situées de l'autre côté de la frontière.

#### 2.1.2 Trajectoires du PIB par habitant (2000-2011)

A ce niveau national, l'Union Européenne (élargie à la Norvège, la Suisse et le Liechtenstein) dispose de **46 couples d'espaces frontaliers** dont il est possible d'évaluer l'évolution des discontinuités de PIB par habitant à travers le temps. La Figure 3 résume les configurations statistiques qui en résultent. L'évolution des discontinuités de PIB par habitant ont été classées selon deux critères :

- En ligne, l'importance de la discontinuité territoriale, qui est définie par la moyenne de la discontinuité sur l'ensemble de la période (2000-2011) ;
- En colonne, le sens (convergence ou divergence) et l'intensité de l'évolution de la discontinuité. Ces mesures sont obtenues à partir de l'évolution des discontinuités en fonction du temps (12 valeurs de discontinuité relative entre 2000 et 2011). Plus précisément, elles correspondent au coefficient directeur de la droite  $\ln(Y) = \alpha.X + b$ , qui met en relation le logarithme népérien des valeurs des discontinuités en fonction du temps, pour chacun des 46 couples d'espaces frontaliers.

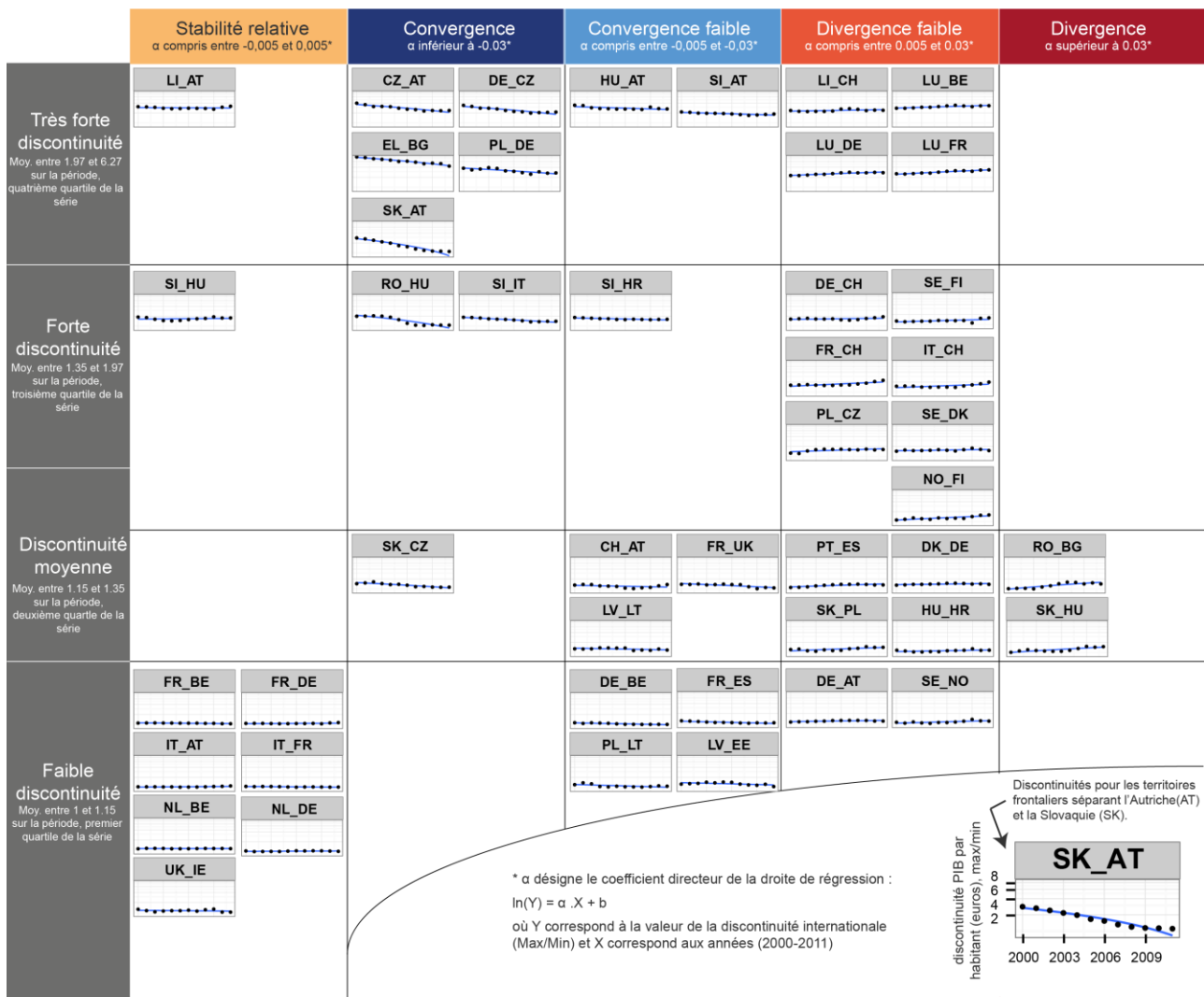
L'analyse de ces droites de régression révèle des situations contrastées. **La plupart des régions frontalières se situent dans une situation de stabilité relative**, où les valeurs des discontinuités observées évoluent peu dans le temps (9 des 46 couples dans une situation de stabilité relative, 27 des 46 couples dans une situation de convergence ou divergence faible). Néanmoins, **cela**



concerne surtout les espaces qui sont caractérisés par de faibles discontinuités territoriales. D'un point de vue général, on observe que les convergences et divergences sont d'autant plus importantes que les discontinuités territoriales le sont aussi.

19 des couples frontaliers se situent dans une situation de divergence : les discontinuités de PIB par habitant ont tendance à augmenter dans le temps. C'est notamment le cas entre le Luxembourg et la Suisse avec leurs voisins. En Europe centrale et orientale, les écarts de richesse tendent également à s'accroître entre la Slovaquie et ses voisins (Pologne, Hongrie), comme entre la Roumanie et la Bulgarie.

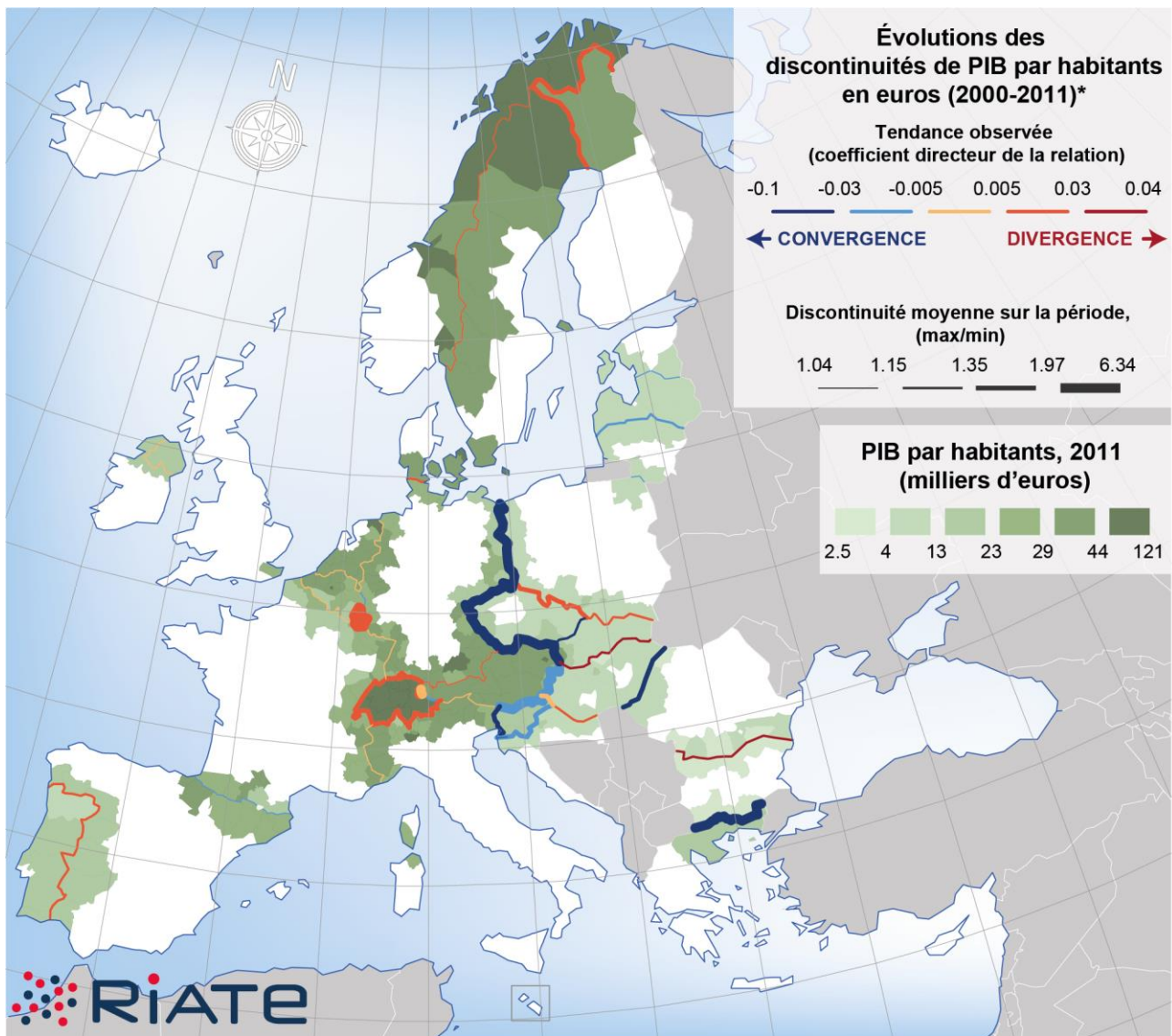
Les régions qui présentent une situation de forte convergence économique se localisent essentiellement au contact entre l'Allemagne et l'Autriche d'une part, et les pays voisins d'Europe centrale et orientale (Pologne, République Tchèque, Hongrie et Slovaquie) d'autre part. Par exemple, les régions frontalières autrichiennes, 6 fois plus riches que leurs voisines slovaques en 2000, ne le sont plus que 3 fois plus en 2011. Les régions allemandes frontalières de la Pologne étaient 5,5 fois plus riches que leurs voisines en 2000, 3,5 fois en 2011. Il semble néanmoins que ce processus de convergence se soit interrompu après 2008, si l'on en juge par la stabilité des valeurs observées pour les 4 dernières années de la série statistique. La convergence la plus marquée concerne la frontière entre Grèce et Bulgarie (régions grecques 8 fois plus riches en début de période, 5 fois plus riches en 2011).



Etude typologie socio-économique des régions frontalières de l'Union Européenne (2000-2012)  
 Source des données : UMS RIATE, ESPON Database, 2015



Figure 3 – Tendances de l'évolution des discontinuités territoriales de PIB par habitant, par couple de pays (2000-2011).



Etude typologie socio-économique des régions frontalières de l'Union Européenne (2000-2012)  
Ronan Ysebaert, UMS RIATE, 2015

Source des données : UMS RIATE, ESPON Database, 2015  
Fond de carte : UMS RIATE, 2015

Figure 4 – Cartographie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers obtenue à partir des droites de régression des évolutions.

La cartographie de ces tendances observées permet d'affiner l'analyse et de mieux spatialiser les résultats (Figure 4). Cette carte met en relation la discontinuité moyenne observée entre 2000 et 2011 et les valeurs moyennes des discontinuités observées sur la période d'analyse. Le coefficient directeur (aussi appelé  $\alpha$ ) donne une approximation sur la nature de la convergence, de la stabilité ou de la divergence observée pour les discontinuités de PIB par habitant à travers le temps.

Cette carte souligne les discontinuités territoriales qui subsistent entre les territoires frontaliers de l'ancienne Europe des 15 et les PECO. C'est aussi entre ces territoires frontaliers que les valeurs de convergence économique sont les plus fortes.

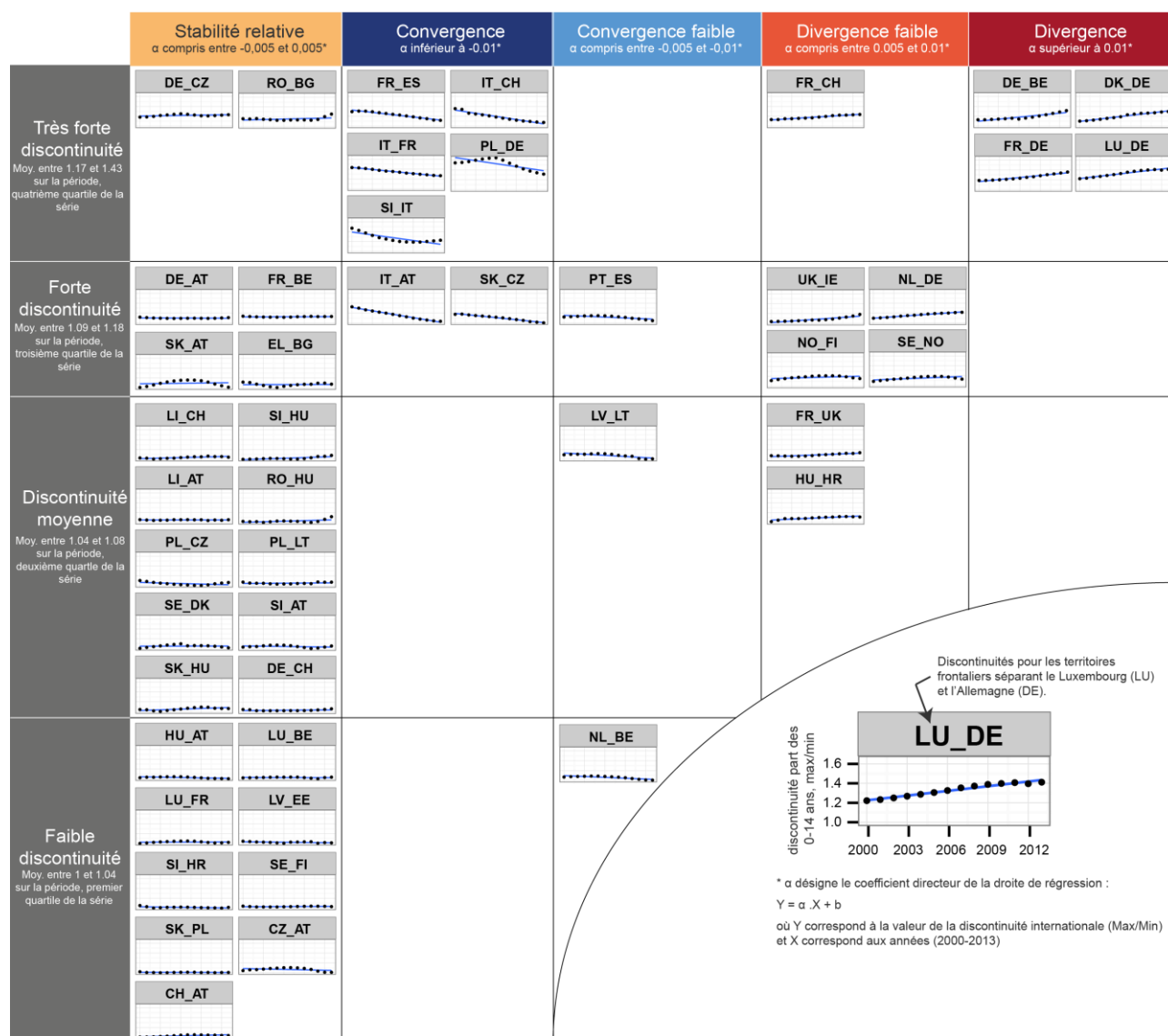
En Europe de l'Ouest les discontinuités observées entre territoires frontaliers sont généralement faibles sur cet indicateur et plutôt stable dans le temps. On notera néanmoins une tendance nette à la divergence entre les territoires favorisés du Luxembourg, de Suisse et du Liechtenstein et leurs voisins respectifs.

La situation est plus contrastée en Europe de l'est. Les discontinuités mesurées entre les territoires frontaliers des Pays Baltes, de République Tchèque et de Slovaquie ou encore de Hongrie et de Roumanie convergent sur la période. Ce n'est pas le cas entre la Hongrie et la Slovaquie ou entre la Bulgarie et la Roumanie où l'on observe un net renforcement des disparités.

### 2.1.3 Trajectoires de la part de la population âgée de 0 à 14 ans (2000-2013)

A l'heure où cette étude est publiée, il n'existe pas de données fines (au niveau NUTS3) sur les tranches d'âge des jeunes actifs (25-34 ans), qui apporterait des informations substantielles sur le potentiel et les besoins de ces espaces frontaliers (formation, accès au foncier, etc.). Seules des indicateurs par grandes tranches d'âge sont disponibles (0-14 ans, 15-64 ans, 65 ans et plus). Néanmoins, s'intéresser à la part des jeunes dans la population totale peut revenir à anticiper le potentiel futur des espaces frontaliers (renouvellement de la population active), si l'on met de côté les futures migrations de ces populations pour leurs études futures notamment.

L'analyse du profil des droites de régression sur la période 2000-2013 (Figure 5) révèle qu'il n'y a pas de corrélation systématique entre la valeur de la discontinuité et l'importance de la convergence ou de la divergence : certaines discontinuités relativement importantes, séparant des territoires frontaliers où la population jeune est relativement bien plus élevée que l'autre, sont plutôt stables dans le temps. C'est notamment le cas entre l'Allemagne et la République Tchèque, ou entre la France et la Belgique.

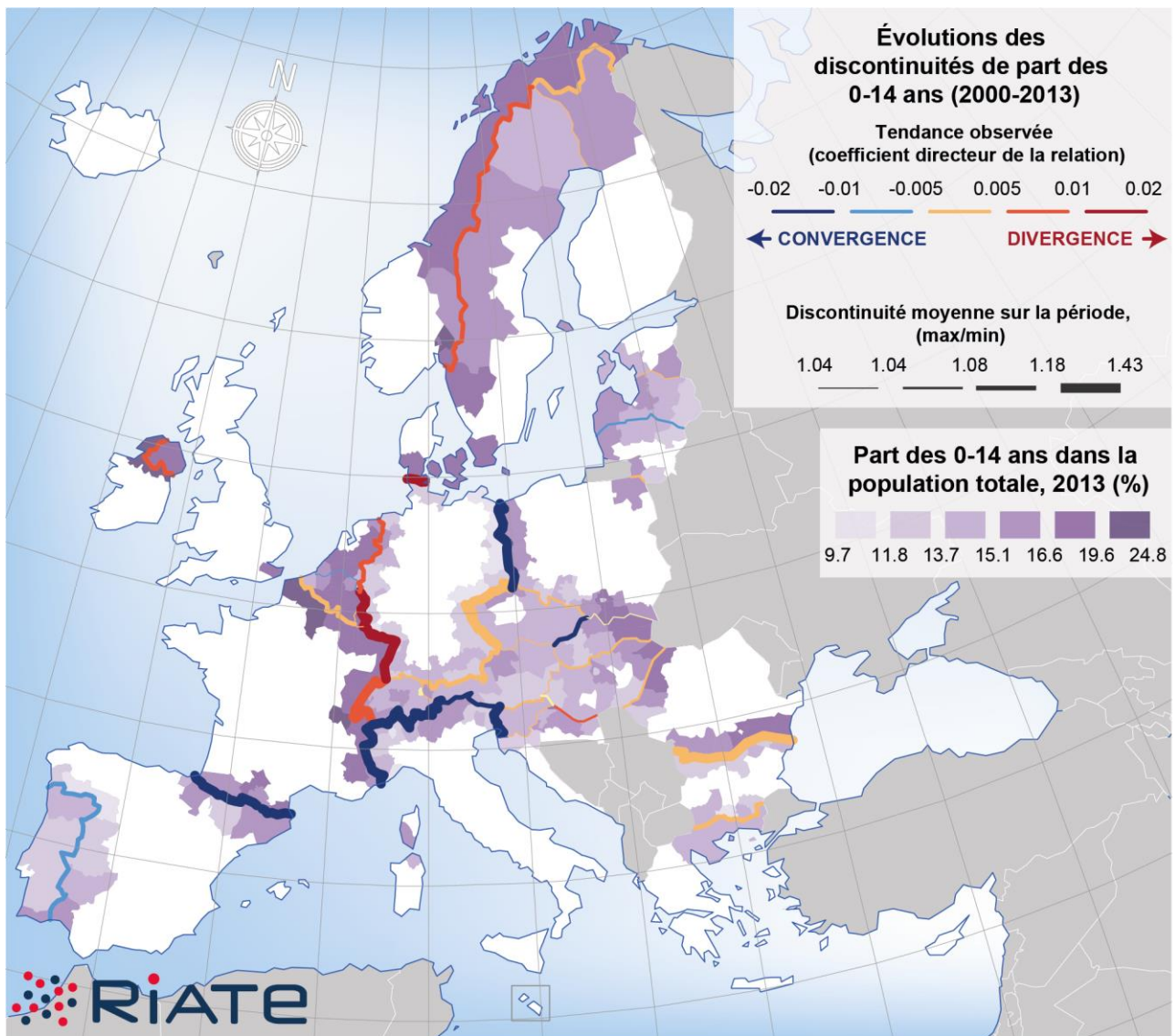


Etude typologie socio-économique des régions frontières de l'Union Européenne (2000-2012)  
 Source des données : UMS RIATE, ESPON Database, 2015



Figure 5 – Tendances de l'évolution des discontinuités territoriales de la part des 0-14 ans dans la population totale, par couple de pays (2000-2013).





Etude typologie socio-économique des régions frontalières de l'Union Européenne (2000-2012)  
Ronan Ysebaert, UMS RIATE, 2015

Source des données : UMS RIATE, ESPON Database, 2015  
Fond de carte : UMS RIATE, 2015

Figure 6 – Cartographie des trajectoires des discontinuités de la part des jeunes (0-14 ans) dans la population totale des espaces frontaliers obtenue à partir des droites de régression des évolutions

La Figure ci-dessus constitue un bon complément au graphique précédent. En particulier, elle met en lumière quatre éléments d'intérêt :

- Les discontinuités liées à la population jeune sont bien moins importantes que celles liées au PIB par habitant : la moitié des discontinuités frontalières de la part des 0-14 ans dans la population totale (max/min) sont inférieures à 1,08. A titre de comparaison, cette valeur s'élève à 1,35 pour le PIB par habitant (Figure 6).
- La tendance globale à la convergence des territoires frontaliers italiens, qui étaient caractérisés précédemment par une population jeune nettement moins élevées que les régions frontalières françaises, suisses, autrichiennes et slovènes. C'est toujours globalement le cas en 2013, mais dans des proportions bien moindres. La situation est similaire avec les territoires frontaliers espagnols au regard des régions françaises.
- La tendance générale à la divergence des territoires frontaliers ouest-allemands. Ces territoires se situaient dans une position défavorable (moins de jeunes) au regard des régions frontalières danoises, hollandaises, belges, luxembourgeoises et françaises en 2000. Cette tendance s'est encore renforcée en 2013.
- La frontière germano-polonaise, lieu où la discontinuité territoriale est parmi les plus élevées en Europe pour cet indicateur est caractérisée par une trajectoire intéressante. Les

déséquilibres observés ont eu tendance à augmenter jusqu'en 2007-2008, mais depuis on observe une convergence forte qui s'explique surtout par la baisse sensible de la part des jeunes en Pologne (dans les environs de 20% de la population totale en 2000, 15 % en 2013).

## 2.2 Classification des trajectoires de discontinuités de PIB par habitant (euros)

L'analyse des trajectoires temporelles d'évolution des discontinuités de PIB/habitant peut être synthétisée à l'aide de méthodes de classification qui permettent de synthétiser la masse d'information obtenue précédemment, sans formuler d'*a priori* sur l'évolution linéaire des valeurs ou sur l'identification de ruptures dans la série temporelle. Pour situer les trajectoires régionales dans le contexte des évolutions observées à des échelons nationaux, nous réalisons ces classifications pour deux niveaux de contiguïté (régional et national) et pour deux périodes temporelles d'analyse (de 2000 à 2011, annuellement ; 2000 et 2011 uniquement).

Ces cartes de discontinuités sont issues de classifications ascendantes hiérarchiques portant sur les écarts relatifs de PIB par habitant observés entre couples de régions situées de part et d'autre de la frontière, de 2000 à 2011. Ces écarts sont obtenus en rapportant la valeur maximale à la valeur minimale observée.

La Figure 7 présente les typologies obtenues pour les trajectoires régionales (par couple de NUTS2/3).

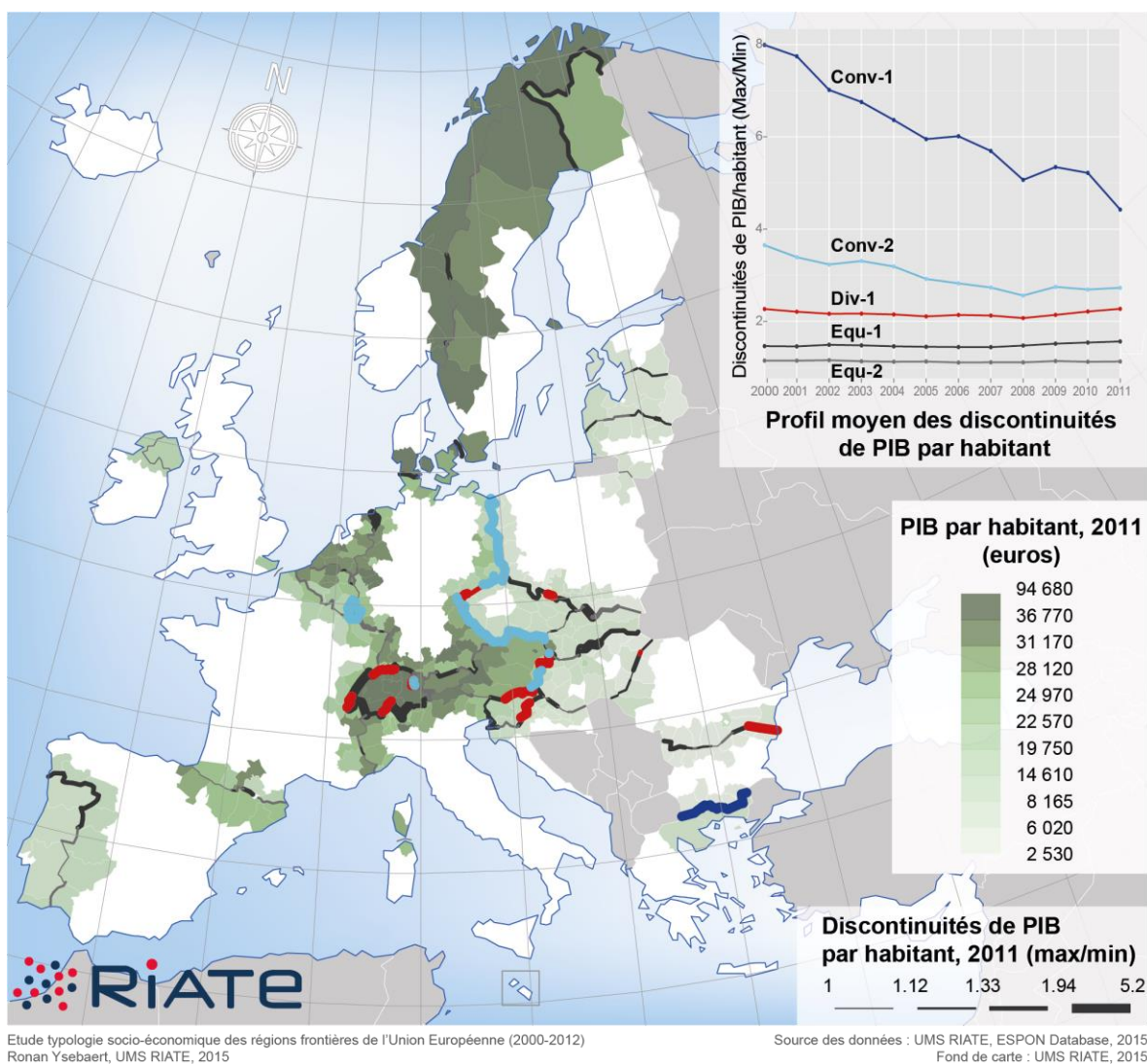


Figure 7 – Typologie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers à travers le temps (annuellement de 2000 à 2011) à l'échelon régional (NUTS2/3)



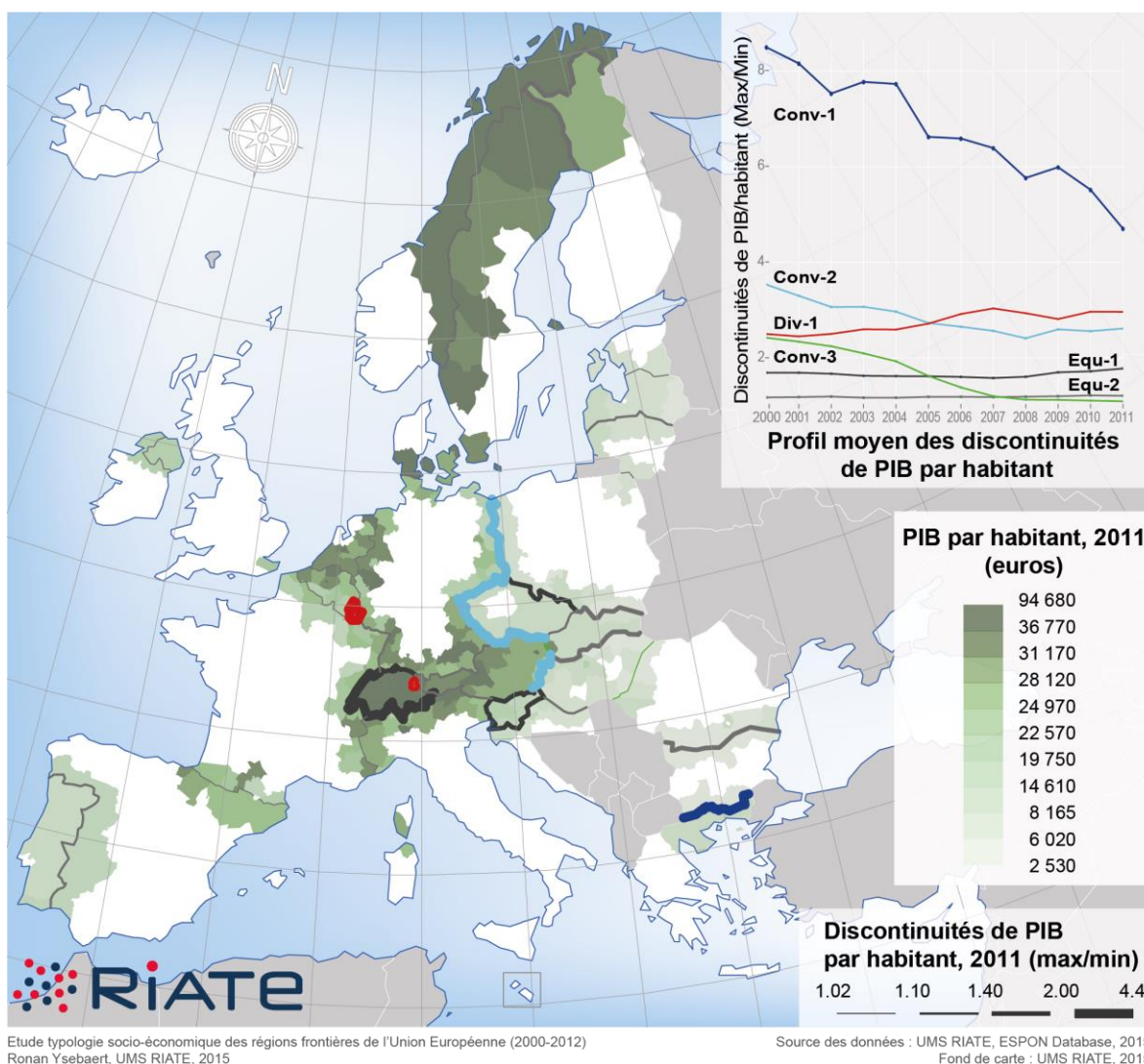


Figure 8 – Typologie des trajectoires des discontinuités de PIB par habitant des espaces frontaliers à travers le temps (annuellement de 2000 à 2011) à l'échelon national.

La Figure 8 décline cette même méthodologie par couple de pays, suivant la méthode décrite dans la partie 2.1. L'épaisseur des lignes est proportionnelle à l'écart existant entre paires de régions pour le PIB par habitant en euros en 2011. Ne sont considérés dans l'analyse que les paires de régions contiguës d'ordre 1 (partageant une frontière internationale).

Que ce soit dans un contexte régional ou national, les typologies issues de la mesure des évolutions de discontinuité de PIB/habitant font apparaître des configurations spatiales proches :

Le profil **Conv-1** (bleu foncé) est spécifique à la frontière séparant les territoires frontaliers bulgares et grecs. Il est caractérisé par une convergence sur le critère du PIB par habitant importante : le profil moyen des discontinuités sur cet espace passe de 8 à 4 en l'espace de 10 ans. Cela est principalement lié au rattrapage économique des régions bulgares, qui se situaient dans une situation extrêmement défavorable au début des années 2000.

Le profil **Conv-2** (bleu clair) exprime également une situation de rattrapage économique entre territoires frontaliers, mais avec des écarts observés globalement moins importants que pour le précédent profil : la discontinuité moyenne de PIB / habitant s'élevait à un peu moins de 4 au début des années 2000 ; elle s'élève à 2,5 en 2011. Ce profil est spécifique des régions frontalières séparant l'Union Européenne des 15 aux nouveaux États Membres d'Europe centrale et Orientale, exception faite de la Slovaquie et de la Slovénie.

Le profil **Conv-3** (vert, Figure 8), n'apparaît statistiquement que lorsque l'on se situe à une échelle nationale de mesure des discontinuités. Il exprime une convergence forte (discontinuités

moyennes de 2 autour de 2000, situation à l'état de quasi-équilibre en 2011). Il est spécifique aux espaces frontaliers séparant la Hongrie et la Roumanie, ainsi que la Slovaquie et l'Autriche. Côté Slovaque, cela s'explique principalement par le fait que c'est la région capitale de Bratislava qui est frontalière avec l'Autriche.

Les profils **Equ-1 et Equ-2** correspondent à des espaces frontaliers dont les discontinuités de PIB par habitant se situent à des niveaux faibles (inférieur à 2) et relativement stables dans le temps. Néanmoins, le profil Equ-1 est caractérisé par des discontinuités en moyenne 1,5 fois plus importantes que le profil Equ-2. Les régions frontalières suisses, slovènes et danoises sont bien représentées dans ce profil à discontinuités modérées et stables dans le temps. Les régions à faible discontinuités stables dans le temps (Equ-1) se retrouvent un peu partout en Europe : Espace scandinave, pays baltes, Pays-Bas-Belgique-France, France-Espagne-Portugal ou encore sur les espaces frontaliers internes aux pays d'Europe centrale et Orientale.

Enfin, le profil **Div-1** (rouge) correspond au seul profil défini par une divergence des discontinuités de PIB par habitant, où les discontinuités passent en moyenne de 2 à 2,5 sur la période temporelle ciblée. Sur la carte des discontinuités régionales, des situations locales apparaissent spécifiquement. On y retrouve notamment les régions frontalières de Bâle, Lugano ou Genève en Suisse ; ou encore la région roumano-bulgare de Constanta. Lorsque l'analyse des profils des discontinuités est transposée au niveau national, on constate que ces divergences concernent avant tout les relations frontalières des pays disposant de conditions fiscales particulières : Luxembourg et Liechtenstein en tête.



### 3. Spécifications pour la construction d'un outil de visualisation des discontinuités frontalières

L'ensemble des rapports techniques produits dans le cadre de cette étude ont montré que la mesure des discontinuités territoriales était sensible à plusieurs dimensions : thématique, scalaire, temporelle, méthodologique. Il convient d'interroger ces différentes dimensions et de les confronter afin d'éviter de sur-interpréter ou de mal interpréter les dynamiques socio-économiques observées sur ces espaces de contact à enjeu politique.

L'outil cartographique n'est d'ailleurs pas le seul qui peut s'envisager pour visualiser les complémentarités et ruptures existant entre couples de régions frontalières. Si les cartographies proposées jusqu'à présent offrent une vision synthétique des inégalités socio-économiques aux frontières, elles renseignent peu sur les caractéristiques propres à chaque tronçon frontalier. La Figure 9 propose ainsi une visualisation des discontinuités orientées de PIB par habitant sur la bande frontalière française. Elle permet ainsi d'abord de visualiser simplement, pour ce critère de PIB par habitant, quels sont les territoires français qui se situent dans une situation favorable par rapport aux territoires localisés de l'autre bord de la frontière. Ce graphique permet aussi de rendre compte de l'ampleur des discontinuités observées de part et d'autres de la frontière (hauteur des barres).

Ainsi, pour 2011 et le critère du PIB par habitant, on constate que les départements français se situent dans une situation globalement favorable au regard des NUTS3 belges qui leur sont contigus. La situation est plus contrastée vis-à-vis des NUTS3 allemands, italiens et espagnols. En revanche, les départements français se situent dans une position nettement défavorable par rapport aux NUTS3 suisses et luxembourgeois.

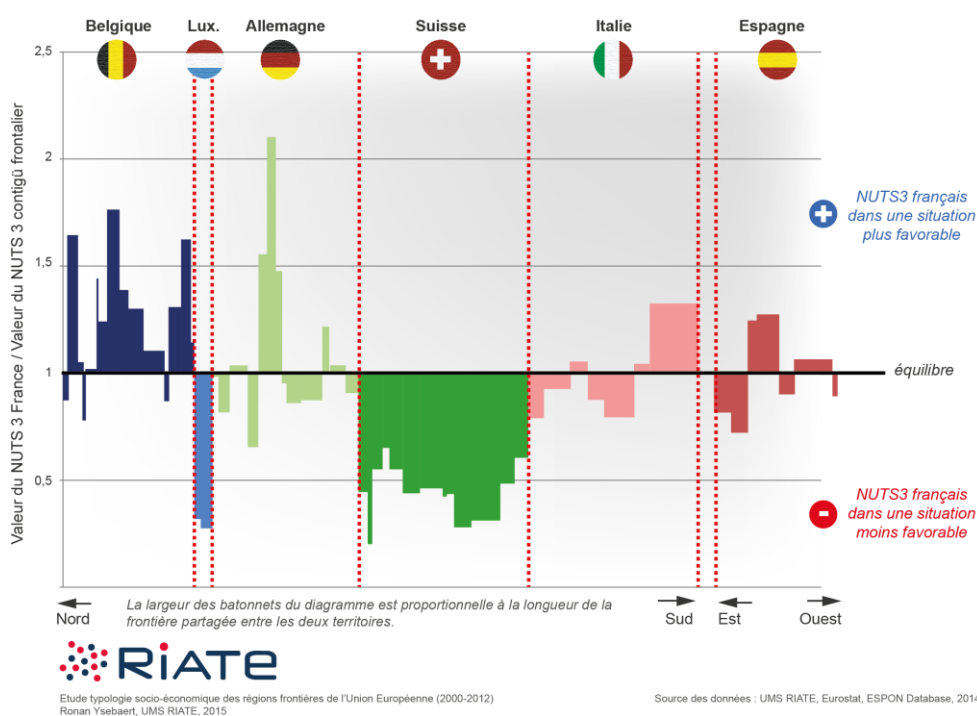


Figure 9 – Une visualisation graphique originale : les transects socio-économiques frontalières. Exemple des ruptures de PIB par habitant (euros, 2011) observées sur la bande frontalière française au niveau NUTS3

Plusieurs questions se posent néanmoins suite à l'analyse de cette figure : l'ampleur et le sens de ces discontinuités territoriales sont-ils constants à d'autres niveaux d'agrégation spatiale (NUTS2/3, NUTS2) ? Ces observations se vérifient-elles à d'autres dates ? Ces discontinuités s'atténuent-elles ou se renforcent-elles dans d'autres contextes de voisinage (ordre 2, distances

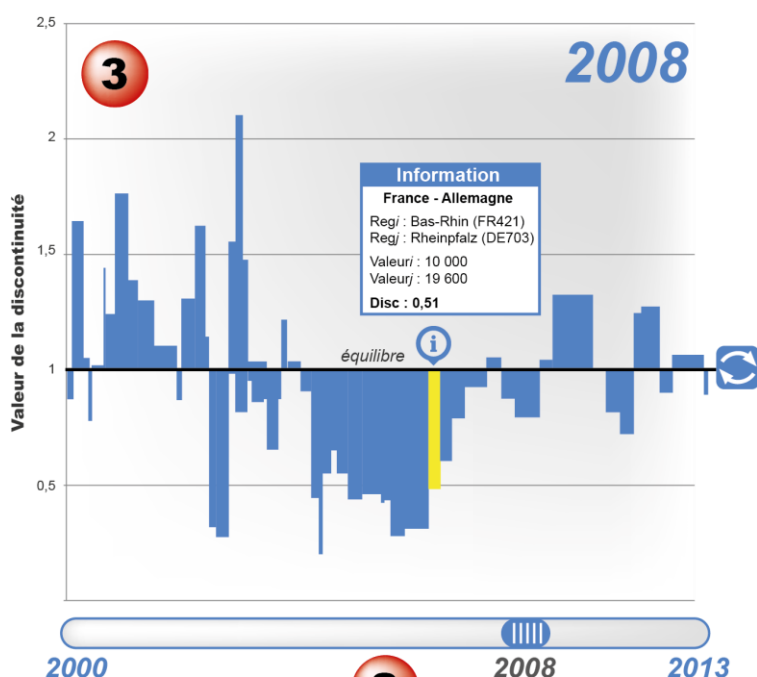
fonctionnelles, etc.) ? Les écarts observés de part et d'autres des frontières sont-ils corrélés avec d'autres indicateurs adaptés à l'analyse des complémentarités frontalières ?

Pour répondre à ces questions et analyser plus en détail les dynamiques territoriales existant sur ces espaces spécifiques, l'implémentation d'un outil informatique proposant à l'utilisateur de naviguer sur les tronçons frontaliers nous semblerait particulièrement adaptée. Les programmes R réalisés dans le cadre de cette étude, qui rendent possible la reproductibilité des résultats, permettent d'envisager raisonnablement l'implémentation d'un tel outil à l'avenir, moyennant la mise en œuvre de moyens permettant de procéder à la consolidation des programmes R (généralisation à d'autres contextes territoriaux) et au développement informatique d'une telle application.

Les éléments présentés ci-dessous sont donc à considérer comme une base de réflexion et de discussion, qui nécessiterait d'être affinée pour optimiser les spécifications de cette application et guider son développement informatique futur.

## DISC EXPLORER

Critères retenus : France - Allemagne / NUTS3 / Revenu par habitant / Contiguïté d'ordre 1



Sélectionner un tronçon frontalier

France - Allemagne

Sélectionner une maille territoriale

NUTS 3

Sélectionner un indicateur (ratio)

Revenu par habitant

Sélectionner un indicateur (abs)

PIB (euros)

Sélectionner un critère de voisinage

Contiguïté d'ordre 1



Statistiques - Indices d'inégalités

Indice de Gini : 0,24

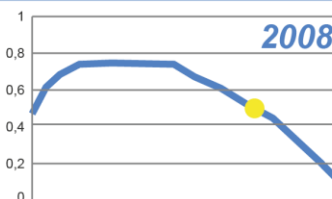
Indice de Hoover : 0,73

Coefficient de variation : 42 %

5

Visualiser une mesure d'inégalité

Indice de Gini



png

pdf

1 6  
2

R

+

6

Figure 10 – « Disc Explorer », une possibilité d'envisager la visualisation des discontinuités de façon spatio-temporelle et multi-thématique.

L'implémentation graphique d'une telle application pourrait se rapprocher de ce qui est présenté Figure 10. Les éléments ci-dessous décrivent les principales fonctionnalités que pourrait comporter cet outil :

### **1 Paramétrage du transect frontalier**

A la différence de ce qui est présenté Figure 7, l'idée consisterait à analyser les discontinuités observées par paire de pays (*sélectionner un tronçon frontalier*), et non pas pour l'ensemble des frontières d'un pays, solution qui poserait des problèmes méthodologiques certains. Il serait dès lors possible de faire varier la maille territoriale d'analyse sur laquelle porterait l'analyse des discontinuités frontalières : NUTS1, NUTS2, NUTS2/3 (*sélectionner une maille territoriale*). Par ailleurs, la mesure de ces discontinuités peut s'effectuer selon différents critères de voisinage, comme proposé dans l'étude : ordre 1, ordre 2, distance euclidienne, voire distance fonctionnelle (*sélectionner un critère de voisinage*). Enfin, l'idée consisterait également à proposer cet outil pour un ensemble d'indicateurs disponibles en série temporelle, qu'il s'agisse de ratios comme le revenu par habitant (*sélectionner un indicateur, ratio*) ou d'indicateurs de stock, comme le PIB en euros (*sélectionner un indicateur, abs*). Le fait de choisir un indicateur de ratio ou de stock influencerait la mesure de la discontinuité et le graphique présenté en 3 : mesure de rapport  $val1/val2$  pour un ratio ; mesure de différence  $val1-val2$  pour un stock.

### **2 Visualisation temporelle des discontinuités**

Le calcul des discontinuités sur le transect sélectionné s'effectuerait pour l'ensemble des années pour laquelle la donnée est disponible. La base de données d'ESPON propose déjà des séries temporelles de 10 ans pour un ensemble d'indicateurs « de base ». Il est aussi dans les projets de la Commission Européenne et d'Eurostat de proposer ces indicateurs de long terme afin d'analyser de façon longitudinale les dynamiques socio-économiques au niveau Européen. On peut donc raisonnablement envisager qu'à l'avenir un certain nombre d'indicateurs adaptés à l'analyse des dynamiques frontalières pourront être collectés pour nourrir ce type d'applications.

### **3 Représentation graphique des discontinuités**

Les discontinuités seraient présentées sous la forme de transects socio-économiques. Pour un ratio, la valeur de 1 correspondrait à la situation d'équilibre pour le couple de pays sélectionné. La largeur des barres pourrait être proportionnelle à la longueur géométrique de la frontière partagée entre deux régions du couple de pays sélectionné. On pourrait aussi envisager d'autres paramètres, comme la densité des points de passage frontaliers, par exemple. La hauteur des barres permettrait d'envisager l'ampleur des discontinuités observées de part et d'autre des frontières. Leur orientation (au-dessus / en-dessous de la situation d'équilibre) donnerait une indication sur le sens de la discontinuité afin de définir quels sont les territoires qui se situent dans une situation favorable de part et de l'autre de la frontière (si l'indicateur sélectionné se prête à ce type d'interprétation). Une info-bulle serait aussi particulièrement utile pour disposer d'informations plus précises sur une discontinuité régionale en particulier (nom des régions, valeurs de l'indicateur pour les deux régions concernées, valeur de la discontinuité). Selon le point de vue privilégié, il serait également intéressant d'inverser le calcul de la discontinuité grâce aux doubles-flèches (Regj/Regi au lieu de Regi/Regj). L'intérêt de ce type de transect résiderait dans le fait de constater graphiquement les évolutions dans le temps.

### **4 Récapitulatif des critères retenus**

Une liste permettrait de récapituler les critères retenus pour la visualisation. Cela pourrait être utile pour l'export éventuel des résultats.

## **5 Des indices d'inégalité synthétiques**

Associée à la visualisation graphique des inégalités territoriales, une série de mesures statistiques (Gini, Hoover, coefficient de variation, etc.) permettrait d'évaluer globalement l'ampleur des inégalités observées sur l'ensemble du transect. Le graphique attaché apporterait des réponses au sujet des phénomènes de convergence observés sur le transect sélectionné.

## **6 Possibilités d'export (et d'import ?)**

Il apparaît intéressant de rendre possible l'export des résultats sous différents formats (images, vectoriel) ou de données associées au graphique. Plusieurs fonctionnalités décrivant la méthodologie utilisée par l'application pourrait également être associées (rapport technique, scénario d'utilisation, programmes R associés au calcul de discontinuités). Enfin, il serait intéressant de donner la possibilité à l'utilisateur d'importer ses propres données dans l'application (voire ses propres matrices de contiguïté, prenant en compte des distances fonctionnelles par exemple).

L'implémentation d'un tel outil nécessite un travail de conceptualisation et de développement informatique considérable difficiles à maîtriser dans la temporalité de ce projet. Nous trouvons néanmoins la démarche intéressante dans la mesure où l'ensemble des dimensions utiles à l'interprétation des discontinuités territoriales soulignées dans cette étude seraient considérées dans ce type d'application : le temps, l'espace, la thématique, la prise en compte de différents critères de voisinage.

De plus, la philosophie du modèle sur lequel repose l'outil (selon des mailles territoriales emboîtées, Figure 11) laisse présager qu'il pourrait devenir un outil générique d'observation des discontinuités. A partir du moment où la maille territoriale englobante fait sens (comme ici pour le transfrontalier : des couples de pays européens) et où celui-ci peut se décomposer en plusieurs maillages territoriaux englobés, il est envisageable de décliner cet outil à d'autres types de contextes territoriaux.

A titre d'exemple, la transposition de l'outil à l'analyse des discontinuités régionales pour un pays selon différentes mailles territoriales pourrait aussi s'envisager dans des contextes territoriaux plus localisés (communes, EPCI, bassins de vie, zones d'emploi pour la France par exemple). De façon similaire, d'autres contextes politiques supra-nationaux s'adapteraient à l'expérience, comme pour le MERCOSUR... Cela apporterait des éléments de comparaison utiles pour contextualiser les ruptures territoriales observées dans l'Union Européenne notamment.

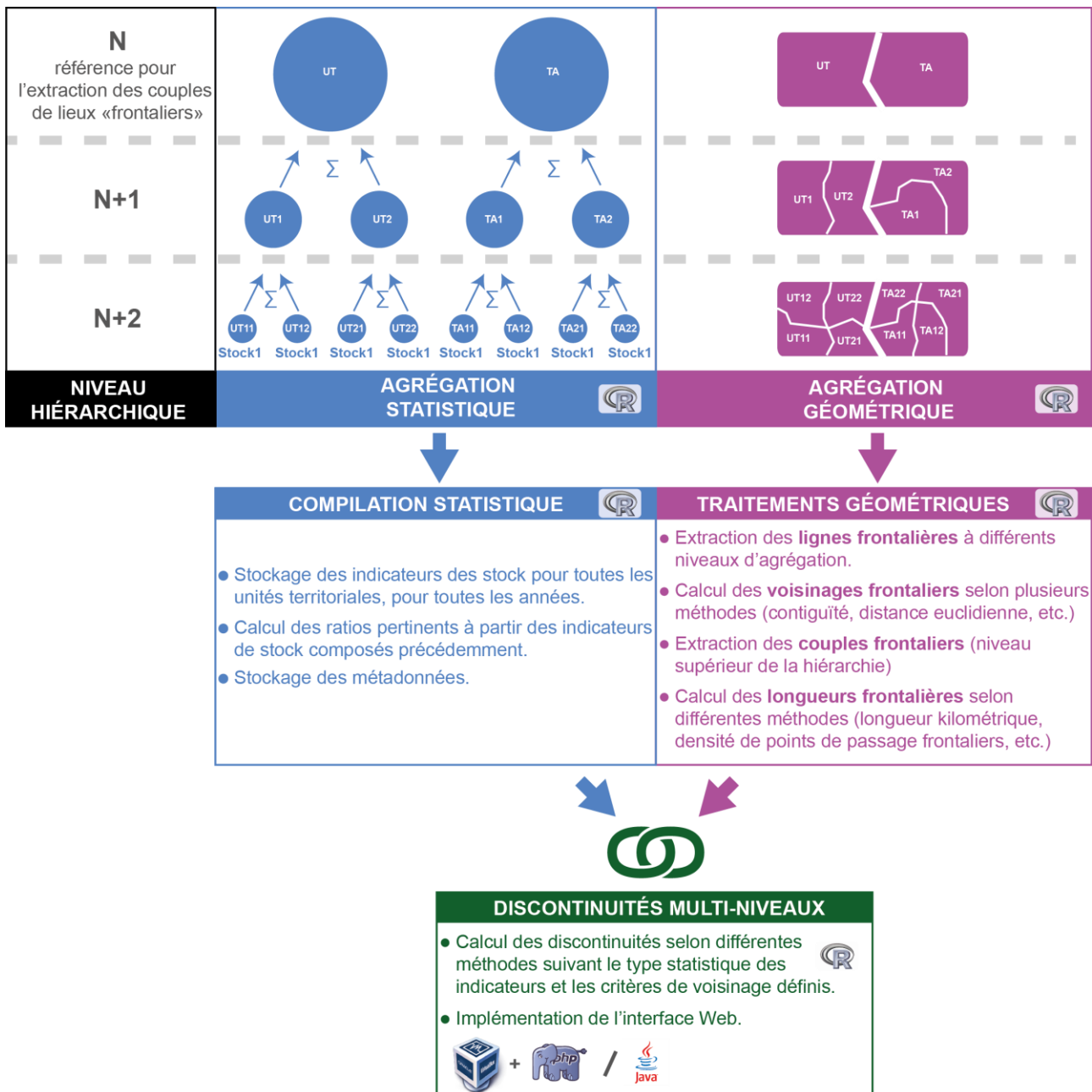


Figure 11 – Philosophie de développement du « Disc Explorer » : générique, libre et reproductible.

## Bibliographie

Beaumont C., Ertur C., Le Gallo J., 2006, Clubs de convergence et effets de débordements géographiques : une analyse spatiale des données régionales européennes, 1980-1995, *Économie et Prévision*, n°173 2006-2.

Bourdin S. 2012, « Pour une approche géographique de la convergence. Les inégalités régionales dans l'Union européenne et leur évolution », *L'Espace Géographique*, 2013-3, pp.270-285.

Le Gallo J., Dall'erba S., 2008, « Regional convergence and the impact of European structural funds over 1989-1999 : a spatial econometrics analysis, *Papers in Regional Science*, vol.87, n°2, pp.219-244.

Monfort P., 2008, Convergence of EU regions. Measures and evolution, DG REGIO working papers, 21 p.

Jaworska R., 2014, Health inequalities across the European Union Regions, a Beta-Convergence approach, *Comparative Economic Research*, Volume 17-4.







# CE QU'IL FAUT RETENIR...

- L'analyse des convergences est réalisée pour l'indicateur du **PIB par habitant**. Ce rapport technique propose plusieurs méthodes qui pourraient à l'avenir être **étendues à d'autres indicateurs**, à partir du moment où ceux-ci seront disponibles de façon harmonisés au niveau NUTS2/3 européen (revenu, structure de l'emploi, etc.). Cela n'est malheureusement pas le cas actuellement.
- Les **territoires frontaliers européens** sont caractérisés par une **plus grande hétérogénéité** interne que le reste des territoires européens. Et ceci, pour l'ensemble de la période d'étude (2000-2011). Ce constat est néanmoins à relativiser globalement, car les territoires frontaliers européens revêtent des réalités socio-économiques bien différentes des frontières bulgares à celles du Benelux par exemple.
- Néanmoins, on observe une **tendance à la convergence** plus prononcée **pour les territoires frontaliers pris dans leur ensemble sur la période 2000-2008. Après la crise économique, la tendance s'inverse**. Les divergences observées sont aussi plus prononcées pour les territoires frontaliers que pour le reste des territoires européens.
- L'analyse des trajectoires des discontinuités à travers le temps au niveau national (moyenne des régions frontalières de part et d'autres des frontières internationales) révèle sans surprise que **les convergences et divergences les plus importantes sont situées là où les discontinuités territoriales sont les plus élevées**. On note néanmoins une grande diversité de situations, qui plaident pour engager des méthodes de classification qui peuvent mettre en évidence des « clubs » de régions définies divergentes ou convergentes.
- **La frontière entre la Grèce et la Bulgarie est spécifique**, puisqu'elle enregistre la plus **forte convergence** pour le PIB par habitant entre 2000 et 2011. De façon moins impressionnante mais tout aussi significative, on observe la même tendance entre les **régions des pays d'Europe centrale et orientale et les pays de l'ancienne Europe des 15**.
- Les situations de **divergences** s'observent localement sur les espaces frontaliers bordant la **Suisse, l'Autriche et la Slovaquie** (principalement). Mais l'accroissement de ces inégalités territoriales pour cet indicateur s'observe surtout pour le **Liechtenstein et le Luxembourg** avec leurs territoires frontaliers respectifs.
- L'extension de la méthodologie employée à un **indicateur démographique** (part des jeunes dans la population totale) révèle que pour ce critère les **discontinuités territoriales frontalières sont bien moins importantes** que pour des critères économiques. On note cependant des discontinuités territoriales fortes entre l'Allemagne et ses pays voisins. **La population frontalière allemande est en effet caractérisée par une part des jeunes nettement plus faible que de l'autre côté de ses frontières. Cette tendance va en s'accroissant** sur les frontières occidentales allemandes (Pays-Bas, Belgique, Luxembourg, France). On observe également ce type de discontinuité importante pour les **territoires frontaliers italiens**, mais la tendance est pour cet espace géographique à la **convergence**.
- L'ensemble des rapports techniques produits dans le cadre de cette étude l'ont montré. La mesure des discontinuités territoriales est sensible à plusieurs dimensions : thématique, scalaire, temporelle, méthodologique. Une **application informatique** proposant à l'utilisateur de naviguer sur les tronçons frontaliers selon différents paramètres nous semblerait **particulièrement efficace** pour mesurer plus précisément les **dynamiques territoriales frontalières** observées et éviter ainsi les biais interprétatifs liés à l'observation statistique de ces espaces de contact.