

Transition énergétique et fragmentation territoriale : une analyse prospective appliquée à la Wallonie

Thierry Bréchet, Christian Dessouroux, Fiorella Quadu and Simon Verelst

Volume 15, Number 3, 2015

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1035878ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bréchet, T., Dessouroux, C., Quadu, F. & Verelst, S. (2015). Transition énergétique et fragmentation territoriale : une analyse prospective appliquée à la Wallonie. *VertigO*, 15(3).

Article abstract

Energy transition consists in a shift from polluting and exhaustible resources to clean and renewable ones, but also in a move towards energy parsimony. This transition is one of the major challenges our economies face today. In this paper we are interested in the territorial impacts of such a transition. We develop a prospective method, combining a qualitative approach with a quantitative model, to address the following questions : would the energy transition make territorial discrepancy sharper ? Is it a threat to or an opportunity for territorial cohesion ?

Tous droits réservés © Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO, 2015



This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

<https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/>

Érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

<https://www.erudit.org/en/>

Thierry Bréchet, Christian Dessouroux, Fiorella Quadu et Simon Verelst

Transition énergétique et fragmentation territoriale : une analyse prospective appliquée à la Wallonie

Introduction

- 1 « *Nos politiques énergétiques actuelles ne sont pas durables, en aucun sens du terme.* » C'est ainsi que s'est exprimé M. Maroš Šefčovič, vice-président pour l'Union de l'énergie lors du lancement des travaux sur l'union de l'énergie (Commission européenne, 2015). De fait, notre système énergétique est confronté à de multiples défis : pollutions liées aux énergies fossiles (particules fines, changement climatique...) annoncé du pétrole, décentralisation des sources de production électrique, risques géopolitiques (Mc Kay, 2008). Le concept de transition énergétique traduit l'idée que ce système va nécessairement évoluer, que cette transition soit subie ou choisie (Solomon et Krishna, 2011). L'objet de cet article est de s'intéresser à la dimension territoriale des transitions possibles. La « structure » d'un territoire est par nature multidimensionnelle. Elle recouvre la manière dont les populations et les activités sont réparties sur ce territoire, mais aussi les connexions entre les pôles d'attraction et les usages qui sont faits de l'espace. Appréhender ces trois dimensions et comprendre la manière dont elles sont imbriquées est donc essentiel pour avoir une vision cohérente de la question (Bridge et al., 2013). L'objectif du projet de recherche TE50, pour « Territoire et Énergie 2050 », était de développer une méthodologie capable d'appréhender ces dimensions à la fois sous leurs aspects qualitatifs et quantitatifs, et ce à une échelle régionale, c'est-à-dire pour l'ensemble des communes wallonnes.
- 2 Les résultats du projet débordent largement ce qui peut être exposé dans le cadre de cet article.¹ Nous nous concentrerons donc sur les aspects liés au territoire. Les principales questions traitées dans cet article sont les suivantes : la transition énergétique va-t-elle exacerber les inégalités socio-énergétiques entre les communes wallonnes ? Pour répondre à cette question, nous comparerons deux scénarios contrastés de la Wallonie à l'horizon 2050. Le premier illustre une Région « au fil de l'eau », le second une Région plus volontariste sur le plan de la transition. Ces scénarios n'ont qu'une vertu exploratoire, ils ne prétendent pas prédire l'avenir. Cet exercice s'inscrit donc dans une démarche de type « prospective », avec la contribution originale de relier des scénarios prospectifs qualitatifs à une évaluation quantitative territoriale. À cette fin, un modèle systémique a été développé, le système MILES (Mobility and Location Energy System). Il relie toutes les communes wallonnes et met en cohérence mobilité et pressions foncières, consommations énergétiques du transport et du résidentiel, ainsi que les activités économiques.
- 3 L'article est organisé de la manière suivante. La section 2 présente les deux scénarios prospectifs de la Région wallonne en matière de transition énergétique qui seront envisagés dans cet article. La section 3 définit la notion de fragmentation territoriale. La section 4 analyse les impacts sur le territoire de ces deux scénarios et propose des éclairages pour les questions mentionnées ci-dessus. Enfin, la section 5 propose des conclusions en matière d'aménagement du territoire.

Deux visions de la Wallonie en 2050²

- 4 L'objectif du projet TE50 était de développer et d'appliquer un outil d'analyse prospective reliant les problématiques énergétiques attendues dans les quarante prochaines années avec leurs dimensions territoriales. L'élaboration de scénarios a donc constitué une partie importante du projet TE50.³ Elle s'est largement inspirée de la démarche traditionnelle de la prospective, mais l'a étendue jusqu'à une quantification, ce qui est novateur.⁴ Durant le projet, six scénarios ont été élaborés avec le soutien d'experts, explorant ainsi six futurs possibles. Deux d'entre eux ont été chiffrés, et ils peuvent se résumer de la manière suivante :

1. « Chacun pour soi » (CPS), scénario « au fil de l'eau » avec une transition très hésitante et des évolutions ne renversant pas les habitudes actuelles ;
2. « Industrie renouvelable » (IR), scénario insistant plus franchement sur le développement des énergies renouvelables et le déclin des industries énergivores.

5 Ces deux scénarios ne sont pas réductibles aux seuls aspects énergétiques. Il s'agit plutôt de deux histoires intrinsèquement cohérentes qui ont été construites, d'une part, autour d'une idée sur la transition (IR), et, d'autre part, sur une négligence de la transition (CPS), tout en incluant à chaque fois également une série d'autres hypothèses dans le domaine de l'emploi, de la mobilité, de la démographie.⁵ Avant de présenter les scénarios, attardons-nous sur la méthodologie de quantification des scénarios.

La méthodologie de quantification des scénarios

6 Les scénarios sont caractérisés par douze macro-variables de nature semi-qualitatives, chacune prenant un état différent selon le scénario. Ensuite, ces macro-variables sont décomposées en micro-variables quantitatives, au nombre d'une petite trentaine par commune.

7 Les macro-variables sont de type économique (activités économiques, emplois), énergétique (consommations spécifiques...), productif (productions énergétiques, agricoles et sylvicoles...) ou structurel (populations, empreintes foncières, densités...). Leur état est d'abord décrit de manière tendancielle par rapport à 2009, ce qui donne une situation de référence en 2050, dénommé « REF ». Celle-ci est caractérisée par plusieurs hypothèses tendanciennes, dont une augmentation globale de la population de 15,3 %.

8 Les micro-variables sont des indicateurs spécifiques permettant de réaliser le lien entre les scénarios et le système MILES. Parmi celles-ci, on retrouve l'évolution du nombre d'emplois et d'habitants par commune, la consommation de chauffage et l'empreinte foncière des logements, ou encore la vitesse et la consommation spécifique des réseaux. Dans les scénarios, les micro-variables sont quantifiées afin de traduire l'état des macro-variables en paramètres du système MILES. Cette quantification est exprimée en différence par rapport à REF et déclinée selon une typologie éventuellement propre à chaque scénario. Ce sont donc toujours les écarts relatifs qui importent dans l'analyse des scénarios, pas les niveaux absolus. Davantage de détail est fourni en annexe.

Le scénario « Chacun pour soi »

9 Dans « Chacun pour soi », la Wallonie se trouve dans une situation de suffisance énergétique : l'énergie reste accessible et bon marché, elle ne constitue donc pas un frein au développement de l'économie et aux formes d'habiter. L'énergie bon marché favorise des modes de consommation excessive et cette attitude se manifeste également dans la gestion des ressources naturelles et foncières, utilisées sans modération. Ceci constitue une menace sur la conservation des paysages et des zones rurales. Le laisser-faire et la mise en concurrence entre entités sous-régionales prévalent.

10 Chaque commune ou agglomération tente de développer son propre profil, ce qui contribue à la multiplication de noyaux plus ou moins performants et spécialisés concentrant l'essentiel de l'innovation et de l'emploi et à une mise à l'écart des zones les moins performantes. Ce scénario a également pour effet d'augmenter sensiblement les besoins en énergie et en ressources : les déplacements augmentent par la dispersion de l'habitat ce qui génère d'importants coûts en termes d'adaptation du réseau de transports et de couverture en équipements et services de proximité.

Le scénario « Industrie renouvelable »

11 Dans ce scénario, la Région exerce un pouvoir centralisé et se donne les moyens d'imposer aux communes une diminution de la consommation d'énergies fossiles et le recours aux énergies renouvelables par des incitants réglementaires et financiers. La part des énergies renouvelables est importante dans la production comme dans la consommation, la production est toutefois coûteuse et difficile rendant le prix de l'électricité élevé. Les habitants se rapprochent des équipements, des services et des réseaux de transports. Il n'y a pas de recherche de synergies entre procédés industriels et types d'activités. Les principales complémentarités spatiales

recherchées sont celles liées à l'énergie. Les activités misent fortement sur les énergies renouvelables et développent des alternatives pour consommer moins, mais les industries les plus énergivores se délocalisent à l'étranger.

12 La logistique est pénalisée par le coût du transport. La population n'est pas proactive ni incitée à rechercher des alternatives à la voiture.

13 La foresterie et l'agriculture, dont les surfaces qui leurs sont consacrées diminuent sous la pression de l'urbanisation, s'orientent vers des débouchés énergétiques à haut rendement. La moindre parcelle non bâtie est exploitée pour la production éolienne ou photovoltaïque.

La fragmentation territoriale

14 L'objet de cette section est de définir la notion de fragmentation territoriale et d'explorer la manière dont celle-ci peut être par les deux scénarios considérés. Sur cette base, la section suivante analysera la manière dont cette fragmentation peut être influencée par la transition énergétique.

Qu'est-ce que la fragmentation ?

15 La fragmentation évoque à la fois une différenciation de l'espace et une distribution inégale des ressources, qu'elles soient économiques, énergétiques, naturelles ou foncières⁶. Cette différenciation se trouverait favorisée dans un contexte politique de faible régulation ou d'absence de rééquilibrage des conditions de vie et des potentiels de production entre les territoires (Fournier et Raoulx, 2003). L'individuation des entités communales et la diversification des acteurs responsables de la gestion publique (instances planificatrices, administrations, acteurs politiques) risquent d'accentuer les différences. Toutefois, les disparités peuvent aussi être accentuées par l'action du pouvoir central, par exemple dans le cas d'une création de nouveaux pôles d'activités ou de la modernisation ciblée des infrastructures en faveur de certaines communes et au détriment d'autres.

16 Si les termes de fragmentation ou de disparité ont généralement une connotation négative, il y a lieu de ne pas les y réduire. Ils n'expriment pas nécessairement un manque d'articulation ou de cohérence territoriale. La spécialisation spatiale dans certains secteurs économiques offre en effet certains avantages (Navez-Bouchanine, 2002), alors qu'on s'attend, en revanche, à une offre adéquate et uniforme à l'échelle de tout le territoire dans d'autres domaines : l'enseignement ou les services à la population.

17 La discussion de ces fragmentations prend tout son sens au vu de la diversité des situations communales existantes au sein de la Région wallonne. Cette diversité provient de la répartition des compétences entre région et communes notamment en aménagement du territoire, mais aussi de l'existence de zones économiques et agro-géographiques très différentes. Ainsi, on retrouve des zones urbaines plus pauvres le long d'un axe est-ouest, avec une zone très attractive et moyennement dense au nord de cet axe. En s'éloignant vers le sud de cet axe, on passe d'un paysage urbain à un paysage périurbain, puis rural, plus accidenté et dominé par des occupations de forêts et de prairies ou d'agriculture.

18 L'étude « Anticipation des effets du pic pétrolier sur le territoire wallon » (Bazet-Simoni *et al.*, 2011) évoque la fragmentation territoriale en montrant qu'un cours du pétrole élevé accentuera à l'avenir la différence de fonctions et de vulnérabilité énergétique entre communes urbaines et communes rurales, différence qui s'était fortement effacée durant le XX^e siècle. Des risques d'exclusion sociale sont donc clairement annoncés.

La fragmentation dans les scénarios prospectifs de TE50

19 Les risques d'un déséquilibre dans la différenciation du territoire sont donc clairement avancés dans le contexte de la transition énergétique. D'où l'apport intéressant du projet TE50 qui permet de mettre en regard deux scénarios assez contrastés du point de vue de l'évolution du rapport à la gestion des ressources foncières et énergétiques, du développement des pôles d'emplois et des formes d'habitat pour en mesurer les impacts respectifs sur le territoire.

20 Avant d'examiner en détail les résultats, ce qui sera l'objet de la section suivante, il est utile de se faire une idée des mécanismes de fragmentation en jeu au sein de chacun des scénarios considérés ici⁷.

- 21 Dans le scénario CPS, le contexte énergétique est favorable aux modes de consommation excessive, au laisser-faire et à la mise en concurrence entre entités sous-régionales. Ce scénario suggère donc une individualisation et une autonomie plus forte des choix communaux en termes fiscaux, énergétiques et d'aménagement du territoire, mais aussi un plus grand poids des forces du marché et des décisions d'acteurs isolés : chaque commune a la possibilité de développer au mieux, sur base des ressources existantes (fiscales, foncières...), son économie, son réseau électrique... Les risques de développement d'une fragmentation territoriale sont *a priori* plus élevés, l'autonomie communale et les comportements individualistes l'emportant sur une parité de traitement et une solidarité.
- 22 Le scénario IR envisage quant à lui une implication plus forte de la Région dans la politique énergétique et territoriale. Le coût élevé de la production induit des efforts conséquents du secteur industriel dans l'optimisation de l'utilisation des énergies renouvelables et des synergies spatiales et technologiques. La présence concentrée à la fois des équipements, des services et des réseaux de transports attirent les habitants dans les pôles d'activités. Cette population ne recherche par ailleurs pas d'alternatives au coût de consommation énergétique élevé. Si les risques de fragmentation sont davantage contenus, une certaine spécialisation des communes sur base de leur accessibilité et de leur attractivité se dessine néanmoins. La section suivante va montrer que ces contrastes sont autrement répartis que dans le scénario CPS, avec des incidences d'une autre nature sur la répartition et le niveau des consommations énergétiques, des déplacements et des emplois.

Une analyse des résultats

- 23 Dans cette section, nous identifions les symptômes d'une différenciation spatiale éventuellement déjà présente et susceptible de se renforcer ou de s'atténuer dans le contexte d'une transition énergétique. La fragmentation est polymorphe et s'exprime à travers de nombreuses dimensions que nous nous proposons d'appréhender au moyen d'une série d'indicateurs.

Les inégalités socio-énergétiques

- 24 Intéressons-nous tout d'abord aux inégalités socio-énergétiques à travers deux indicateurs : la consommation d'énergie par habitant et la consommation d'énergie rapportée au revenu moyen de la commune. Ces deux indicateurs sont complémentaires. Le premier reflète l'intensité de la consommation d'énergie en termes physiques, le second l'importance de l'énergie dans le revenu moyen des ménages par commune. Compte tenu du fait que nous ne faisons aucune hypothèse sur l'évolution des prix énergétiques ou des revenus à l'horizon 2050, ce dernier indicateur rapporte simplement la consommation physique associée à chaque scénario (en MWh) au revenu de la commune observé en 2009.
- 25 Nous avons regroupé les communes par quintile selon la méthode suivante : les communes sont classées en fonction de leur revenu moyen, ensuite les communes sont regroupées en quintiles, chaque quintile reprenant le même nombre de communes.⁸

Tableau 1. Répartition de la population et des revenus par quintile de communes réparties sur base du revenu moyen par habitant (chaque quintile regroupe 20 % des communes) / Distribution of population and incomes by quintile of communes. The communes are distributed following the mean income per capita (each quintile include 20 % of the communes).

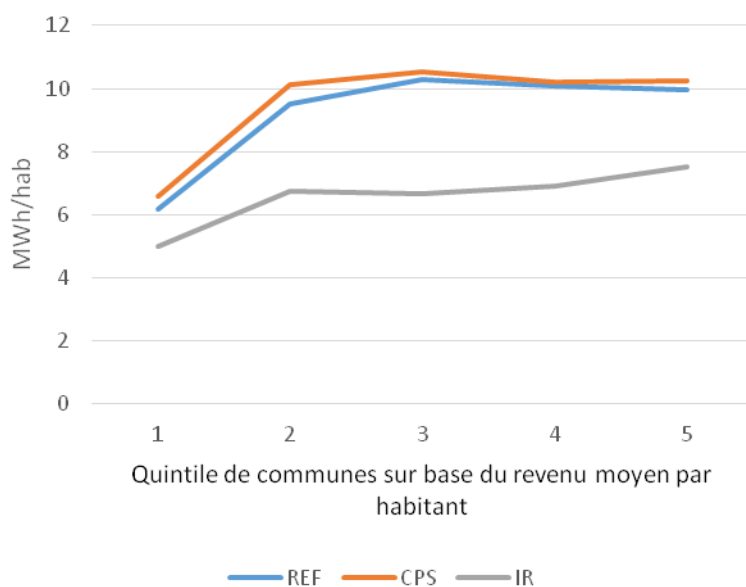
	Part de la population	Revenu moyen (Q1 =100)
Quintile 1	38 %	100
Quintile 2	16 %	122
Quintile 3	16 %	134
Quintile 4	13 %	150
Quintile 5	16 %	175

- 26 Il est évident que la population et les revenus ne sont pas équitablement répartis entre ces quintiles. Le tableau 1 présente la distribution de la population et du revenu communal entre ces quintiles en 2009. On constate que 38 % de la population wallonne résidait en 2009 dans

20 % des communes les plus pauvres. La plus grande part de ces communes sont urbaines et appartiennent au sillon de l'Entre Sambre et Meuse regroupant l'essentielle de l'activité industrielle passée et présente. Les communes appartenant aux deux derniers quintiles les plus riches ont un revenu moyen supérieur de 50 % et 75 % à celui du premier quintile. Ces communes sont aussi majoritairement périurbaines. Ces inégalités sont encore plus criantes lorsque l'on procède à une analyse par décile : 28 % de la population habite dans le décile le plus pauvre, contre 9 % dans le décile le plus riche, et le décile le plus riche est presque trois fois plus riche que le décile le plus pauvre (le revenu moyen communal est 193 % plus élevé dans le décile 10 que dans le décile 1).

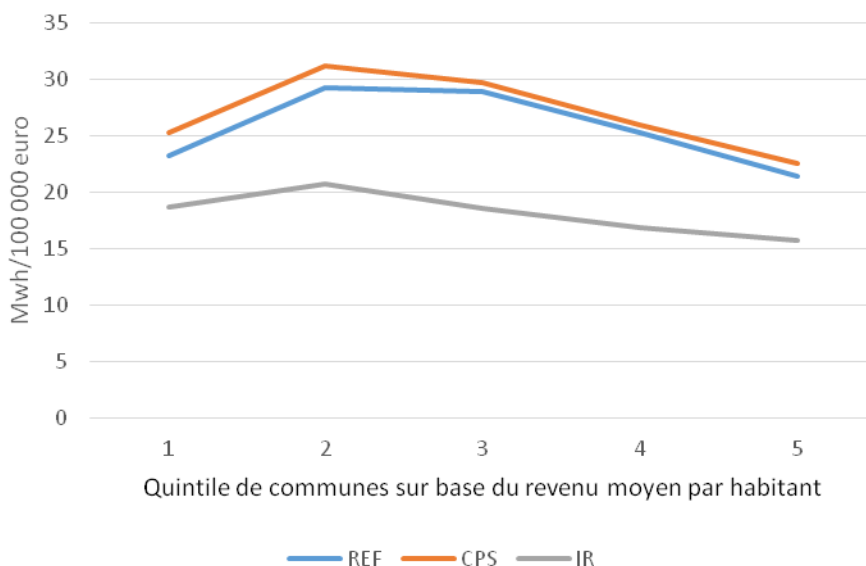
27 Quel est l'impact des deux scénarios sur les inégalités socio-énergétiques entre communes ? Les figures 1 et 2 permettent de répondre à cette question / Consommation d'énergie par habitant, par quintile de communes réparties sur base du revenu moyen par habitant.

Figure 1. Energy consumption per capita, by quintile of communes distributed following the mean income per capita.



28 La Figure 1 confirme un fait bien établi : la consommation d'énergie par habitant est croissante avec le revenu. Deux choses sont néanmoins frappantes : la hausse est surtout marquée entre les deux premiers quintiles et le schéma global est vrai quel que soit le scénario. Le scénario CPS se traduit par une hausse d'environ 1 point de pourcentage pour les deux premiers quintile, puis il diffère peu de REF pour les quintiles suivants. De son côté, IR montre une consommation plus faible pour tous les niveaux de revenu, par hypothèse (amélioration de l'efficacité énergétique pour tous les ménages de 30 %, sauf les ménages les plus pauvres), mais bien donc moins accentuée pour les communes les plus pauvres (-1 point de pourcentage pour le premier quintile contre -2,5 points pour le cinquième).

Figure 2. Indicateur socio-énergétique : consommation d'énergie rapportée au revenu, par quintile de communes sur base du revenu moyen par habitant / Socio-energetics indicator : energy consumption against the income, by quintile of communes distributed following the mean income per capita.

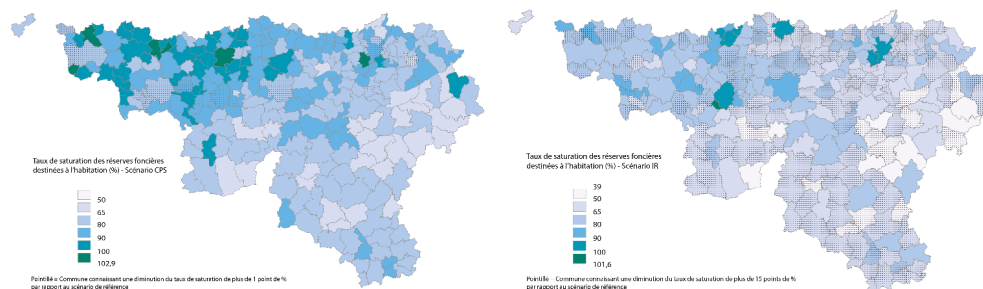


- 29 La Figure 2 offre une image différente en ramenant la consommation d'énergie au revenu moyen des communes. Elle révèle que le poids de l'énergie culmine pour le quintile 2 et qu'il décroît ensuite. Ceci reflète le fait que les communes les plus pauvres (les trois premiers quintiles) sont également les plus fragilisées du point de vue de leur approvisionnement énergétique. Cependant des différences importantes existent au sein de ces trois quintiles, le quintile trois est respectivement plus ou moins fragilisé que le premier quintile selon le scénario IR ou CPS (par rapport à REF). Ceci résulte des difficultés d'accès à la rénovation des communes à revenus moyens dans le scénario IR, mais aussi de la faible consommation initiale (contrainte par la précarité) du quintile le plus pauvre. Pour les quintiles 4 et 5, cette dépendance décroît rapidement. Là encore, le schéma reste le même quel que soit le scénario. CPS est très proche de REF. Par contre, IR s'avère plus égalitaire dans le sens où l'écart entre les classes est moindre. Il s'agit d'un effet contradictoire aux effets attendus puisque les communes riches consomment moins que les communes pauvres dans ce scénario. On peut y trouver un effet cumulé de la concentration spatiale des emplois et de la population rééquilibrant les consommations énergétiques entre les communes.

Les réserves foncières communales

- 30 La densification des pôles attractifs et la progression du front de périurbanisation prévues respectivement dans IR et CPS ont un impact évident sur les consommations énergétiques, sur l'emploi et sur les navettes, mais aussi sur l'usage des réserves foncières. Dans CPS, l'empreinte foncière des nouveaux logements augmente de 15 % par rapport à la moyenne des logements en 2009. Dans IR, les logements dans les communes bien équipées en gare voient leur empreinte foncière diminuer 20 % alors que l'empreinte foncière des autres communes augmente de 10 %. Ces hypothèses combinées aux hypothèses de localisation des emplois et des populations entraînent des taux de saturation⁹ très contrastés, ainsi que le montrent la figure 3.

Figure 3. Taux de saturation des réserves foncières destinées à l'habitat dans CPS (gauche) et IR (droite), exprimés en % des terrains urbanisables qui sont urbanisés / Saturation rate of land supply dedicated to residential function into CPS (left) and IR (right), expressed in percentage of urban development zone which are urbanized.



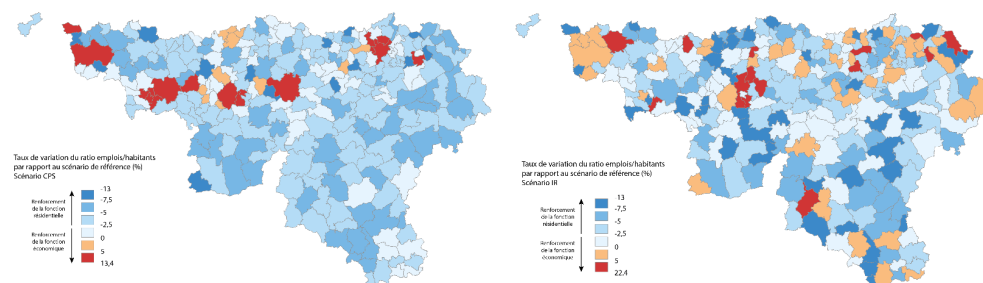
31 Deux renseignements majeurs peuvent être tirés de ces cartes :

- le scénario IR est plus économe en ressources foncières que le scénario CPS : on constate en particulier un véritable relâchement de la pression foncière hors des villes, et même une augmentation globale nette de la surface urbanisable non urbanisée (+33 % par rapport à REF) par effet de densification des zones déjà bâties (surtout celles des pôles attractifs),
- quel que soit le scénario, les territoires hennuyer et brabançon doivent faire face aux plus importantes pressions foncières. Il faut noter que la demande excédentaire de terrains constructibles (valeurs > 100) est compensée dans ces communes par une extension des zones constructibles. C'est un élément constitutif du scénario CPS qui donne une large liberté d'action aux communes, y compris en matière d'aménagement du territoire (révision unilatérale des plans de secteur), mais qui admet aussi une consommation élevée, voire un gaspillage des ressources.

32 Ces résultats démontrent que la saturation foncière varie fortement en fonction de la répartition et de l'organisation des activités sur le territoire. Par rapport à la situation actuelle, la géographie résidentielle est donc susceptible de changer selon le scénario considéré, ce qui est également le cas de celle de l'emploi. La manière dont toutes deux sont influencées par le contexte énergétique nous amène naturellement à une discussion sur la mixité fonctionnelle.

La mixité fonctionnelle

Figure 4. Rapport « emplois/habitants » dans les scénarios CPS et IR (en écart par rapport à REF) / Employment per habitants ratio into CPS and IR scenarios (wrt REF).



33 Une manière aisée d'exprimer la mixité fonctionnelle est de considérer le rapport entre le nombre d'emplois et le nombre d'habitants par commune (Pouyanne, 2006). Si cet indicateur se focalise sur les seuls volets résidentiel et économique, il a la qualité d'exprimer de manière simple l'importance respective de chaque fonction. La comparaison avec le scénario de référence montre, pour le scénario CPS, un processus de concentration des emplois, relativement à l'habitat, dans certains pôles d'activité existants (figure 4a). Ce changement s'opère aux dépens des zones périurbaines et rurales dont la fonction résidentielle se renforce, même si on constate un certain étalement des emplois et l'apparition de pôles secondaires dans les communes périurbaines. Dans le scénario IR (figure 4b), par contre, les changements sont

répartis autrement, plus éclatés, même si l'on constate également un basculement relatif des équilibres entre économie et habitat.

34 Pour mieux comprendre l'apport de l'évolution de la population résidente, d'une part, et du nombre d'emplois au lieu de travail, d'autre part, il est utile de décrire pas à pas la reconfiguration de la géographie de ces indicateurs à l'échelle de la Wallonie selon les deux scénarios.

35 En ce qui concerne les populations, la logique inhérente à CPS est un mouvement de l'urbain vers le périurbain et, dans une moindre mesure, vers le rural. Dans le scénario IR, par contre, la population est attirée par les pôles concentrant à la fois les équipements, les services et les réseaux de transport, ainsi que dans les communes bien équipées en gares ferroviaires ; par conséquent les autres communes perdent un cinquième de leur population.

36 En ce qui concerne les emplois, CPS génère davantage de nouveaux emplois dans les zones périurbaines et, dans une moindre mesure, rurales, et ce au détriment des zones agglomérées qui perdent de l'emploi (exception faite des emplois spécialisés fort dépendants des avantages d'une implantation urbaine). Si ces mouvements centrifuges sont moins vigoureux que ceux de la population, ils entraînent bel et bien à un étalement spatial de l'emploi. Le scénario IR, de son côté, implique des changements plus radicaux de la géographie de l'emploi qui se soldent par des contrastes plus marqués entre communes. L'emploi se trouve spatialement plus concentré, mais en un nombre plus important de pôles d'emploi que dans CPS.

Mobilité et temps de parcours

37 La mobilité se caractérise par les caractéristiques suivantes : une certaine configuration spatiale, différents motifs de déplacement, des modes de déplacements, des distances parcourues, de l'énergie consommée et des temps de parcours (Richardson, 2005). Dans le projet TE50, l'espace est la Wallonie, les motifs sont les déplacements domicile-travail et les autres motifs, les modes sont la route ou le rail. Distances parcourues, énergie et temps de parcours sont des résultantes. Lorsqu'on s'intéresse à l'aspect territorial, ce sont surtout les temps de parcours qui sont pertinents à analyser en tant qu'indicateurs d'une mobilité efficace et de la qualité de vie associée.

38 La détermination des trajets entre communes et le choix des modes de déplacement domicile-travail, et donc les temps de parcours associés, sont liés à la localisation des populations et des emplois ainsi qu'à la vitesse des réseaux de transport (Murphy, 2009). À ces égards, CPS et IR offrent des physionomies très différentes. Alors que CPS tend à disperser la population, IR tend à rapprocher les populations des centres urbains et péri-urbains. D'autre part, la vitesse commerciale relative du train, par rapport à la voiture, est supposée s'améliorer dans les deux scénarios, mais davantage dans IR (+20 %) que dans CPS (+10 %).

39 Les résultats sont donc contrastés entre les deux scénarios et relativement complexes à analyser. Un premier résultat est que les deux scénarios, de manière un peu inattendue, sont consommateurs de mobilité : les distances parcourues augmentent de 5,4 % pour CPS et de 4,1 % pour IR (par rapport à REF). Ces deux chiffres dissimulent un report modal important en faveur du train puisque les distances parcourues sur le rail doublent dans CPS et triplent dans IR. Ceci révèle que ces deux scénarios ne sont envisageables qu'à condition d'investir massivement dans ce réseau, ou dans des réseaux alternatifs plus efficaces que la voiture. Dans ces scénarios, le train étant plus rapide, ce report modal devrait mécaniquement provoquer, toutes choses égales par ailleurs, une réduction du temps de parcours moyen du même ordre de grandeur, ce qui est loin d'être le cas : +0,8 % pour CPS et -27 % pour IR. Autrement dit, les autres composantes des scénarios compensent presque intégralement l'amélioration de la vitesse dans CPS alors qu'elles la renforcent dans IR. Pour comprendre ce résultat, il est nécessaire d'appréhender les interactions entre localisations et choix modaux. La figure 5 fournit quelques clés.

Figure 5. Impact des scénarios sur les temps de parcours pour les déplacements domicile-travail par type de communes (en % par rapport à REF) / Impact of scenarios on the time's journey for work purposes by type of communes (as percentage value referred to REF).



40 Le scénario CPS se traduit par un faible rallongement du temps de parcours moyen par rapport au scénario de référence (+0,8 %). Cette augmentation concerne en fait exclusivement les pôles d'activité, à l'exception des pôles secondaires. La séparation accrue entre lieu de résidence et lieu de travail rallonge la durée moyenne des déplacements au point de compenser l'amélioration de la vitesse commerciale sur les réseaux ferroviaires. Ce résultat ne doit pas oblitérer le fait que le temps de parcours est réduit dans les pôles secondaires et les communes qui ne sont pas des pôles, ce qui concerne 66 % de la population wallonne. Autrement dit, même si la durée de la navette moyenne ne change guère dans CPS, elle est cependant réduite de 2 % pour 66 % de la population, celle qui est localisée hors des pôles principaux.

41 Cette diminution dans les communes hors pôles peut s'expliquer à la fois par un déplacement des emplois vers les communes périphériques, ce qui diminue les distances à parcourir, et par de meilleures connexions entre modes, c'est-à-dire davantage de changements modaux au cours d'un trajet. De tels changements ne seront possibles qu'au prix d'une amélioration des infrastructures intermodales.

42 Le scénario IR, de son côté, se traduit par une réduction très sensible du temps de parcours moyen (-27 %), et ce quel que soit le type de commune (voir Figure 5). Trois ingrédients sont à considérer. La vitesse commerciale du train étant améliorée de 20 % (contre 10 % dans CPS), le temps moyen est plus faible, toutes choses égales par ailleurs. Puisque le train est plus rapide, il attire davantage de voyageurs à la recherche d'un mode de déplacement rapide. Le report modal est donc encore plus important que dans CPS (triplement du trafic sur le rail). Les temps de parcours moyens diminuent en conséquence. En outre, les hypothèses de localisation des populations dans les pôles ont pour conséquence de supprimer les navettes domicile-travail les plus longues, et donc aussi celles qui prenaient probablement la voiture par absence de gare dans ces communes. On a donc ici une combinaison de facteurs inhérents à la qualité du réseau, à la localisation des populations et des activités, et à l'accès à ce réseau (présence de gares). Le fait que la réduction la plus prononcée des durées de trajets concerne les pôles majeurs et les communes hors pôle révèle bien l'importance de cet effet de balancier : avoir moins de navettes longues et davantage de navettes courtes, même si les distances totales restent *grosso modo* les mêmes, est bénéfique du point de vue énergétique (-24 % par rapport à REF) et du point de vue du confort de vie (réduction de la durée de la navette domicile-travail de 26 % pour 58 % des wallons).

Conclusion

43 Anticiper les avenir possibles pour mieux s'y préparer : tel est le but principal d'un exercice prospectif (Le Gallic et al., 2014). Il est donc indispensable d'identifier les enjeux

à long terme et les problématiques porteuses de changement dans le but de mettre en place une stratégie proactive efficace. Dans cet article, nous nous sommes concentrés sur l'un des enjeux majeurs pour la Wallonie (parmi ceux, nombreux, associés à la transition énergétique), les risques de fragmentation territoriale. Plusieurs indicateurs ont permis de mesurer cet enjeu. Les différents indicateurs socio-énergétiques, de ressources foncières, de mixité fonctionnelle et de temps de parcours entre domicile et lieu de travail mettent tous en évidence des déséquilibres territoriaux qui se répartissent de manière différente selon le scénario considéré. Ces déséquilibres peuvent susciter une stratégie de développement territorial orientée vers la transition énergétique. Ils mettent également en lumière la difficulté d'appréhender les impacts d'un processus polymorphe tel que la transition énergétique. Parmi toutes les perspectives d'études envisagées, celles associées aux effets localisés de la transition énergétique apparaissent particulièrement pertinentes, surtout lorsqu'elles sont associées aux tendances lourdes en Wallonie, comme par exemple le développement des maisons quatre façades ou le vieillissement de la population. La méthodologie TE50 est particulièrement adaptée pour évaluer leurs évolutions futures possibles et leurs interactions avec les défis soulevés par la transition énergétique.

Remerciements

44 Ce projet a été financé par la CPDT en tant que Projet d'Initiative sur la période 2009 - 2014. Outre les auteurs de cet article, les chercheurs suivants ont également contribué à la recherche : Cédric Bazet-Simoni, Marc Nielsen, Dominique Peeters et Véronique Rousseaux. Ce projet s'est en outre appuyé sur un projet CPDT antérieur relatif aux effets du pic pétrolier sur le territoire wallon, voir le rapport final CPDT (<http://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/cpdt-15-rapport.pdf>) et la synthèse proposée par Bazet-Simoni *et al.* (2011). Les auteurs souhaitent remercier les membres du GPS, à savoir : Emilie Jennes (IDEA), Sarah Piccirilli (DGO4 énergie), Aurélie Cuvelier (AWAC), Dominique Simon (DGO4-énergie), Yves Marenne (ICEDD), Pascal Vermeulen (CLIMACT), Jean-Luc Guyot (IWEPS) et Jérôme Meesen (CLIMACT). Un remerciement tout particulier va à Michaël Van Cutsem (Institut Destrée) pour l'animation du GPS.

Bibliographie

Bazet-Simoni, C., Th. Bréchet, P. Obsomer, Quadu F. et V. Rousseaux, 2011, Face à l'épuisement du pétrole, quel rôle pour l'aménagement du territoire en Wallonie ?, *Regards Economiques*, n° 87, [En ligne] URL : http://www.regards-economiques.be/index.php?option=com_reco&view=article&cid=98. Consulté le 26 mai 2015.

Bréchet, T., C. Dessouroux, F. Quadu, V. Rousseaux et S. Verelst, 2014, *Territoire et énergie 2050, Rapport final*, CPDT, [En ligne] URL : <http://cpdt.wallonie.be/recherches/finalisees/annee-2013-2014/territoire-et-energie-2050-ri1>. Consulté le 26 mai 2015.

Bridge, G., S. Bouzarovski, M. Bradshaw et N. Eyre, 2013, Geographies of energy transition : Space, place and the low-carbon economy, *Energy Policy*, 53, pp. 331-340.

Chabrol, M. et L. Grasland, 2015, Consommation énergétique et extension urbaine. Analyse d'une relation préalable à la mise en œuvre de la transition énergétique dans les territoires, In H.-J. Scarwell, D. Leducq et A. Groux (Eds.), *Réussir la transition énergétique Quelles dynamiques de changement*, Lille, Presse Universitaire du Septentrion, pp. 363-374.

Commission européenne, 2015, *La Commission donne le coup d'envoi des travaux sur l'Union de l'énergie, Communiqué de presse*, Mis à jour le 12/02/2015, [En ligne] URL : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-4103_fr.htm. Consulté le 25 avril 2015

de Jouvenel, H., 2004, *An Invitation to Foresight*, Édition Futuribles, coll. Perspectives, Paris, 88 p., [En ligne] URL : <https://www.futuribles.com/fr/qui-sommes-nous/comprendre-la-prospective/la-demarche-prospective>. Consulté le 26 mai 2015.

Fournier, J.-M. et B. Raoulx, 2003, La géographie sociale, géographie des inégalités, *Espaces et sociétés*, 20, pp. 25-32.

- Le Gallic, T., E. Assoumou, N. Maïzi et P. Strosser, 2014, Les exercices de prospective énergétique à l'épreuve des mutations des modes de vie, *Vertigo - La Revue Électronique En Sciences de L'environnement*, vol. 14, 3, [En ligne] URL : <http://vertigo.revues.org/15635>, Consulté le 26 mai 2015.
- Mc Kay, D., 2008, *Sustainable Energy – without the hot air*, Cambridge, UIT, 383 p.
- Miller, C., J. O'Leary, E. Graffy, E. Stechel et G. Dirks, 2015, Narrative futures and the governance of energy transitions, *Futures* (in press).
- Murphy, E., 2009, Excess commuting and modal choice, *Transportation Research Part A*, vol. 43, 8, pp. 735-743.
- Navez-Bouchanine, F. (dir.), 2002, La fragmentation en question : des villes entre fragmentation spatiale et fragmentation sociale ?, Paris, L'Harmattan, 411 p.
- Pouyanne, G., 2006, Land use mix and daily mobility the case of Bordeaux, *The Italian Journal of Regional Science*, vol. 5, 3, pp. 5–23.
- Richardson, B.C., 2005, Sustainable transport : Analysis frameworks, *Journal of Transport Geography*, vol. 13, 1, pp. 29–39.
- Solomon, B.D. et K. Krishna, 2011, The coming sustainable energy transition : History, strategies, and outlook, *Energy Policy*, vol. 39, 11, pp. 7422–7431.

Annexe

Méthodologie et scénario

Le projet de recherche dont est issu cet article a nécessité un aller-retour entre des approches qualitatives et quantitatives. L'annexe présente la méthode qualitative utilisée pour écrire les scénarios et la quantification de ceux-ci. Trois outils conceptuels ont été utilisés pour construire les scénarios : les leviers, les macrovariables et les microvariables. Les leviers articulent la narration autour de trois thèmes : énergie, ressources et gouvernance. Les macrovariables représentent les caractéristiques sectorielles des scénarios. Les microvariables sont des indicateurs chiffrés associés à ces macrovariables. Les leviers ont été utilisés pour articuler la narration des scénarios. Le levier énergie caractérise l'état du système énergétique (production, consommation, transport, stockage, disponibilité). Il peut prendre trois états. Le premier état est caractérisé par une énergie globalement accessible suite à une diminution des tensions énergétiques. Le second état a une part d'énergie fossile faible, mais la production d'électricité coûte cher et crée donc de fortes tensions. Le troisième état du levier énergie est une forte décentralisation des modes de production et de consommation ainsi qu'une forte amélioration de l'efficacité énergétique. Le levier ressource caractérise le niveau d'utilisation des ressources naturelles et foncières. L'état de ce levier est soit caractérisé par une utilisation maximale des ressources selon leur potentiel physique et naturel et de fortes complémentarités spatiales des activités, soit par une utilisation gaspillée, avec pour seul critère le confort individuel, et peu de complémentarité spatiale. Le dernier levier caractérise les modes de gouvernances girondins ou jacobins. La gouvernance « jacobine » postule un pouvoir central fort qui exerce ses compétences à l'ensemble des niveaux de pouvoir et dans l'ensemble des secteurs. La région contribue à rééquilibrer les territoires communaux. La gouvernance « girondine » suppose une économie communale plus étendue avec un pouvoir central plus effacé. Les communes défendent leurs intérêts économiques et énergétiques propres.

Une fois ces leviers définis, 6 combinaisons parmi les 18 possibles ont été sélectionnées pour rédiger les scénarios. Pour ces six scénarios, une brève description a été écrite sur base des leviers. Ensuite, l'état des macrovariables est décrit qualitativement et ensuite quantitativement. Les scénarios sont caractérisés par douze macro-variables de nature semi-qualitatives, chacune prenant un état différent selon le scénario. Ensuite, ces macro-variables sont décomposées en micro-variables quantitatives, au nombre d'une trentaine par commune.

Les macro-variables sont de type économique (activités économiques, emplois), énergétique (consommations spécifiques...), productif (productions énergétiques, agricoles et sylvicoles...) ou structurel (populations, empreintes foncières, densités...). Leur état est d'abord décrit de manière tendancielle par rapport à 2009, ce qui donne une situation de référence en 2050, dénommée « REF ». Celle-ci est caractérisée par plusieurs hypothèses tendanciennes, dont une augmentation globale de la population de 15,3 %. Les micro-variables sont des indicateurs spécifiques permettant de réaliser le lien entre les scénarios et le système MILES. Parmi celles-ci, on retrouve l'évolution du nombre d'emplois et d'habitants par commune, la consommation de chauffage et l'empreinte foncière des logements, ou encore la vitesse et la consommation spécifique des réseaux. Dans les scénarios, les micro-variables sont quantifiées afin de traduire l'état des macro-variables en paramètres du système MILES. Cette quantification est exprimée en différence par rapport à REF et déclinée selon une typologie

éventuellement propre à chaque scénario. Ce sont donc toujours les écarts relatifs qui importent dans l'analyse des scénarios, pas les niveaux absolus.

Tableau 2. Les macro-variables, les micro-variables et les hypothèses de quantifications réalisées dans les scénarios (Source : article à paraître dans *Regards Economiques*).

Macro-variable	Micro-variable	CPS	IR
MV1 - Population	Localisation des habitants	Villes : -15 % ; Périurbain et petites villes : 10 % ; Rural et rural forestier : 5 %	Pôles attractifs : 15 % ; Communes bien équipées en gares : 5 % ; solde : -21,6 %
MV3 - Économie résidentielle (E1)	Emploi résidentiel	Transfert sectoriel : 0.7 % ; Villes : -10 % ; Périurbain et petites villes : 10 % ; Banlieue, rural et rural forestier : +1 %	Pôles attractifs : 15 % ; Communes bien équipées en gares : 5 % ; solde : -33 %
MV4 - Économie tertiaire non résidentielle (E2)	Emploi tertiaire	Transfert sectoriel : 0.7 % ; Pôles attractifs : 5 % ; Solde : -6 %	Pôles d'activités : 20 % ; Solde : -3 %
MV5 - Activité industrielle (E3)	Emplois industriels	Transfert sectoriel : -4 % ; Zones en « déclin industriel » : -6 % ; Pôles industriels : 5 % ; Solde : 5 %	Pôles d'activités : 30 % ; Solde : -6 %
	Consommation énergétique des emplois industriels	10 %	-70 %
MV6 - Activité logistique (E4)	Emploi logistique	Transfert sectoriel : 0.7 % ; Petites villes et banlieue : 5 % ; Périurbain : 2 % ; Solde : -4 %	communes équipées d'échangeurs : -20 % ; Communes équipées en gares ou voies d'eau : 5 % ; solde : -33 %
	Consommation énergétique des emplois logistique	10 %	20 %
MV7 - Disponibilité du foncier	ZU	si Zone agricole > 5 % : +5 point de pourcent	
MV8 - Densité de la population	Empreinte foncière par ancien logement		Commune bien équipée en gare : -20 % Solde 10 %
	Empreinte foncière par nouveau logement	15 %	Commune bien équipée en gare : -20 % Solde : 10 %
MV9 - Consommation énergétique des bâtiments	Consommation énergétique par ancien logement	Urbain riche : 5 % ; Urbain pauvre : 15 % ; Non-urbain riche : 5 % ; Non-urbain pauvre : 10 %	Communes riches : -30 %
	Consommation énergétique par nouveaux logements	5 %	Communes riches : -30 %
MV10 - Efficacité des modes de déplacements	Consommation énergétique du train	10 %	
	Consommation énergétique de la voiture	10 %	
	Vitesse voiture	-10 %	-20 %
	% de voiture électrique	5 %	50 %
MV11 - Productions agricoles et sylvicoles	Rendements agricoles	5 %	Régions limoneuse et sablo-limoneuse : 15 %
	Rendements sylvicoles	5 %	Communes avec biomasse : -20 %
	Photovoltaïque		55 % du potentiel

Notes

1 Bréchet et al. 2014, Un résumé est publié dans la Lettre de la CPDT n° 37, novembre 2014, accessible sur le site <http://cpdt.wallonie.be/publications#filter=.lettrecpdt>.

2 Les scénarios sont décrits en détail à l'annexe 2 du rapport de recherche « Territoire et énergie 2050 » (Bréchet et al., 2014).

3 Le lecteur intéressé par les apports qualitatifs de l'approche par scénarios pourra se reporter à Miller et al. (2015).

4 Le lecteur intéressé par la démarche prospective pourra se reporter à de Jouvenel (2004).

5 Nous minimiserons donc ici les enjeux liés à l'énergie ; le lecteur peut se reporter à l'annexe 4 du rapport final ou à l'article à paraître dans *Regards Economiques*.

6 Pour une discussion des relations entre consommation énergétique et fragmentation des territoires à l'échelle infra-communale, le lecteur pourra se référer à Chabrol et Grasland (2015) « Consommation

énergétique et extension urbaine Analyse d'une relation préalable à la mise en œuvre de la transition énergétique dans les territoires ».

7 Il est important de rappeler qu'avant même que les scénarios ne changent la configuration spatiale, le territoire wallon était déjà fortement différencié en termes de concentration de l'emploi, de la densité du bâti, des consommations énergétiques. Les scénarios constituent des variantes accentuant ou diminuant ces disparités à l'horizon 2050.

8 La Wallonie compte 262 communes. 262/5 = cinq classes comptant cinquante-deux communes chacune. Il reste donc deux communes surnuméraires, elles sont imputées au quintile 5.

9 Le taux de saturation foncière est la part des terrains disponibles en 2009 qui est occupée par une habitation en 2050. Les terrains considérés comme constructibles sont l'ensemble des zones destinées à l'urbanisation et des ZACC qu'ils soient construits ou non excepté les zones d'exclusions.

Pour citer cet article

Référence électronique

Thierry Bréchet, Christian Dessouroux, Fiorella Quadu et Simon Verelst, « Transition énergétique et fragmentation territoriale : une analyse prospective appliquée à la Wallonie », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 3 | 2015, mis en ligne le 28 décembre 2015, consulté le 10 février 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16778> ; DOI : 10.4000/vertigo.16778

À propos des auteurs

Thierry Bréchet

Professeur en Économie, CORE et Louvain School of Management, Chaire Lhoist Berghmans « Entreprise, Économie, Environnement », Université catholique de Louvain, Belgique, courriel : thierry.brechet@uclouvain.be

Christian Dessouroux

Dr. en Géographie, IGEAT, Université libre de Bruxelles, Belgique

Fiorella Quadu

Ingénieure Agronome, CREAT, Université catholique de Louvain, Belgique

Simon Verelst

Géographe, CORE et Chaire Lhoist Berghmans « Entreprise, Économie, Environnement », Université catholique de Louvain, Belgique

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

La transition énergétique consiste à passer de sources de production d'énergie polluantes et épuisables à des sources moins polluantes et durables, mais aussi à passer à une consommation parcimonieuse de l'énergie. Cette transition est l'un des défis majeurs dans les années à venir. Cet article s'intéresse à la dimension territoriale de cette transition. À l'aide d'une méthode prospective à la fois qualitative et quantitative, il cherche à donner un visage au processus de fragmentation territoriale, sociale ou économique dans le contexte d'une transition énergétique à l'horizon 2050. La question traitée dans cet article est la suivante : la transition va-t-elle exacerber les inégalités socio-énergétiques entre les communes wallonnes ? Représente-t-elle un risque ou, au contraire, une opportunité pour la cohésion territoriale ?

Energy transition consists in a shift from polluting and exhaustible resources to clean and renewable ones, but also in a move towards energy parsimony. This transition is one of the major challenges our economies face today. In this paper we are interested in the territorial impacts of such a transition. We develop a prospective method, combining a qualitative

approach with a quantitative model, to address the following questions : would the energy transition make territorial discrepancy sharper ? Is it a threat to or an opportunity for territorial cohesion ?

Entrées d'index

Mots-clés : aménagement du territoire, transition énergétique, fragmentation, prospective

Keywords : spatial planning, energy transition, fragmentation, prospective

Lieux d'étude : Europe