

## Chapitre IV : RECHERCHES

### 1. STRUCTURATION DU TERRITOIRE POUR REpondre AUX OBJECTIFS DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (THEME 2)

#### 1.1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA MISSION

L'objectif principal de la recherche était de produire des analyses chiffrées et des indicateurs quant à l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) de différents scénarii en matière d'occupation du sol, en particulier d'urbanisation, et de politique de mobilité. Différentes formes de structuration du territoire faisant intervenir la densité du bâti sont susceptibles d'influencer les consommations énergétiques et leurs modes d'usage, tout en générant divers impacts environnementaux. Les résultats devaient alimenter les démarches d'actualisation du SDER et d'élaboration du Plan air-climat-énergie qui seront prochainement mis en œuvre par le Gouvernement pour apporter une réponse efficace aux défis climatiques (environnementaux), énergétiques et de mobilité.

#### 1.2. APERÇU GENERAL DU DEROULEMENT DES TRAVAUX

Après l'identification des variables structurantes en matière de consommation énergétique et d'émissions de GES des déplacements domicile-travail et du bâti résidentiel lors de la subvention 2009-2010, la deuxième année de subvention a permis de développer deux axes de recherche principaux :

1. Analyse de différents scénarii spatialisés en matière d'évolution du territoire à l'horizon 2040. Ces scénarios se sont basés sur des stratégies assez différenciées en matière d'aménagement territorial, depuis le scénario au fil de l'eau jusqu'au scénario très volontariste de la ville compacte;
2. Evaluation de l'impact de ces différents scénarios en matière d'émissions de GES sur base des conclusions issues de la première année de recherche et d'analyses statistiques.

Pour ce faire, les tâches suivantes ont été menées à bien:

##### Tâche 1 – Finalisation/validation des modèles mobilité et bâti

- Finalisation du modèle bâti (cadastre des émissions de GES) sur base de l'exploitation des données cadastrales couvrant l'ensemble du territoire régional;
- Finalisation des analyses de régression relatives à l'identification de variables territoriales structurantes en matière d'émissions de GES;
- Intégration des modèles bâti et mobilité au sein d'un même code de calcul.

##### Tâche 2 – Elaboration de scénarii en matière de structuration du territoire

- Identification de formes urbaines présentant des performances semblables en termes d'émissions de GES sur base d'analyses statistiques (*hierarchical clustering*);
- Définition de scénarii de structuration du territoire sur base de quatre modèles de ville (métropole, diffuse, compacte et polycentrique);
- Définition d'un scénario de référence sur base des prévisions démographiques du Bureau Fédéral du Plan.

**Tâche 3** – Evaluation de l'impact de différents scénarii de structure territoriale en matière d'émissions de GES.

- Implémentation des scénarii retenus lors de la tâche 2 selon diverses hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi à l'horizon 2040 au sein des formes urbaines ;
- Estimation statistique des émissions de GES des déplacements domicile-travail sur base de trois variables structurantes : densité, mixité et proximité à l'emploi ;
- Estimation des gains théoriques réalisables en matière de distances domicile travail à travers un modèle type *Minimum Commuting Distance*.

**Tâche 4** – Rédaction du rapport final

- Rédaction du rapport final
- Préparation d'un article scientifique en cours de soumission dans la revue scientifique internationale *International Journal of Sustainable Transportation*

### 1.3. PRINCIPAUX RESULTATS

À travers le cadastre des émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail, il apparaît que la structure du territoire constitue un facteur explicatif majeur pour l'interprétation des performances environnementales des déplacements des travailleurs. La moyenne régionale des émissions de GES s'élève à 2,5 kg équivalents CO<sub>2</sub> par trajet et par navetteur. On constate de bonnes performances dans les communes les plus peuplées du sillon wallon. Les communes qui accusent les moins bonnes performances sont généralement situées dans les espaces « périphériques » ou « ruraux » moins peuplés de Wallonie et éloignés des pôles d'emplois principaux. Entre 1991 et 2001, on observe une augmentation de 16 % de la moyenne des distances parcourues pour les déplacements domicile-travail. Cette évolution, couplée avec l'augmentation généralisée de l'utilisation de la voiture, se solde par une augmentation des émissions de GES par navetteur de 20%.

L'élaboration du cadastre des consommations énergétiques du bâti résidentiel met en évidence que les émissions de GES sont essentiellement influencées par des variables liées à la qualité de l'enveloppe des bâtiments, à la morphologie urbaine et à la localisation (effet climatique). Ainsi, les grandes villes du sillon wallon conservent de bonnes performances énergétiques, malgré l'ancienneté du bâti, et cela grâce au taux élevé de mitoyenneté qui caractérise les tissus urbains denses. Les consommations moyennes du bâti résidentiel étudié sont estimées à 350 kWh/m<sup>2</sup>.an, ce qui est considérable lorsque l'on compare ces chiffres avec ceux des pays voisins. De manière générale, les performances énergétiques du bâti décroissent logiquement avec l'âge et le taux de mitoyenneté. Par ailleurs, ce cadastre ne tient pas compte, entre autres, de la température interne de consigne et de la période de chauffe.

Les analyses de régression linéaire démontrent l'existence d'un lien fort entre structuration du territoire et émissions de GES. Une part importante (47,6 %) des émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail s'explique par la proximité à l'emploi, la densité de population et la mixité fonctionnelle. Le mode de transport utilisé est une variable permettant peu d'expliquer les émissions de GES. Ce qui importe davantage est la distance parcourue. Par ailleurs, près d'un tiers (23,9 %) des émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail s'explique par des variables socio-économiques. Le niveau d'éducation, considéré comme un *proxy* du revenu, le nombre de véhicules personnels par logement et le nombre de couples avec un ou plusieurs enfants apparaissent comme des variables explicatives fortes des émissions de GES.

Les modèles d'équations structurelles établis mettent en lumière la nature des relations qui existent entre les variables territoriales et les variables socio-économiques ainsi que leurs effets sur les émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail. L'influence directe du statut socio-économique sur les émissions de GES est généralement faible comparée à celle de l'occupation du sol. Le statut socio-économique a un impact davantage indirect sur les émissions de GES. À l'échelle de la Wallonie, un statut socio-économique élevé est associé à une faible intensité d'occupation du sol, ce qui a pour effet de contribuer aux émissions de GES.

Somme toute, ce qui importe pour réduire les émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail n'est pas tant la densité en tant que telle mais bien ce qui l'accompagne. Dans cette étude, il s'agit de la mixité fonctionnelle et de la proximité à l'emploi. Dès lors, densifier en suivant le principe d'intensité d'utilisation du sol apparaît comme étant un levier majeur de la structure du territoire permettant de réduire de manière significative les émissions de GES liées aux déplacements domicile-travail. Des nuances doivent néanmoins être apportées à ce constat selon la densité d'activité humaine nette (DAHN) de la région concernée.

Dans les zones où la densité d'activité humaine nette est forte (>45 hab.+empl./ha), plus le statut socio-économique est élevé, plus l'intensité d'occupation du sol a tendance à être faible et plus les émissions de GES sont élevées. Dans les zones où la densité d'activité humaine nette est faible (<45 hab.+empl./ha), un statut socio-économique élevé a tendance à être associé à une forte intensité d'occupation du sol, ce qui a pour conséquence de diminuer les émissions de GES. Ceci suggère donc qu'un seuil de densité existe au-delà duquel l'intensité de l'occupation du sol devient moins attrayante pour les populations ayant un statut socio-économique élevé. Une augmentation de la densité n'aura donc pas d'effet « mécanique » sur les émissions de GES, si elle n'est pas accompagnée de mesures contraignantes dans la périphérie.

La construction de scénarii prospectifs à l'horizon 2040 a permis d'envisager les futurs possibles en termes de structuration du territoire et leurs impacts sur les émissions de GES des déplacements domicile-travail. Une première approche met en évidence une très forte augmentation des émissions de GES (+75 %) si la tendance des comportements de mobilité observés entre 1991 et 2001 se poursuit de manière linéaire. Dans ce cas, un scénario de concentration de la population attendue d'ici 2040 dans les entités qui présentent une distance moyenne domicile-travail inférieure à la moyenne régionale prévoit près de 5% d'émissions de GES en moins comparé au scénario tendanciel.

Une deuxième approche envisage une réorganisation de la structure du territoire dans son ensemble à travers une meilleure adéquation entre localisation de la population et des emplois. Quatre modèles de villes sont envisagés sur base du croisement des axes concentration *versus* déconcentration des lieux de résidence et d'emploi : ville métropole, ville diffuse, ville compacte et ville polycentrique. En termes d'émissions par travailleur et par trajet, on remarque que la structure héritée du territoire a un poids non négligeable. Malgré une remobilisation des habitants et de l'emploi pouvant atteindre près de 50 % du total des effectifs attendus en 2040 dans le cas de la ville diffuse, la tendance générale des émissions par travailleur reste quasi inchangée : les bonnes performances s'observent toujours dans les milieux historiquement denses, au détriment des zones périphériques et rurales.

Cependant, en termes d'émissions totales, les différents scénarii de configuration territoriale étudiés laissent apparaître des impacts différenciés sur les émissions de GES. Les scénarii de la ville métropole et de la ville diffuse engendrent de fortes augmentations des émissions pour la majorité des anciennes communes wallonnes. Les scénarii de la ville compacte et de la ville polycentrique mettent en évidence de nombreuses diminutions des émissions sur une part importante du territoire.

À l'échelle de la région, le scénario de la ville diffuse est le plus émetteur. Les émissions de GES des déplacements domicile-travail augmentent de 35 % entre 2001 et 2040. À l'opposé, le scénario de la ville compacte accuse la plus faible augmentation de GES : 17,1 %. Ce scénario est suivi de près par celui de la ville polycentrique : 18,9 % d'émissions de GES supplémentaires à l'horizon 2040.

La ville diffuse est la plus émettrice car le scénario prévoit qu'une part importante de la population des pôles primaires et secondaires migre dans les zones périurbaines et rurales. Bien que cette migration soit couplée avec une délocalisation de l'emploi, le ratio population/emploi des zones d'accueil reste malgré tout plus faible que dans les zones d'origine, ce qui a pour conséquence d'augmenter très fortement les émissions totales. La ville métropole présente des émissions supérieures au scénario de référence car le scénario envisage une centralisation de l'emploi dans les pôles primaires du territoire, couplée à une décentralisation de l'habitat à l'échelle régionale. Cela se traduit par une augmentation des émissions quasi généralisée sur l'ensemble du territoire.

La ville polycentrique est moins émettrice que le scénario de référence suite à un renforcement des pôles primaires et secondaires du territoire et une meilleure adéquation entre localisation des emplois et de l'habitat. Cela se traduit spatialement par un maillage de pôles suffisamment dense permettant de limiter les déplacements domicile-travail et donc les émissions de GES. La ville compacte est le modèle de ville le moins émetteur de par la centralisation des lieux de résidence et d'emploi dans les pôles primaires et leur périphérie, ainsi que dans certains pôles secondaires, ce qui offre à la majeure partie des travailleurs des opportunités d'emplois dans un rayon ne dépassant pas les 25 km.

Dans le cas du scénario de la ville compacte, l'application de telles densités impliquerait une réorganisation profonde de la structure du territoire assez contraignante étant donné qu'il suppose la limitation de tout développement en dehors des grands pôles d'emplois actuels. Par contre, le scénario de la ville polycentrique semble offrir un meilleur compromis car il se base essentiellement sur un renforcement accru des pôles secondaires, bien répartis sur l'ensemble du territoire (un pôle tous les 10 à 20 km).

Notons que ces scénarios supposent implicitement une augmentation de la mobilité résidentielle et une meilleure adéquation entre localisation des emplois et des actifs aptes à occuper ces emplois. Par ailleurs, ils n'intègrent pas certaines évolutions prévisibles susceptibles d'impacter les consommations et les émissions, telles que l'évolution des émissions spécifiques des modes de transports et des parts modales et les contraintes urbanistiques (disponibilités au plan de secteur).

Finalement, cette recherche démontre qu'une réduction des émissions de GES est envisageable dans les domaines de la mobilité et du bâti. La Wallonie est de fait caractérisée par une forte périurbanisation combinée à un très faible recyclage du stock bâti. Ces caractéristiques structurelles du territoire imposent aujourd'hui de formuler des réponses adaptées à différents types d'urbanisation. En outre, il apparaît que les émissions de GES liées au transport et au bâti ne peuvent être interprétées ni *a fortiori* infléchies sans une réflexion de nature territoriale.

#### 1.4. LISTE DES ANNEXES

Deux documents sont annexés (dossier GES) :

- Annexe IV.1.1 : Rapport complet subvention 2010-2011 (98 p.)  
Fichier : CPDT\_rapport-final\_Oct-2011\_Annexe-4-1-1\_Rapport\_complet.pdf
- Annexe IV.1.2 : Article à soumettre dans *International Journal of Sustainable Transportation* (14 p.)  
Fichier : CPDT\_rapport-final\_Oct-2011\_Annexe-4-1-2\_Article.pdf

## **1.5. EQUIPE**

2009-2010 : Sébastien Dujardin, France-Laure Labeeuw, Eric Melin, François Pirart (Lepur/ULg),

2010-2011 : Florence Brevers, Sébastien Dujardin, François Pirart (Lepur/ULg),  
sous la direction scientifique de Jacques teller (Lepur/ULg)