

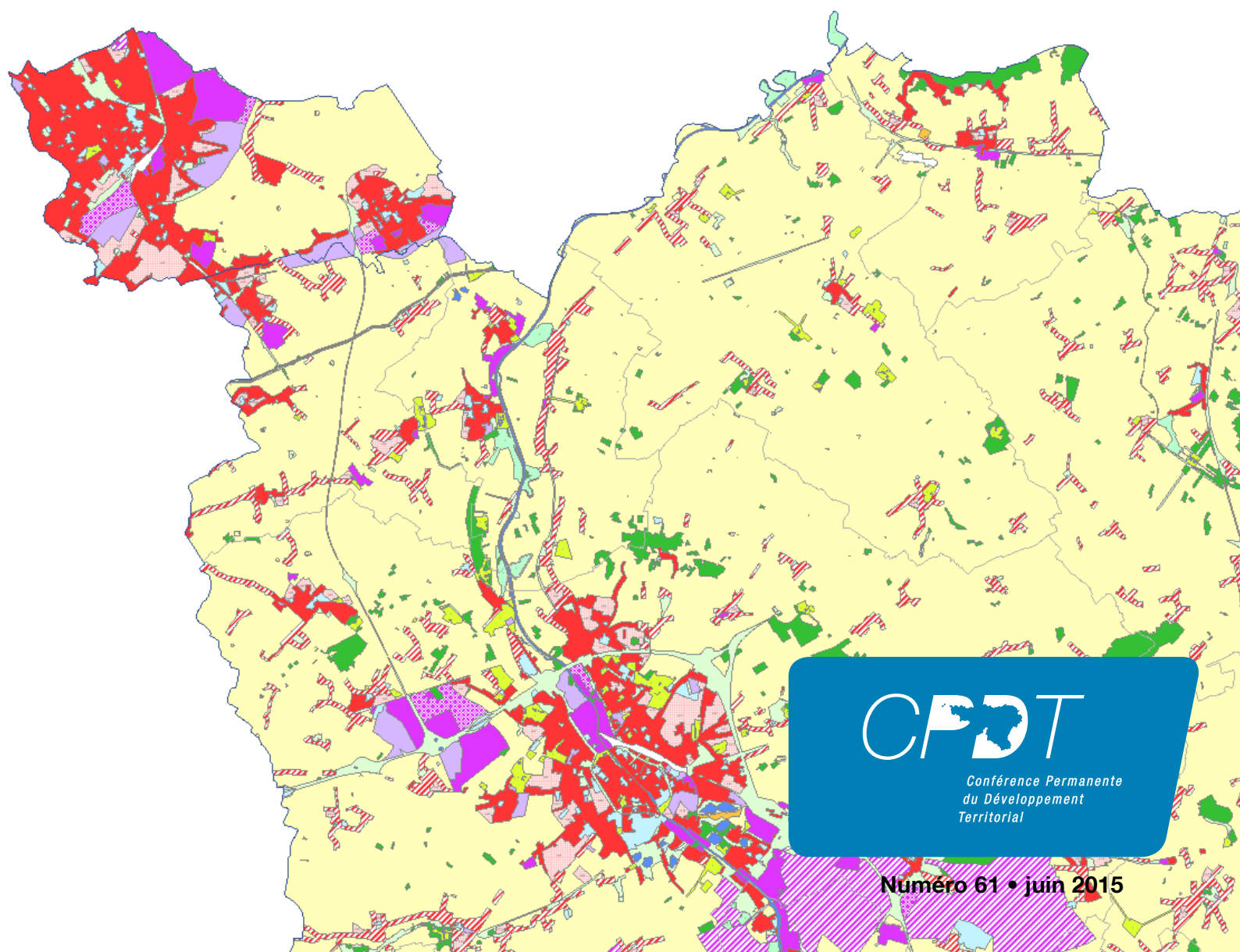
Notes de recherche



Vers un plan de secteur durable

INDICE DE DURABILITÉ RÉSIDENTIELLE : ANALYSE MULTI-CRITÈRE

Q. Jungers, A. Leclercq, P. Neri, J. Radoux, F. Waldner
Sous la direction scientifique de P. Defourny



CPDT

Conférence Permanente
du Développement
Territorial

Número 61 • juin 2015

Chercheurs: *Quentin Jungers (ELI-UCL-Géomatique), Alexandre Leclercq (CREAT-UCL), Pierre Neri (CREAT-UCL), Julien Radoux (ELI-UCL-Géomatique), François Waldner (ELI-UCL-Géomatique)*

Responsable scientifique: *Pierre Defourny (ELI-UCL-Géomatique).*

Photo de couverture: *CREAT-UCL (Plan de secteur et orthophotoplans, SPW-DGO4 2013)*

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	4
2.	OFFRE QUALITATIVE EN LOGEMENT : MODÈLE D'APTITUDE	5
	2.1. LES CONTRAINTES D'EXCLUSION	5
	2.2. LES FACTEURS D'APTITUDE	6
	2.2.1. SPATIALISATION DES FACTEURS D'APTITUDE	8
	2.2.2. PONDÉRATION DES FACTEURS D'APTITUDE	42
3.	CONCLUSIONS	45
4.	BIBLIOGRAPHIE	46

1. INTRODUCTION

La présente note de recherche a pour objet de présenter en détail la méthodologie permettant de mettre en évidence l'indice de durabilité résidentielle du territoire. En effet, certaines zones du territoire sont plus aptes à la fonction résidentielle sur base de critères d'aptitude et de contraintes.

La caractérisation du potentiel foncier par un indice de durabilité résidentielle assure une hiérarchisation de sa mise en œuvre au sein du territoire. Par conséquent l'élaboration de cet indicateur est primordiale dans le cadre du modèle du plan de secteur durable.

Pour rappel, le modèle « plan de secteur durable » se veut un outil d'aide à la décision pour les politiques et les administrations wallonnes. Cette recherche n'a pas la prétention de redessiner un nouveau plan de secteur, mais bien d'élaborer une méthodologie visant à esquisser les différentes zones à enjeux répondant au mieux aux besoins en logements en Wallonie pour les quinze prochaines années.

Afin de mettre en évidence l'indice de durabilité résidentielle, un modèle d'aptitude a été mis en place en vue d'établir une carte d'aptitude présentant en tout lieu du territoire un indice de durabilité résidentielle. Ce modèle a pour support un Système d'Information Géographique (SIG) mêlant à la fois des éléments statistiques et cartographiques.

Avant de se concentrer sur l'indice de durabilité résidentielle, il est important de rappeler succinctement la méthodologie dans lequel il s'inscrit, à savoir la marche à suivre pour estimer l'offre en logement issue des terrains disponibles à la construction. Pour rappel, le potentiel foncier est dans un premier temps calculé sur base du parcellaire cadastral et d'une méthodologie élaborée par la DGATLP-MRW et l'ICEDD¹ en 2006. Cette dernière définit les natures cadastrales pouvant être identifiées comme terrains non urbanisés disponibles à la construction.

Intervient ensuite le plan de secteur actuel avec le choix entre deux scénarios : soit la mise en œuvre du potentiel foncier dans les limites actuelles du plan de secteur (dans les zones d'habitat et les ZACC), soit la possibilité à des terrains libres hors zones d'habitat et ZACC d'être occupés par les futurs habitants. En d'autres termes, la prise en compte de la situation de droit à travers le Plan de Secteur. Ces deux scénarios sont respectivement dénommés « scénario parcimonieux » et « scénario optimisé ».

Par la suite, la durabilité résidentielle du foncier est analysée à l'échelle dite du « bloc ». Le bloc fait référence à l'espace issu de la tessellation de Voronoï.

La durabilité résidentielle du foncier est calculée dans un premier temps à l'ensemble du territoire à l'aide d'une analyse multicritère (modèle d'aptitude) en vue d'établir une carte d'aptitude. La carte d'aptitude met en évidence un indice de durabilité en tout lieu du territoire. Les détails méthodologiques de ces derniers sont exposés dans le cadre de cette note de recherche.

Dans un deuxième temps, l'aptitude calculée en tout lieu du territoire est recalculée par bloc à l'aide d'une moyenne surfacique. Les terrains les plus aptes sont ensuite traduits en un nombre de logements grâce à différents scénarios de densité (logements/ha).

¹ ICEDD & DGATLP, 2006. *Valorisation du Potentiel Foncier. Estimation de la disponibilité brute du parcellaire en zone destinée à l'urbanisation et en ZACC.*

2. OFFRE QUALITATIVE EN LOGEMENT : MODÈLE D'APTITUDE

Le modèle d'aptitude fait référence à une analyse multicritère intégrant l'information spatiale. Cette analyse présente un ensemble de critères spatialisés sur le territoire wallon parmi lesquels se distinguent :

- des contraintes d'exclusion ;
- des facteurs d'aptitude.

Le modèle d'aptitude sera évalué à une échelle régionale avec une grille de 25m de résolution et des entités vectorielles au 1/10.000 correspondant à l'échelle du plan de secteur actuel. Cette échelle reste applicable au niveau communal étant donné que les cellules de 25 mètres sont équivalentes à l'incertitude sur les critères. Concernant les contraintes d'exclusion, la précision de la localisation des données originales est toujours maintenue.

L'exécution du modèle d'aptitude permet de mettre en évidence une carte d'aptitude vis-à-vis de la construction de nouveaux logements sur base de leur durabilité.

2.1 LES CONTRAINTES D'EXCLUSION

Les contraintes d'exclusion représentent des périmètres dans lesquels il est interdit d'y construire. Ces périmètres sont issus d'une étude préalablement entreprise par la CPDT² (cf. Tableau 1 et Figure 1).

Contraintes d'exclusion
Périmètres Natura 2000
CSIS
Réserves naturelles
ZHIB
Zones de captage
Aléas d'inondation élevés
Pentes fortes
Plans d'eau
Zones vertes et de parcs du PS

Tableau 1 : Contraintes d'exclusion reprises dans le modèle (CPDT, 2013)

² Note de recherche destinée au Gouvernement wallon. Lepers E., Neri P., et al, 2009. Vers un développement territorial durable : Critères pour la localisation optimale des nouvelles activités. CPDT : Note de recherches, n°8.

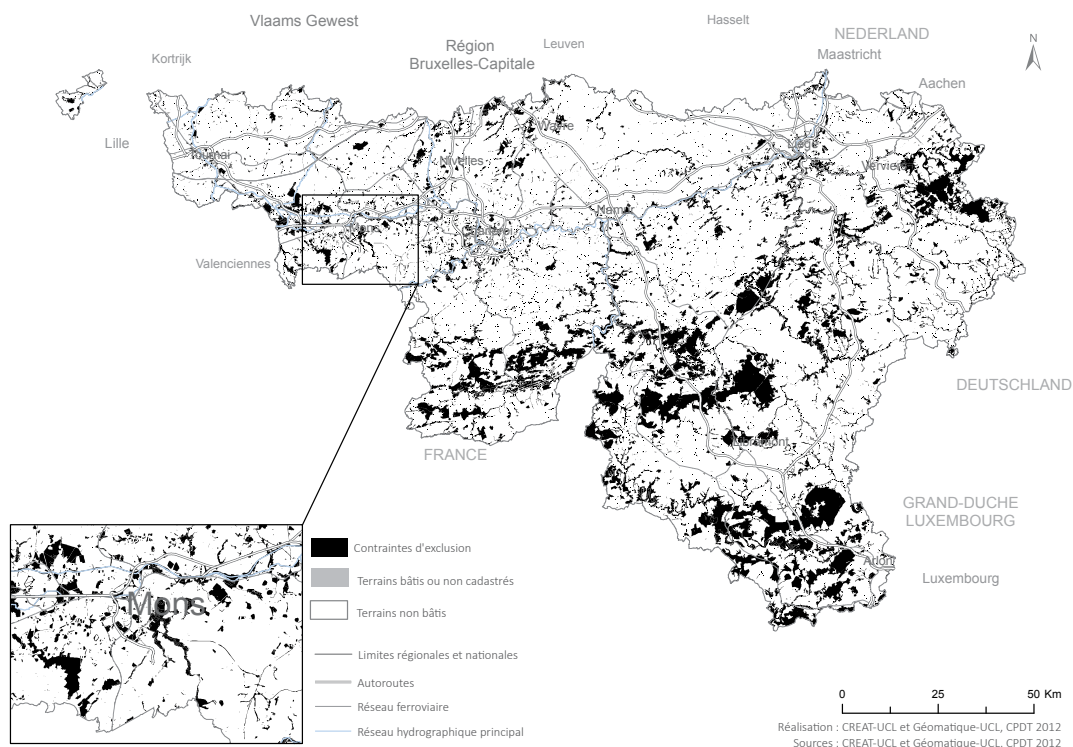


Figure 1 : Les contraintes d'exclusion (CPDT, 2012)

2.2 LES FACTEURS D'APTITUDE

Le second type de critères concerne les facteurs qu'il faut pondérer entre eux (cf. Tableau 2). Pour ce faire, chacun des facteurs est évalué entre 0 et 10. Une note de « 0 » indique les emplacements les moins appropriés et « 10 » les emplacements les plus appropriés au regard du facteur considéré.

Par la suite, tous ces facteurs sont combinés par le biais d'une somme pondérée. Chaque facteur est évalué en lui affectant un coefficient de pondération censé refléter son poids par rapport aux autres. La somme de ces coefficients de pondération vaut 1, de sorte que la somme pondérée génère une valeur entre 0 et 10 sur tout le territoire étudié (cf. Figure 2).

L'application d'un seuil sur ces valeurs permet de sélectionner les zones les plus aptes (qui pourront être ajoutées au plan de secteur actuel) ou les moins aptes (qui pourront être retirées du plan de secteur actuel). La valeur de ce seuil sera obtenue de manière itérative par l'ajustement de l'offre et de la demande en logements dans le modèle.

Facteurs	
25	Voiture aux pôles ³ I et II
	Voiture aux activités
	Alternative aux pôles I et II
	Alternative aux activités
	Alternative aux écoles primaires
	Alternative aux écoles secondaires
	Proximité à la densité d'activité humaine
	Qualité environnementale du quartier
	Protection de la biodiversité
	Protection des eaux souterraines
	Préservation des paysages
	Protection du patrimoine bâti
	Risques naturels et industriels (dont le bruit)
	Préservation des sols agricoles fertiles
	Pentes (moyennes à faibles)
	Connectivité aux impétrants

Tableau 2: Facteurs pris en compte dans le modèle PSD (CPDT, 2013)

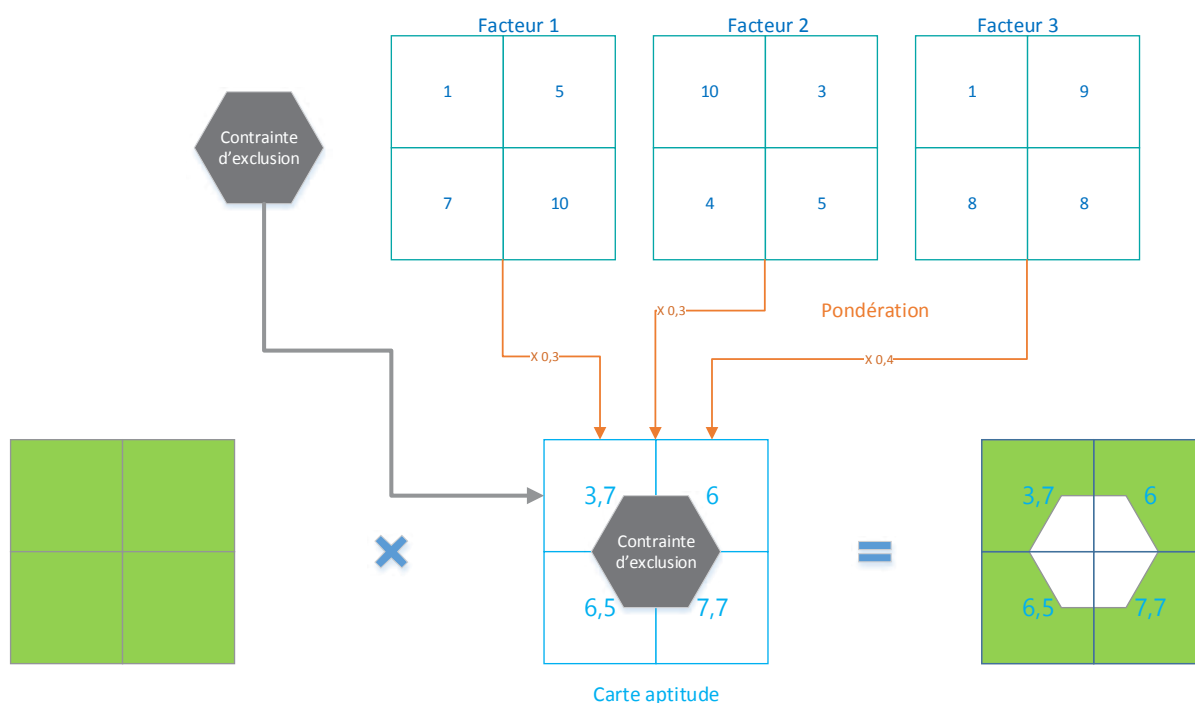


Figure 2: Illustration schématique de l'analyse multicritère (CPDT, 2012)

³ Communes rayonnant largement et faiblement au-delà d'elles-mêmes. Classification synthétique des communes wallonnes (Diagnostic territorial de la Wallonie, CPDT 2011).

2.2.1. Spatialisation des facteurs d'aptitude

2.2.1.1. Accessibilité routière et alternative

La mesure de l'accessibilité est un enjeu primordial dans le cadre d'un développement territorial durable. Elle constitue une caractéristique importante des zones urbaines et un lien crucial entre le transport et la planification de l'utilisation du sol (Liu & Zhu, 2004). Il existe différentes mesures d'accessibilité ainsi que différents types d'accessibilité. Dans le cadre de cette étude, deux types d'accessibilité se distinguent : l'accessibilité par la route et l'accessibilité par les moyens de transport alternatifs.

L'accessibilité est ici mesurée en termes de temps de parcours de tout point vers certaines destinations préétablies.

L'accessibilité par les modes alternatifs à la voiture est un critère primordial. L'objectif est en effet de promouvoir les déplacements en transport en commun (et donc minimiser l'usage de la voiture) et d'ainsi favoriser l'accès à l'emploi et aux services via ces moyens de transport. Une multitude d'autres applications peuvent également découler de ces cartes d'accessibilité qui constituent un véritable outil d'aide à la décision.

Afin de calculer l'accessibilité de points d'intérêts en transports en commun par co-modalité, une analyse réseau sera réalisée à l'aide du jeu de données TC-NET 2014 développé par le CREAT-UCL. Cette base de données réseau sera simplifiée de manière à ce qu'elle intègre les horaires des opérateurs de transport en commun suivants :

- TEC–SRWT (horaire en vigueur pour l'année 2014);
- SNCB (horaire en vigueur pour l'année 2014).

Les données du jeu de données TC-NET 2014 simplifié se présentent sous la forme de fichiers de forme vectorielle (feature class) schématisant les lignes de transport en commun ainsi que le temps de parcours minimal sur le tronçon tenant compte des horaires en vigueur en 2014. Ces fichiers de forme vectorielle se structurent afin de permettre les processus de co-modalité (gare–arrêt de bus–mode doux).

La base de données réseau des transports en commun développée par le CREAT permet de réaliser une multitude d'analyses réseau se basant sur les paramètres suivants :

- la direction du déplacement;
- les durées de déplacement en vue de la construction des isochrones.

Le jeu de données comporte également une série de tables de données ou métadonnées indispensables pour la construction d'un réseau cohérent (ex. : horaire, hiérarchie, etc.).

Bien que relativement moins « durable » que l'accessibilité multimodale, l'accessibilité en voiture doit être prise en compte afin de favoriser le développement des zones les plus accessibles et limiter les constructions dans les zones nécessitant de longs trajets en voiture.

Concernant le calcul de l'accessibilité en voiture, l'analyse réseau s'est basée sur les bases de données suivantes :

- pour la Belgique : jeu de données NAVSTREETS 2013 de la société HERE⁴ (filiale du groupe Nokia);

⁴ Ces données ont été acquises auprès du SPW-DGO4 dans le cadre de la licence n°130823-0947.

- pour les régions limitrophes : jeu de données OPENSTREETMAP optimisé par le CREAT-UCL.

Ces données se présentent sous la forme de shapefiles, ou fichiers de forme, reprenant certaines informations sur le réseau routier comme les panneaux de signalisation ou encore des points d'intérêts à proximité du réseau.

Cette méthode de construction de l'accessibilité offre des résultats plus proches de la réalité qu'une interpolation par l'inverse de la distance (méthode IDW) à partir de certains points d'origine comme le montre la figure 3. Cette figure illustre également l'impact des catégories de vitesses des différents tronçons de route. En effet, on observe l'étiement le long des axes routiers les plus rapides (autoroutes, etc.).



Figure 3 : Comparaison de deux méthodes de construction de l'accessibilité. A droite le modèle des distances isochrones reliées et à gauche, l'inverse de la distance à partir d'origines ponctuelles (ELI-UCL-Géomatique, CPDT, 2013)

Une méthode de validation a été mise en place afin de s'assurer du fonctionnement correct du modèle. Le principe consiste à sélectionner de manière aléatoire 2.928 trajets le long du réseau routier et à comparer le temps de parcours avec celui estimé par Bing Maps (cf. figure 4). La distribution de l'erreur est exposée sur l'histogramme suivant :

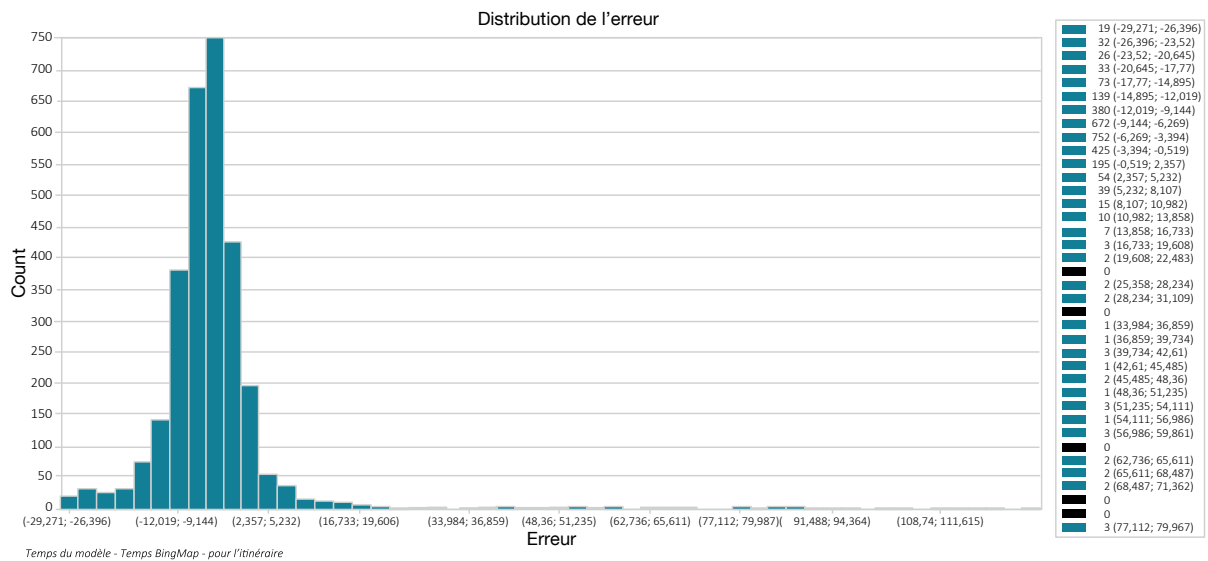


Figure 4: Validation du modèle d'accessibilité routière aux pôles primaires et secondaires (ELI-UCL-Géomatique, cpdt, 2013)

Les résultats montrent que les temps de parcours estimés par le modèle sont, en moyenne, inférieurs à ceux estimés par BingMap. La différence moyenne entre le temps estimé par le modèle et le temps de BingMap pour les itinéraires est égale à -4,9 minutes. Dans le cadre de cette note de recherche, l'objectif étant de mettre en avant une méthodologie, cette erreur sera considérée comme acceptable. Néanmoins, le modèle d'accessibilité devra, à l'avenir, être peaufiné en vue d'améliorer la précision des isochrones.

Concernant les analyses d'accessibilité à étudier, les destinations retenues après débat avec les experts sont les écoles primaires, les écoles secondaires, les pôles urbains primaires et secondaires ainsi que les zones de forte densité d'activités. L'ensemble de ces données est déjà disponible.

2.2.1.1.1 Carte d'accessibilité voiture aux pôles urbains primaires et secondaires

Description du facteur

Les pôles primaires et secondaires sont constitués par les communes rayonnant respectivement largement et faiblement au-delà d'elles-mêmes (CPDT, 2011). Cette hiérarchie se base sur le volume de population d'une part et, sur trois motifs de déplacements d'autre part : le travail, les écoles secondaires et supérieures et les achats de vêtements. Ce statut de « pôle » acquis par les entités concernées est présumé s'accompagner d'aménagements en vue d'accroître leur attractivité afin d'en faire de véritables leviers de développement (Lepers, Neri, Brevers, & Bastin, 2009).

L'accessibilité en voiture à ces pôles constitue donc une variable d'intérêt pour l'allocation de nouveaux logements, le but étant de minimiser les déplacements principalement non liés au travail et d'ainsi favoriser le développement de ces pôles (Cornelis, Hanin, Grandjean, Hollaert, & Leclercq, 2013).

Construction de l'indicateur

La méthode consiste à calculer le temps de parcours sur le réseau routier pour arriver aux maisons communales des pôles prises en compte. Le choix des maisons communales se justifie par la nécessité d'utiliser des destinations localisées sur le réseau. Différents seuils de temps sont choisis afin de discriminer l'accessibilité en différentes classes de temps de parcours comme le montre le tableau 3. Ces endroits du réseau routier sont ensuite reliés entre eux pour former des polygones appelés isochrones.

L'accessibilité des pôles de Bruxelles, Lille, Luxembourg-ville, Maastricht et d'Aix-la-Chapelle sera également analysée afin de tenir compte de la mobilité transfrontalière.

Chaque point du territoire a été classifié dans une catégorie de temps d'accès et s'est vu attribuer une valeur entre 0 et 10 (cf. tableau 3). Ceci a permis ensuite d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en voiture aux pôles urbains primaires et secondaires (cf. figure 5).

Classification d'accessibilité aux pôles I et II	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	8
10-20	6
20-30	5
30-40	4
40-50	2
> 50 min	0

Tableau 3: Classification de l'accessibilité voiture aux pôles urbains primaires et secondaires (CPDT, 2014)

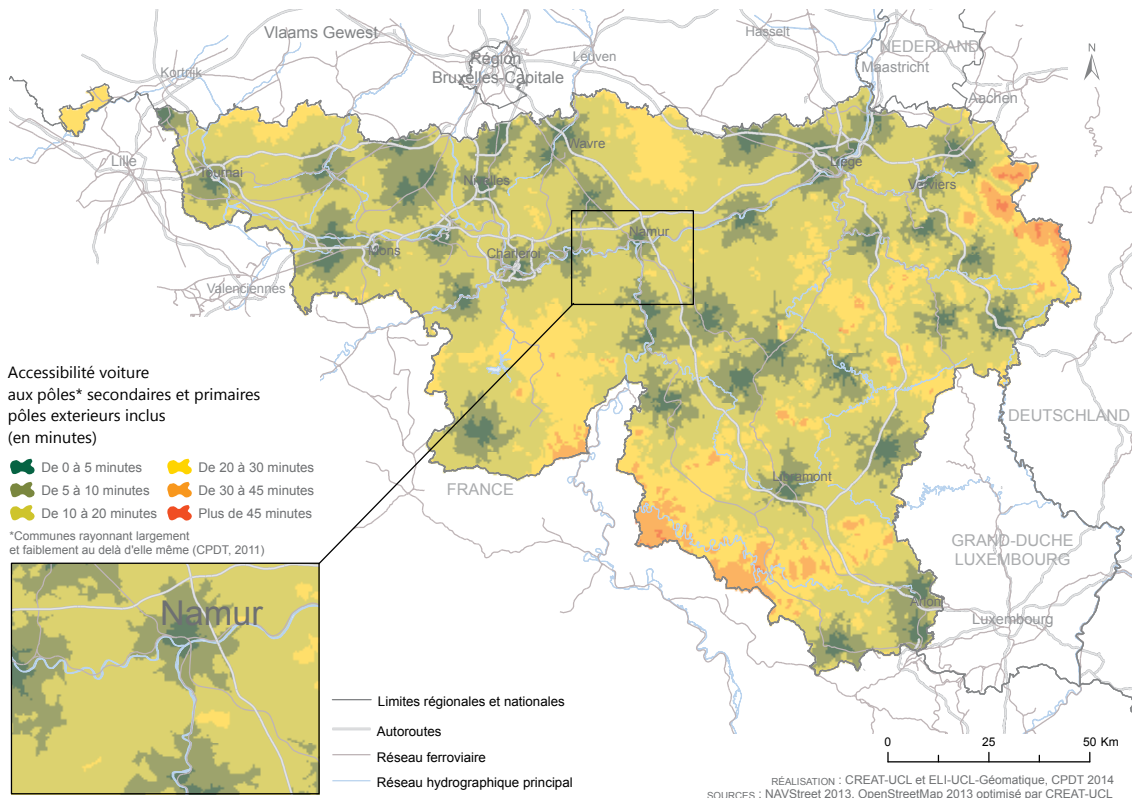


Figure 5: Accessibilité voiture aux pôles secondaires et primaires, pôles extérieurs inclus, exprimée en minutes

2.2.1.1.2 Carte d'accessibilité voiture aux densités d'activités humaines fortes

Description du facteur

Outre les déplacements décrits ci-avant, la nécessité de tenir compte des déplacements uniquement liés au travail est primordiale. En effet, la distribution de ces déplacements a fortement évolué au cours des dernières décennies. La hiérarchisation des bassins d'emplois, ou aire d'influence des zones d'emploi permettent de rendre compte de cette dépendance.

De précédentes études ont en effet montré une évolution caractérisée par une distanciation entre le lieu de résidence et lieu de travail, car il y a une forte pression foncière à proximité immédiate des grandes métropoles voisines (Cornelis et al., 2013). Cette augmentation de la distance résidence-travail implique d'allouer les nouveaux logements dans les zones qui présentent une bonne desserte en transport en commun vers ces bassins d'emplois et de limiter également la construction dans les zones qui nécessitent d'effectuer de longs trajets en voitures.

Il est également ressorti du débat « Analytic Hierarchic Process » (AHP) avec les experts⁵ que l'utilisation des bassins d'emplois wallons et transfrontaliers serait moins efficace, dans un objectif de développement territorial durable, et redondant avec celle des pôles urbains primaires et secondaires.

Cependant, la nécessité de favoriser les déplacements durables liés au travail implique de caractériser l'accessibilité à ces zones. Dès lors, le facteur implémenté ici est l'accessibilité routière aux zones de densités mixtes (cf. 2.6.2). L'utilisation de ces destinations permet de désagréger les différentes mesures de l'accessibilité tout en rendant compte spécifiquement de l'accessibilité liée au travail.

Construction de l'indicateur

Comme l'accessibilité routière aux pôles urbains primaires et secondaires, la mesure de l'accessibilité aux zones de densité d'activités humaines mixte se calcule sur base de l'impédance du réseau routier.

Les destinations sélectionnées sont les zones centrales denses d'une superficie supérieure à 5 ha, soit un total de 330 entités. Ce seuil a été établi comme compromis entre le nombre de destinations et la nécessité de désagréger au maximum cette variable.

Chaque point du territoire a été classifié dans une catégorie de temps d'accès et s'est vu attribuer une valeur entre 0 et 10 (cf. tableau 4). Ceci a permis ensuite d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en voiture aux densités d'activités humaines fortes (cf. figure 6).

Classification d'accessibilité aux densités d'activités humaines fortes	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	8
10-15	6
15-20	5
20-30	3
>30 min	0

Tableau 4: Classification de l'accessibilité voiture aux densités d'activités humaines fortes (CPDT, 2014)

⁵ Débats sur la pondération des facteurs du modèle, le 28 août 2013. Experts présents: Yves Hanin, Nicole Martin, Anne Sinzot et Martin Grandjean du CREAT-UCL ainsi que Bertrand Ippersiel de l'ICEDD.

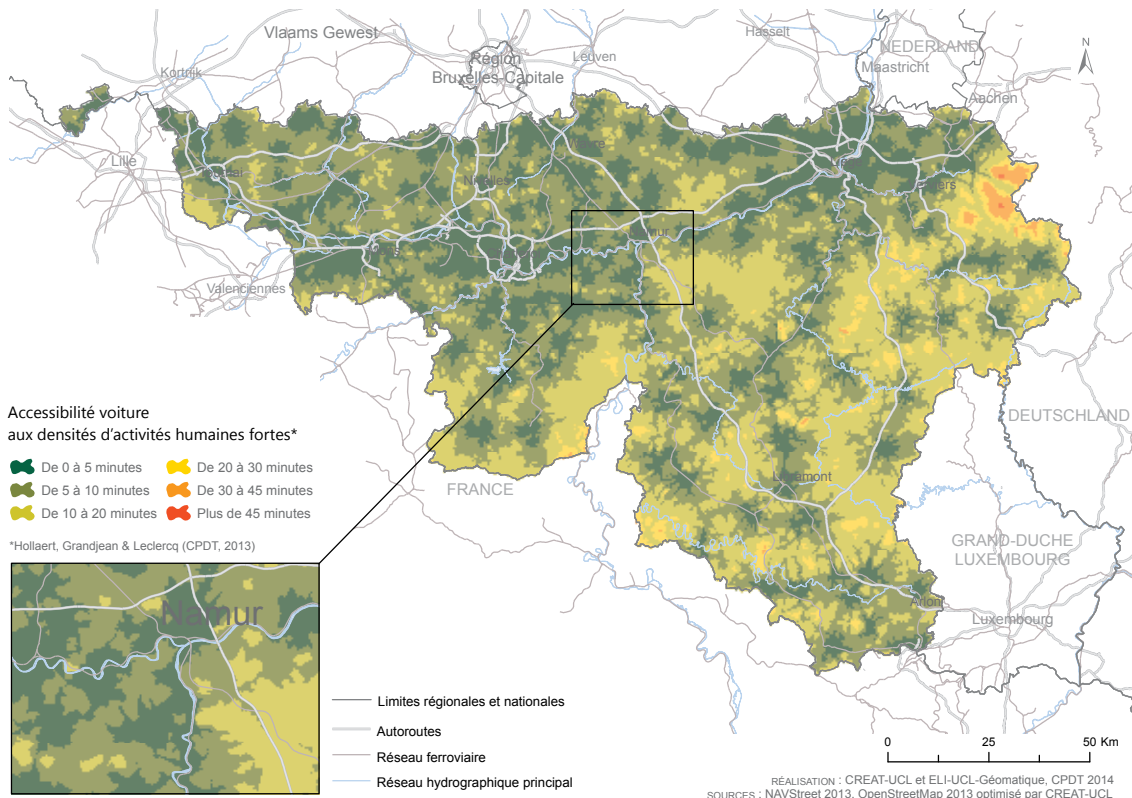


Figure 6 : Accessibilité voiture aux densités d'activités humaines fortes (CPDT, 2014)

2.2.1.1.3 Carte d'accessibilité en transport en commun par co-modalité aux pôles urbains primaires et secondaires

Description du facteur

Les pôles primaires et secondaires sont constitués par les communes rayonnant respectivement largement et faiblement au-delà d'elles-mêmes (CPDT, 2011). Pour rappel, cette hiérarchie se base sur le volume de population d'une part et, sur trois motifs de déplacements d'autre part : le travail, les écoles secondaires et supérieures et les achats de vêtements.

L'accessibilité en transport en commun à ces pôles constitue donc une variable d'intérêt pour l'allocation de nouveaux logements, le but étant de favoriser la co-modalité pour les déplacements principalement non liés au travail.

Construction de l'indicateur

L'indicateur se construit sur base du réseau TC-NET 2014 simplifié développé par le CREAT-UCL. Les temps de parcours en transport en commun formalisés spatialement par des isochrones sont calculés en minimisant l'impédance (la durée nécessaire pour effectuer un certain trajet) de tous les itinéraires pour se rendre aux maisons communales des pôles prises en compte. Le choix des maisons communales se justifie par la nécessité d'utiliser des destinations localisées sur le réseau.

Différents seuils de temps sont choisis afin de discriminer l'accessibilité en différentes classes de temps de parcours (cf. tableau 5). Ceci a permis d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en transport en commun aux pôles urbains primaires et secondaires (cf. figure 7).

Classification d'accessibilité aux pôles urbains primaires et secondaires	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	6
20-30	5
30-45	4
45-60	2
>60 min	0

Tableau 5: Classification de l'accessibilité en transport en commun aux pôles urbains primaires et secondaires (CPDT, 2014)

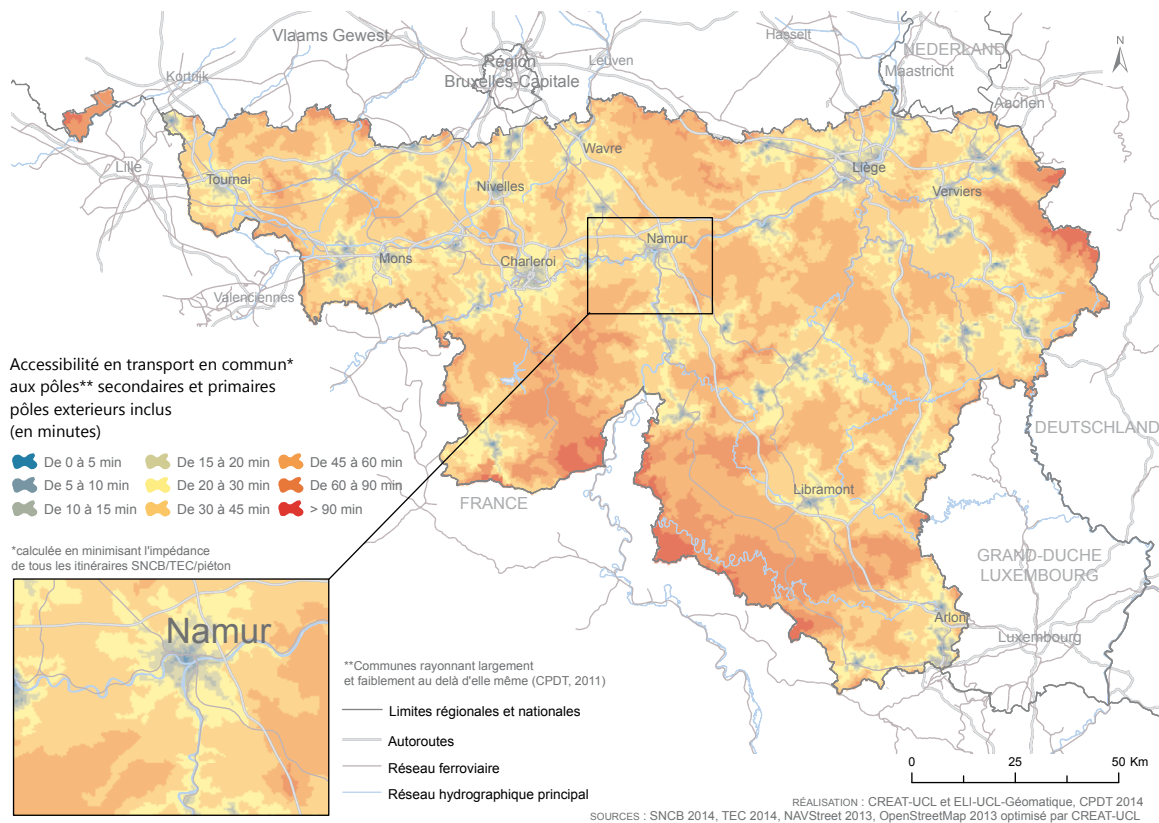


Figure 7 : Accessibilité en transport en commun aux pôles urbains primaires et secondaires (CPDT, 2014)

2.2.1.1.4 Carte d'accessibilité en transport en commun par co-modalité aux densités d'activités humaines fortes

Description du facteur

L'accessibilité en transport en commun aux densités d'activités humaines fortes constitue une variable d'intérêt pour l'allocation de nouveaux logements, le but étant de favoriser la co-modalité pour les déplacements tenant compte de l'accessibilité au travail.

Construction de l'indicateur

L'indicateur se construit sur base du réseau TC-NET 2014 simplifié développé par le GREAT-UCL. Les temps de parcours en transport en commun formalisés spatialement par des isochrones sont calculés en minimisant l'impédance (la durée nécessaire pour effectuer un certain trajet) de tous les itinéraires pour se rendre aux densités d'activités humaines fortes d'une superficie supérieure à 5 ha.

Différents seuils de temps sont choisis afin de discriminer l'accessibilité en différentes classes de temps de parcours (cf. tableau 6). Ceci a permis d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en transport en commun aux densités d'activités humaines fortes (cf. figure 8).

Classification d'accessibilité aux densités d'activités humaines fortes	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	6
20-30	5
30-45	4
45-60	2
> 60 min	0

Tableau 6: Classification de l'accessibilité en transport en commun aux densités d'activités humaines fortes (CPDT, 2014)

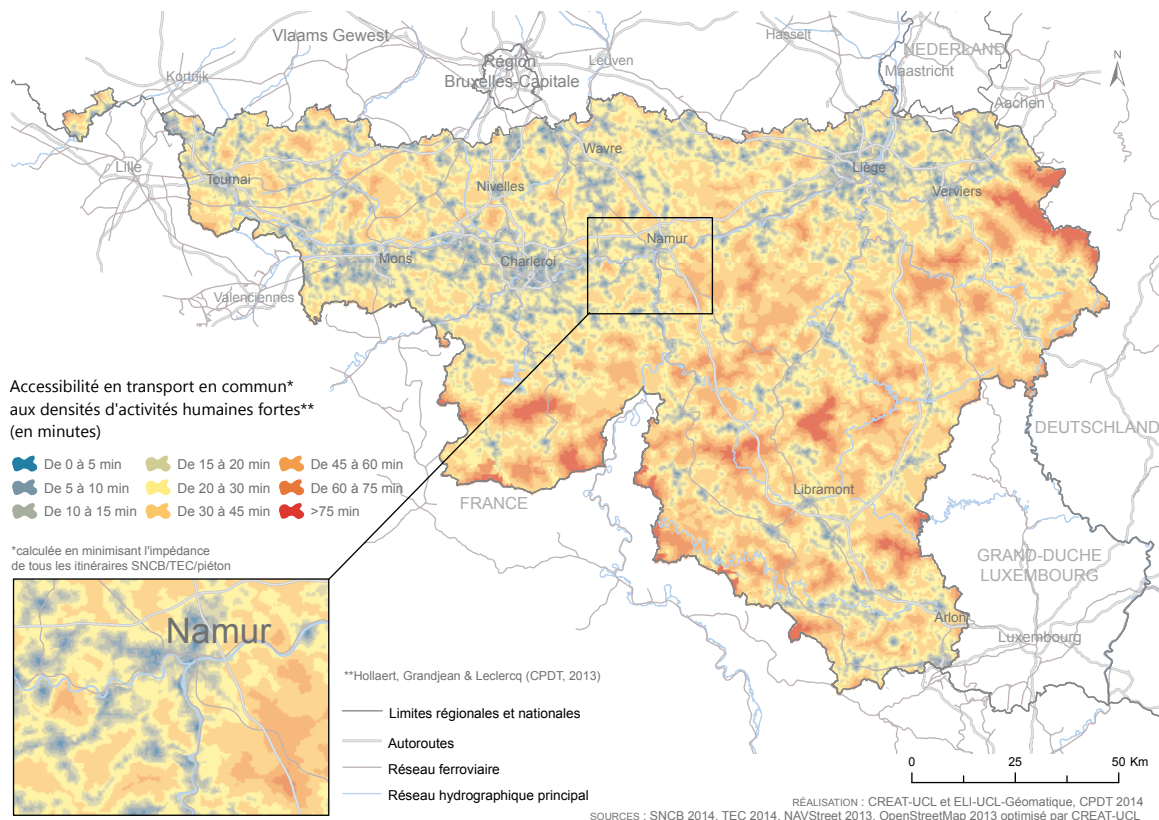


Figure 8 : Accessibilité en transport en commun aux densités d'activités humaines fortes (CPDT, 2014)

2.2.1.1.5 Carte d'accessibilité en transport en commun par co-modalité aux écoles secondaires et professionnelles en Wallonie

Description du facteur

L'accessibilité aux écoles est un facteur important dans l'optimisation de la localisation des futures habitations. Dans ce facteur, une accessibilité par les alternatives à la voiture a été calculée en temps (minutes) pour l'ensemble des écoles secondaires présentes sur le territoire wallon.

Une distinction a été opérée entre le calcul d'une accessibilité aux écoles secondaires et une accessibilité aux écoles primaires. Cette dernière est décrite ci-après et fera l'objet d'une pondération finale différente.

Construction de l'indicateur

L'indicateur se construit sur base du réseau TC-NET 2014 simplifié développé par le CREAT-UCL. Les temps de parcours en transport en commun formalisés spatialement par des isochrones sont calculés en minimisant l'impédance (la durée nécessaire pour effectuer un certain trajet) de tous les itinéraires pour se rendre aux écoles secondaires et professionnelles de Wallonie.

Les chercheurs de la CPDT ont eu accès au listing des adresses de l'ensemble des écoles secondaires de la Fédération Wallonie Bruxelles présentes en Wallonie ainsi que celles de la Communauté germanophone. Un processus de géocoding a dû être réalisé afin de spatialiser ces différents établissements scolaires.

Différents seuils de temps sont choisis afin de discriminer l'accessibilité en différentes classes de temps de parcours (cf. tableau 7). Ceci a permis d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en transport en commun aux écoles secondaires et professionnelles (cf. figure 9).

Classification d'accessibilité aux écoles secondaires et professionnelles	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	6
20-30	5
30-45	4
45-60	2
> 60 min	0

Tableau 7 : Classification de l'accessibilité en transport en commun aux écoles secondaires et professionnelles en Wallonie (CPDT, 2014)

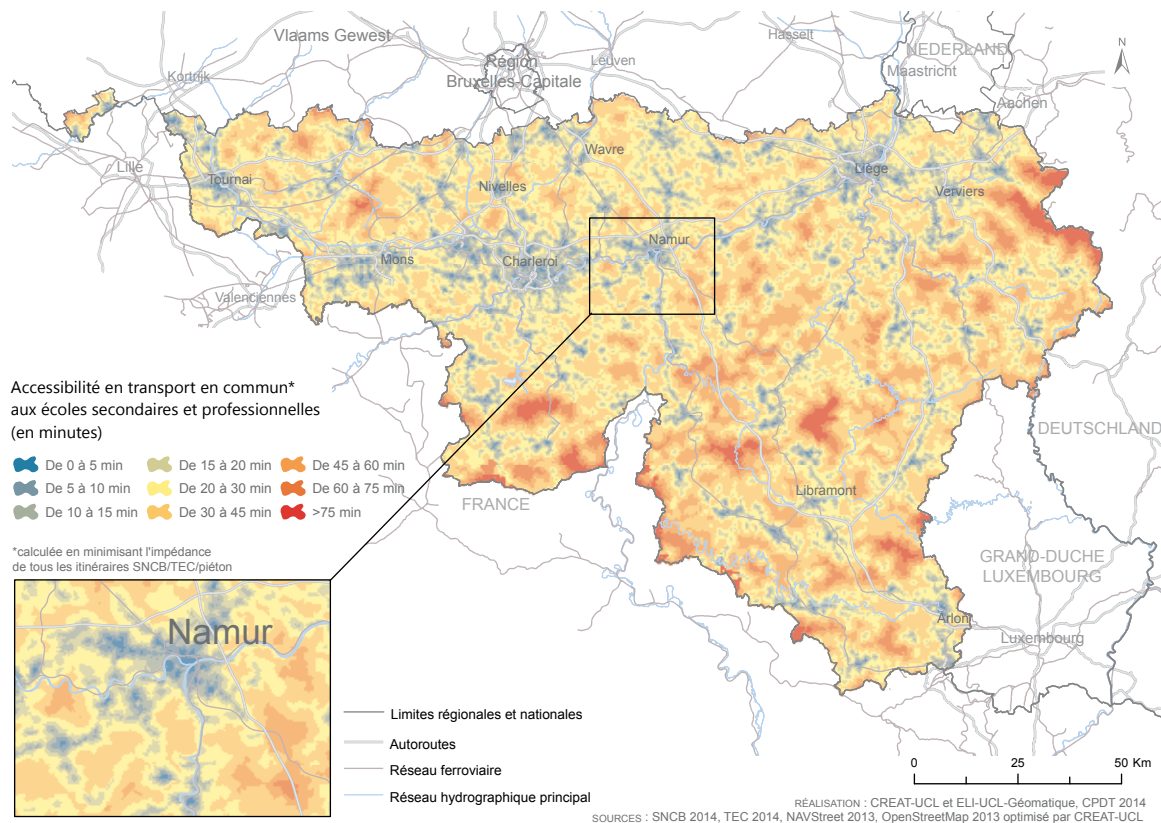


Figure 9: Accessibilité en transport en commun aux écoles secondaires et professionnelles en Wallonie (CPDT, 2014)

2.2.1.1.6 Carte d'accessibilité en transport en commun par co-modalité aux écoles primaires en Wallonie

Description du facteur

Tout comme l'accessibilité aux écoles secondaires, celle aux écoles primaires est primordiale à prendre en compte lors de la localisation des futurs logements.

Ainsi, une accessibilité par les alternatives à la voiture a été calculée en temps (minutes) pour l'ensemble des écoles primaires présentes sur le territoire wallon.

Construction de l'indicateur

L'indicateur se construit sur base du réseau TC-NET 2014 simplifié développé par le CREAT-UCL. Les temps de parcours en transport en commun formalisés spatialement par des isochrones sont calculés en minimisant l'impédance (la durée nécessaire pour effectuer un certain trajet) de tous les itinéraires pour se rendre aux écoles primaires en Wallonie.

Différents seuils de temps sont choisis afin de discriminer l'accessibilité en différentes classes de temps de parcours (cf. tableau 8). Ceci a permis d'obtenir une carte d'aptitude d'accessibilité en transport en commun aux écoles primaires en Wallonie (cf. figure 10).

Classification d'accessibilité aux écoles primaires	
Temps en minute	Valeur
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	6
20-30	5
30-45	4
45-60	2
>60 min	0

Tableau 8: Classification de l'accessibilité en transport en commun aux écoles primaires en Wallonie (CPDT, 2014)

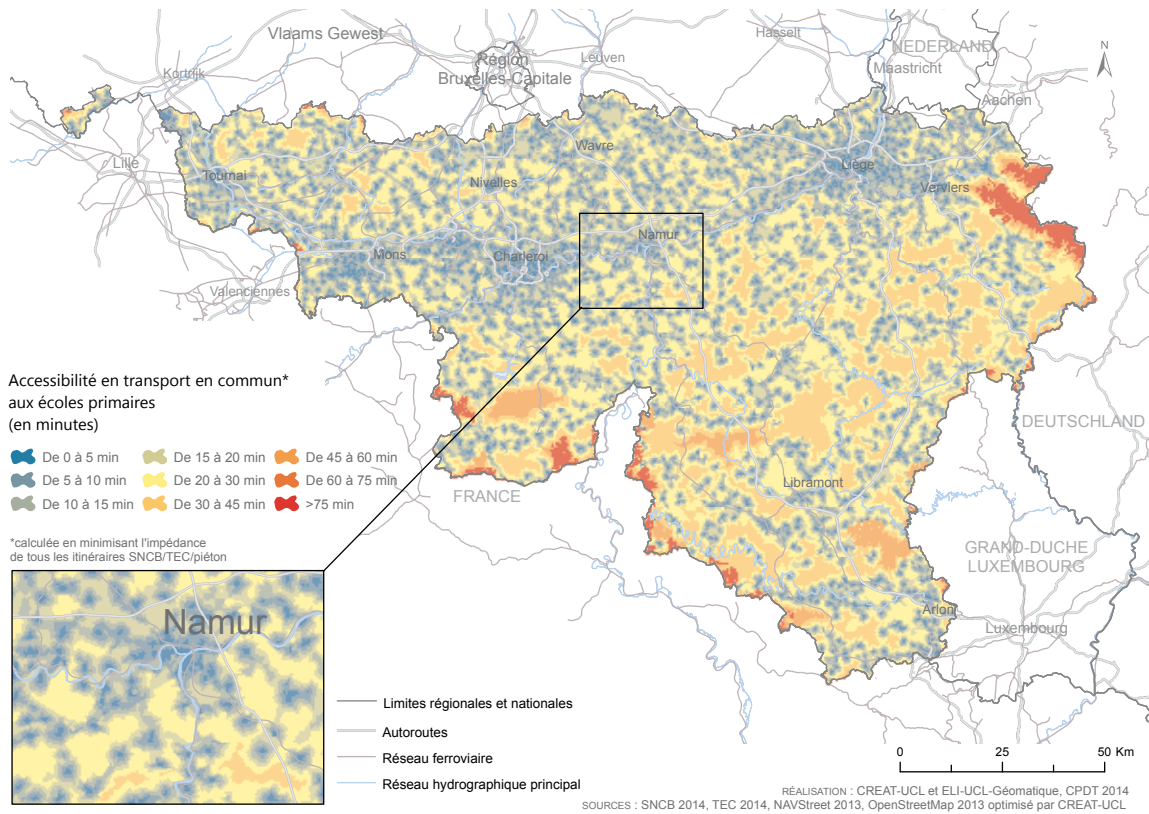


Figure 10: Accessibilité en transport en commun aux écoles primaires en Wallonie (CPDT, 2014)

2.2.1.2 Proximité à la densité d'activités humaines

Ce critère illustre la proximité aux zones les plus denses en matière d'activités humaines c'est-à-dire à la fois en logements et en activités socio-économiques (commerces, écoles, entreprises, etc.). Cette cartographie (cf. figure 11) a été réalisée par l'équipe⁶ CPDT travaillant sur la « structure territoriale et les chaînes d'activités » (Grandjean M., Hollaert L., Leclercq A., CPDT 2013). Cet indicateur recense six catégories de zones (cf. tableau 9 et figure 11). Par ailleurs, la figure 12 donne une vue générale du facteur sur l'ensemble de la Wallonie.

Proximité à la densité d'activités humaines	
Catégorie	Valeur
Zone dense mixte	10/10
Zone résidentielle dense	8/10
Zone d'emploi dense	6/10
Zone résidentielle	4/10
Zone d'emploi	2/10
Zone à faible densité d'activités	0/10

Tableau 9 : Classification pour la proximité à la densité d'activité humaine (Grandjean M., Hollaert L., Leclercq A., CPDT, 2013)

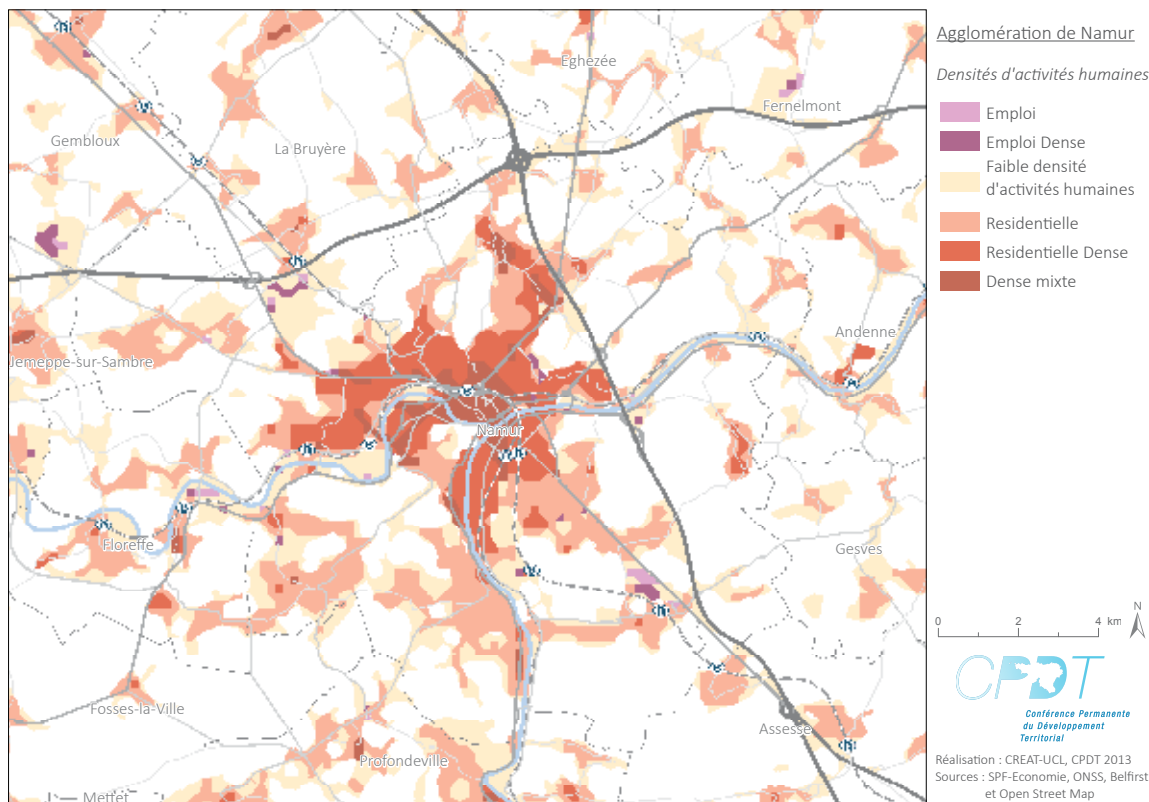


Figure 11 : Extrait de la carte des densités d'activités humaines (CPDT RI2, 2013)

⁶ CPDT 2013. Structure territoriale et les chaînes d'activités. Cornelis, Hanin, Grandjean, Hollaert & Leclercq. CPDT recherche d'initiative (RI2).

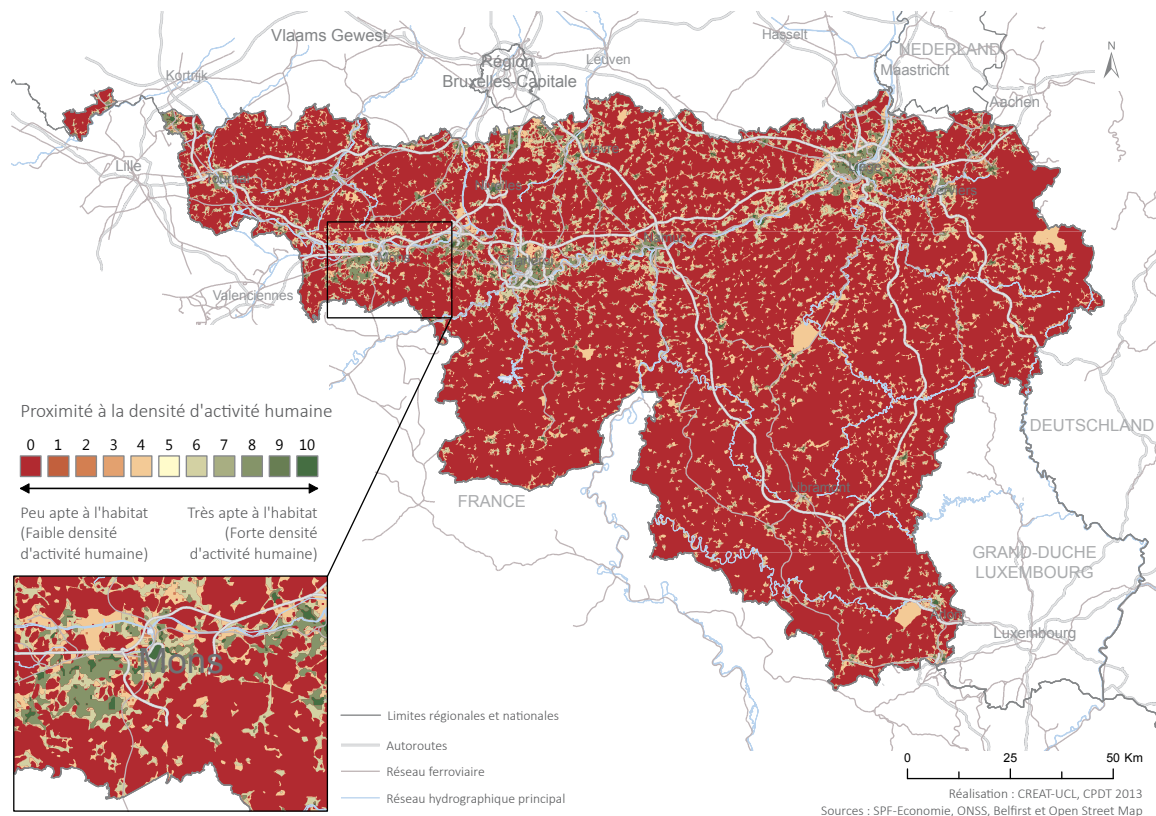


Figure 12: Proximité à la densité d'activité humaine (CPDT, 2013)

2.2.1.3 Qualité environnementale du quartier

Ce facteur illustre l'attractivité de certains quartiers par rapport à d'autres. Il se base sur les données socio-économiques issues du recensement INS d'octobre 2001 et est repris à l'échelle des secteurs statistiques. Parmi les indicateurs de l'enquête se trouvait un indice illustrant la part des ménages estimant la qualité globale de leur environnement immédiat comme «très satisfaisante».

Le tableau 10 reprend les classes des quartiers selon la part faible ou élevée du niveau de satisfaction global de la qualité environnementale du quartier.

Qualité environnementale du quartier	
Part des ménages estimant la qualité globale de leur environnement immédiat comme «très satisfaisante»	Valeur
81 % à 100 %	10/10
61 % à 80 %	8/10
41 % à 60 %	6/10
21 % à 40 %	4/10
11 % à 20 %	2/10
0 % à 10 %	0

Tableau 10: Classe de la qualité globale de l'environnement immédiat (CPDT, 2013)

La figure 13 illustre la répartition spatiale des quartiers selon le niveau de satisfaction plus ou moins élevé que les ménages avaient par rapport à la qualité environnementale globale de leur quartier.

Afin de ne pas pénaliser les secteurs statistiques ne disposant pas d'habitant et/ou de données, une cote de 5/10 leur sera allouée.

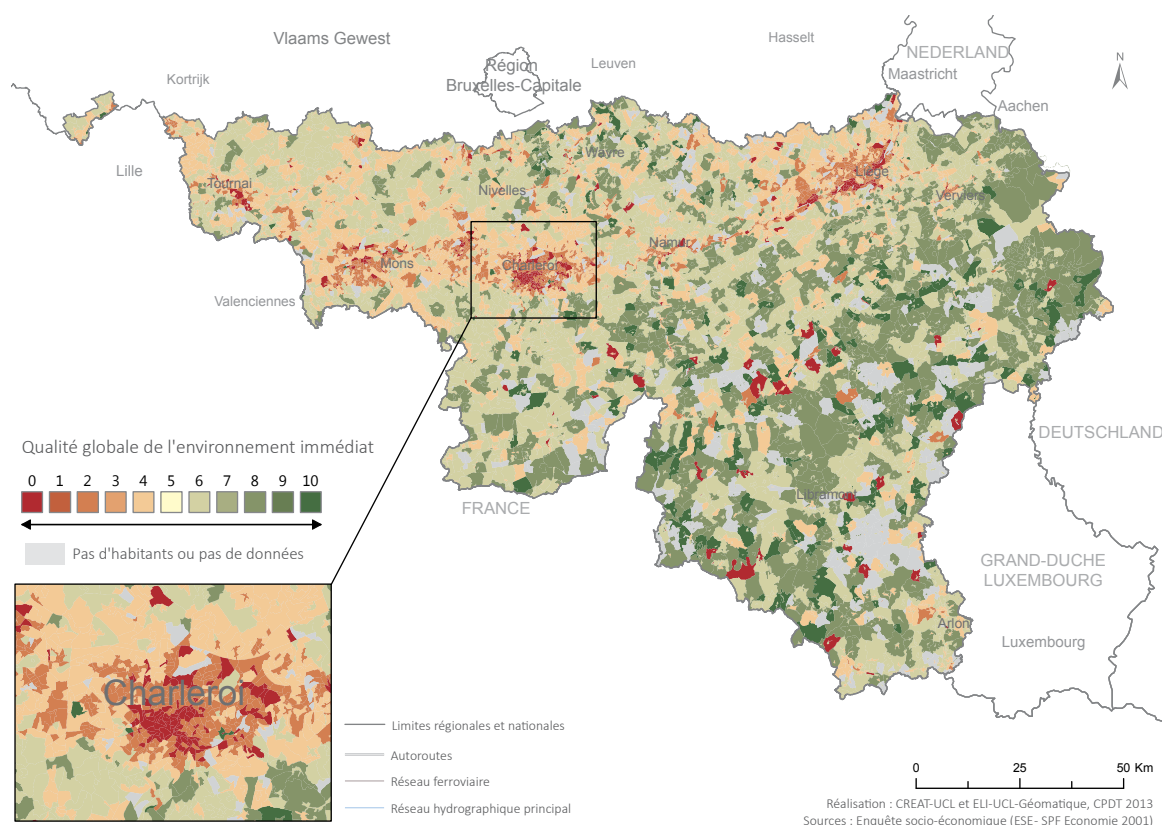


Figure 13: Qualité globale de l'environnement immédiat (CPDT, 2013)

2.2.1.4 Protection de la biodiversité

Description du critère

Ce facteur illustre l'impact d'une éventuelle construction sur la préservation des sites naturels wallons.

L'ensemble des problématiques liées au patrimoine naturel peut trouver une première justification dans l'article premier du CWATUPE qui préconise une « utilisation parcimonieuse du sol, (...) [ainsi que la] conservation et [le] développement du patrimoine (...) naturel (...) ».

Quant au SDER (de 1999), celui-ci mentionne que « l'objectif est de protéger les sites de grand intérêt biologique. La priorité sera mise sur la concrétisation du réseau Natura 2000, ce qui implique de protéger les habitats sensibles situés au sein des périmètres des zones de protection spéciale ainsi que les zones spéciales de conservation. Les habitats sensibles en cours d'identification possèdent ou recevront un statut de protection propre à la conservation de la nature et seront intégrés dans la révision des plans de secteur afin de les conforter. » (SDER, p 213).

La directive Natura 2000 permet déjà de protéger une grande partie des ressources naturelles de la région. Cependant, il existe d'autres ressources naturelles non reprises en zones Natura 2000, mais possédant un intérêt biologique. Par ailleurs, l'impact sur une zone Natura 2000 est pris en compte lors d'une demande de permis à moins de 100 m de sa limite.

Construction de l'indicateur

Ci-dessous, le tableau récapitulatif des périmètres pris en compte pour la protection de la biodiversité (cf. tableau 11). Cette classification permet ensuite la réalisation de la cartographie de la protection de la biodiversité (cf. figure 14).

	Critères	Périmètres - Indicateur	Valeur
Périmètres de protection de la biodiversité	Réseau Natura 2000	Site Natura 2000	Contrainte d'exclusion
		Périmètre d'avis de 100m autour du site Natura 2000	0/10
Périmètres de protection de la biodiversité	Réserves naturelles (RNA, RND, RF)	Réserve naturelle	Contrainte d'exclusion
		Périmètre de précaution de 100m autour des réserves naturelles	0/10
Périmètres de protection de la biodiversité	Zones humides d'intérêt biologique (ZHIB)	Zone humide d'intérêt biologique	Contrainte d'exclusion
		Périmètre de précaution de 100m autour des ZHIB	0/10
Périmètres de protection de la biodiversité	Cavités souterraines d'intérêt scientifique (CSIS)	Cavité souterraine d'intérêt scientifique	Contrainte d'exclusion
		Périmètre de précaution de 100m autour des CSIS	0/10
	Zones naturelles non exploitées		0/10
	Zones forestières		7/10

Tableau 11 : Protection de la biodiversité (CPDT, 2012)

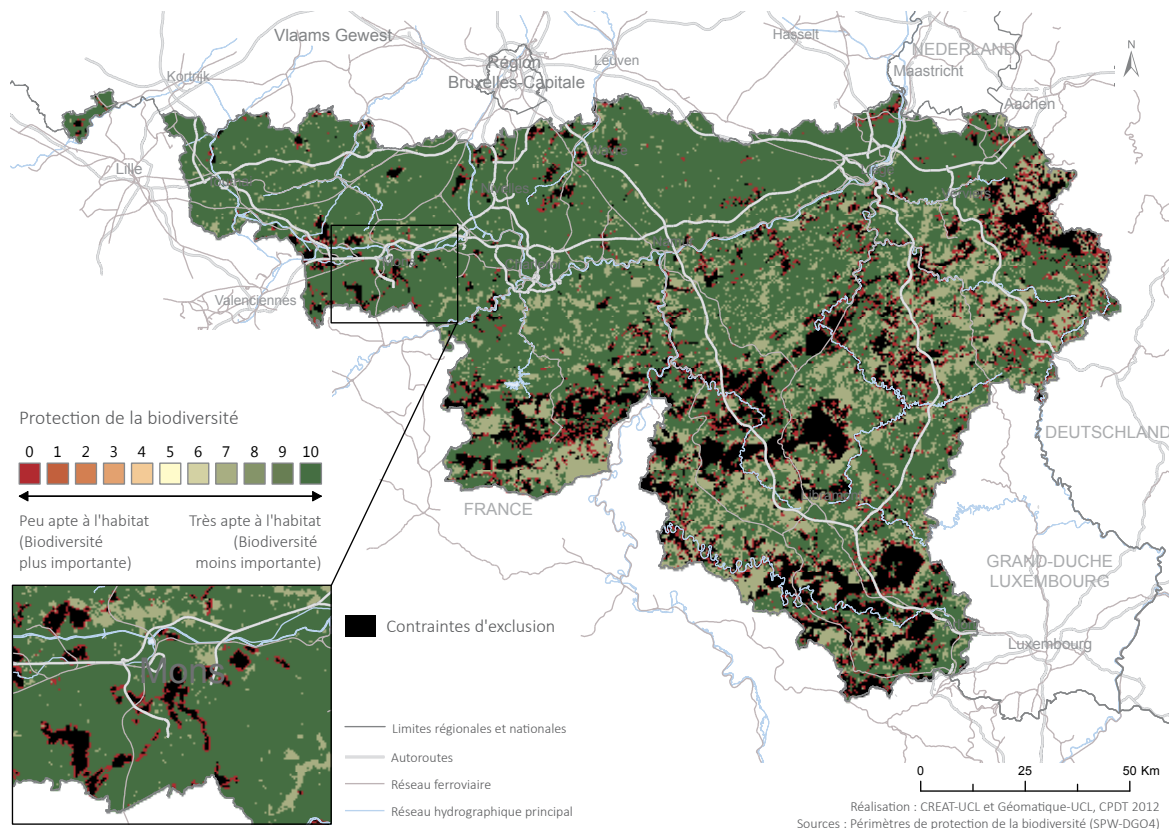


Figure 14: Protection de la biodiversité (CPDT, 2012)

2.2.1.5 Protection des eaux souterraines

Description du critère

Ce facteur illustre l'impact d'une nouvelle construction sur la qualité des eaux.

Pour la protection des eaux souterraines, l'étude CPDT sur la mise en œuvre des ZAD⁷ faisait notamment référence au CWATUPE et au SDER: « La Région wallonne et les autres autorités publiques (...) rencontrent de manière durable les besoins (...) environnementaux de la collectivité par (...) l'utilisation parcimonieuse (...) de ses ressources (...) » (art1 CWATUPE).

Un périmètre de prévention de captage peut être inscrit en surimpression dans les plans de secteur. Il correspond à la zone de prévention éloignée. Dans ce périmètre, l'exécution des actes et travaux peut être interdite ou subordonnée à des conditions ou à des restrictions adéquates destinées à assurer la qualité des eaux souterraines. Rappelons que la majorité des zones de protection sont à l'heure actuelle définies de manière théorique, mais devraient être remplacées à terme par des zones adaptées à chaque situation.

⁷ Rapport final CPDT, Septembre 2002. Évaluation des besoins et des activités problématiques de localisation, 5^e Volume – Problématique pour la mise en œuvre des ZAD.

Selon le Schéma de développement de l'espace régional, «l'objectif poursuivi par la détermination des zones de prévention des captages d'eau souterraine est de limiter les risques de contamination et de permettre une utilisation durable des nappes aquifères. Les instruments d'aménagement réglementaire, d'orientation et de police de l'urbanisme reprendront ces différentes zones ainsi que les restrictions qui y sont liées» (SDER, chapitre VII.4).

Construction de l'indicateur

Une cote de 10 signifie qu'aucun site de captage d'eau potable n'est situé à proximité. Les périmètres de protection des eaux de captage IIa et IIb se voient ensuite respectivement attribuer une cote de 0 et 5 (cf. tableau 12). La figure 15 illustre à l'échelle de la Wallonie l'ampleur du phénomène.

Périmètres		Valeur
Périmètres de protection des eaux souterraines	Périmètre de prise d'eau (I)	Contrainte d'exclusion
	Périmètre de prévention rapprochée (IIa)	0/10
	Périmètre de prévention éloignée (IIb)	5/10
	Périmètre de surveillance (III)	10/10

Tableau 12: Protection des eaux souterraines (CPDT, 2012)

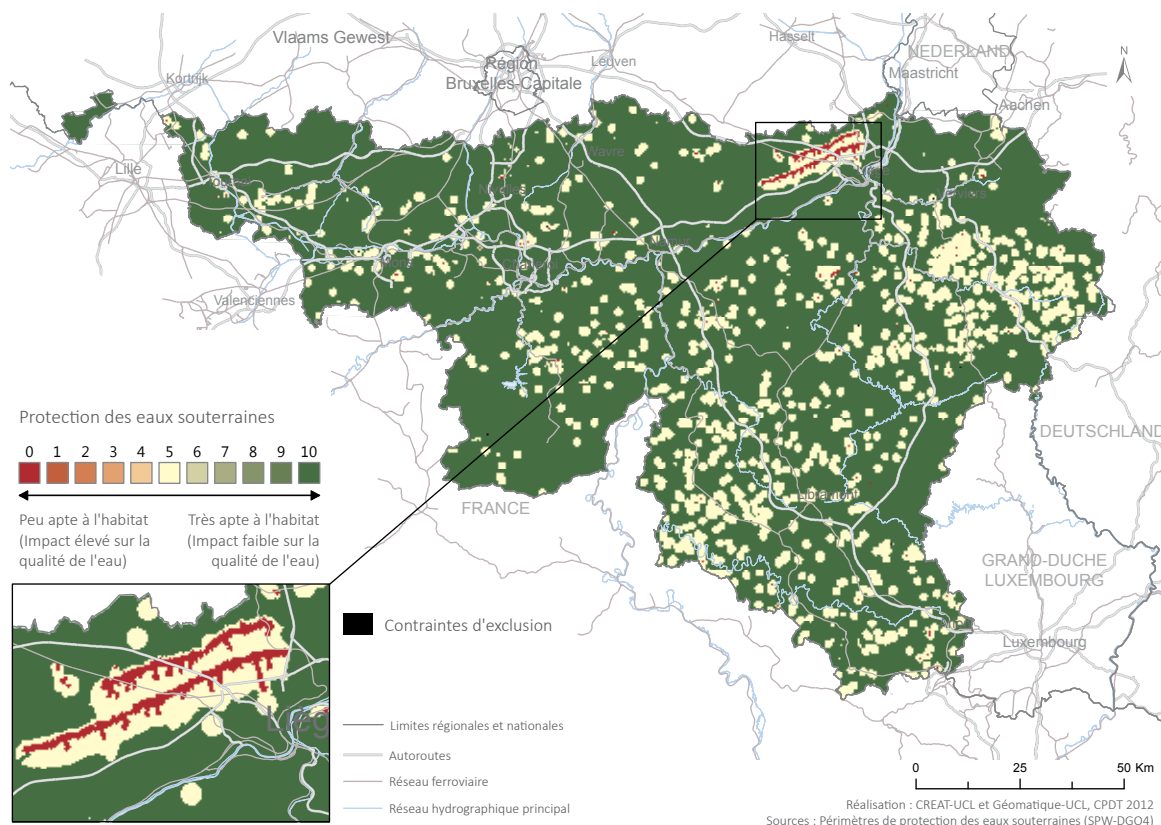


Figure 15: Protection des eaux souterraines (CPDT, 2012)

2.2.1.6 Protection des paysages

Description du critère

Ce facteur illustre l'impact d'une nouvelle construction sur la qualité des paysages.

En matière de périmètres d'intérêt paysager, deux sources de données sont actuellement disponibles en Wallonie :

- Les périmètres d'intérêt paysager du plan de secteur (PIP PS, anciennement zones d'intérêt paysager ou ZIP), définis lors de l'élaboration des plans de secteur (soit de 1977 à 1987) et largement inspirés de l'inventaire des sites et paysages réalisé dans les années soixante par l'Administration de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire du Ministère des travaux publics.
- Les périmètres d'intérêt paysager définis par l'Asbl ADESA (PIP ADESA). Les PIP du plan de secteur nécessitant une actualisation, le Gouvernement wallon a chargé en 1992 l'Asbl ADESA d'établir l'inventaire des périmètres d'intérêt paysager. Cet inventaire était destiné à déterminer les périmètres pertinents à inscrire aux plans de secteur lors de leur révision.

L'intérêt pour le paysage est souligné dans l'article 1er du Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et du patrimoine (CWATUPE), qui préconise la gestion qualitative du cadre de vie ainsi que la conservation et le développement du patrimoine, dont le patrimoine paysager.

L'article 40 du CWATUPE stipule que le plan de secteur peut comporter en surimpression aux zones d'affectation un certain nombre de périmètres, parmi lesquels les périmètres de point de vue remarquable et d'intérêt paysager. Ces périmètres ont valeur réglementaire et peuvent faire l'objet de prescriptions particulières.

« Rechercher la qualité et la diversité des paysages est l'un des rôles dévolus à la politique d'aménagement du territoire. La prise de conscience de l'importance du paysage est grandissante, et il devient l'un des facteurs-clés du développement territorial. » (SDER, p. 215)

« Il faut dès lors, de manière systématique, prendre réellement compte des aspects paysagers et évaluer l'impact paysager de l'ensemble des actes d'urbanisme. » (SDER, p. 215)

Construction de l'indicateur

La quantification de la valeur paysagère est une tâche ardue, car cette perception est grandement subjective. Dans ce projet, nous nous sommes dès lors basés sur les périmètres et points de vue ADESA ainsi que sur les périmètres de protection du paysage inscrits aux plans de secteur.

Pour chaque point de vue ADESA, une zone de visibilité a été délimitée (cf. figure 16). Le point d'observateur était fixé à 1m75 et la hauteur de la cible à 8 m. L'angle de vue a quant à lui été calculé sur la base des lignes fournies par l'étude ADESA. L'impact d'une nouvelle construction dans une de ces zones a été traduit par une diminution de la cote attribuée pour le paysage. Cette diminution de cote a son point d'inflexion à 750 m du point d'observation, distance à partir de laquelle l'inclusion d'un bâtiment dans le paysage devient plus facilement réalisable, en fonction décroissante de la distance. Par ailleurs, les emplacements visibles de plusieurs points de vue différents sont pénalisés de manière plus importante que ceux visibles d'un seul point de vue.

La figure 17 nous indique l'étendue des périmètres de protections du paysage pour l'ensemble de la Wallonie.

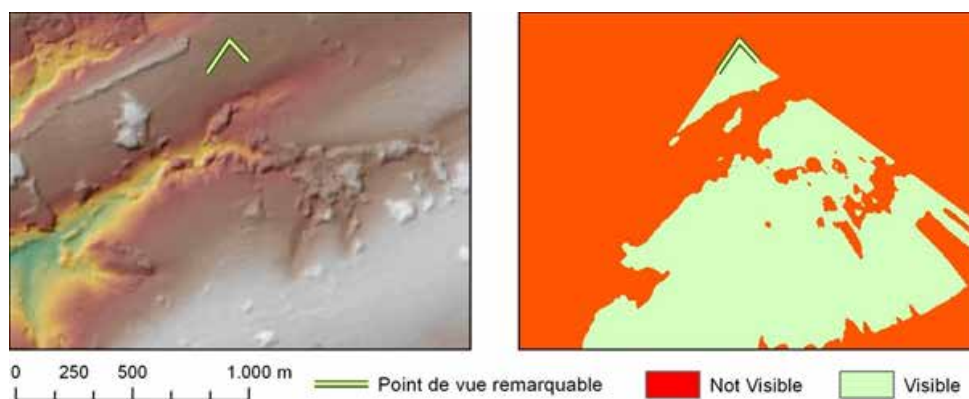


Figure 16: Modèle numérique de surface (à gauche) et résultat de l'analyse d'inter-visibilité (à droite) pour un seul point de vue (CPDT, 2012)

Périmètres de protection du paysage		Valeur
Périmètres de protection du paysage	Dans l'angle du point de vue remarquable ADESA et ce jusqu'à 750 mètres	0/10
	Au-delà des 750 mètres, la valeur augmente de « 1 » tous les 25 mètres jusqu'à 100 mètres du point de vue	
	Périmètre d'intérêt paysager (ADESA)	0/10
	Périmètre de protection du paysage inscrit au plan de secteur	0/10

Tableau 13: Protection du paysage (CPDT, 2012)

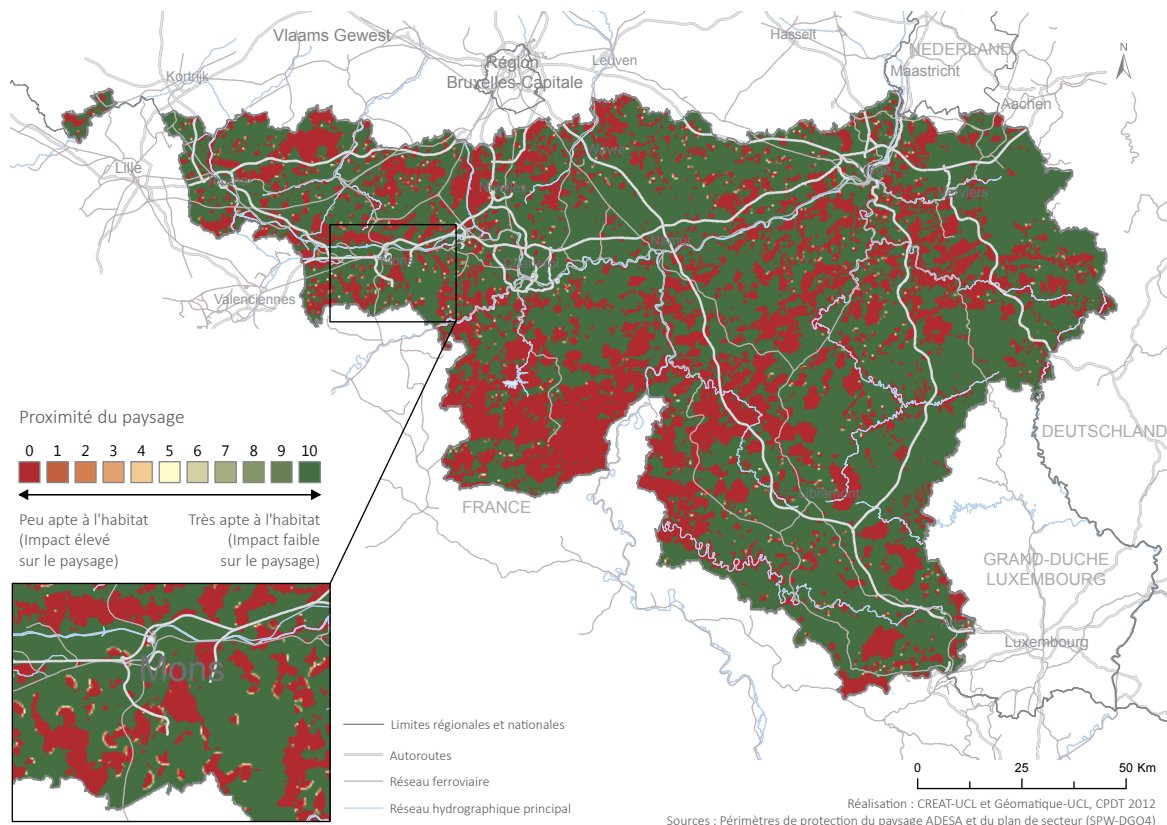


Figure 17: Périmètres de protection du paysage (CPDT, 2012)

2.2.1.7 Protection du patrimoine bâti

Ce facteur reprend les périmètres des zones de protection des biens classés. Malgré le fait que ceux-ci se localisent en grande partie sur des terrains déjà bâtis, l'équipe de recherche a décidé de les prendre en considération afin d'avoir un modèle le plus complet possible.

Le tableau 14 reprend les différents périmètres ainsi que les valeurs qui leur sont attribuées :

Périmètre de protection des biens patrimoniaux	
Catégorie	Valeur
Protection des biens classés	5/10
Sites classés	0/10
Ensemble archéologique	0/10
Ensemble architectural	0/10

Tableau 14: Périmètres de protection des biens patrimoniaux (CPDT, 2013)

Ci-dessous, la figure 18 illustre la spatialisation du facteur à l'échelle de la Wallonie.

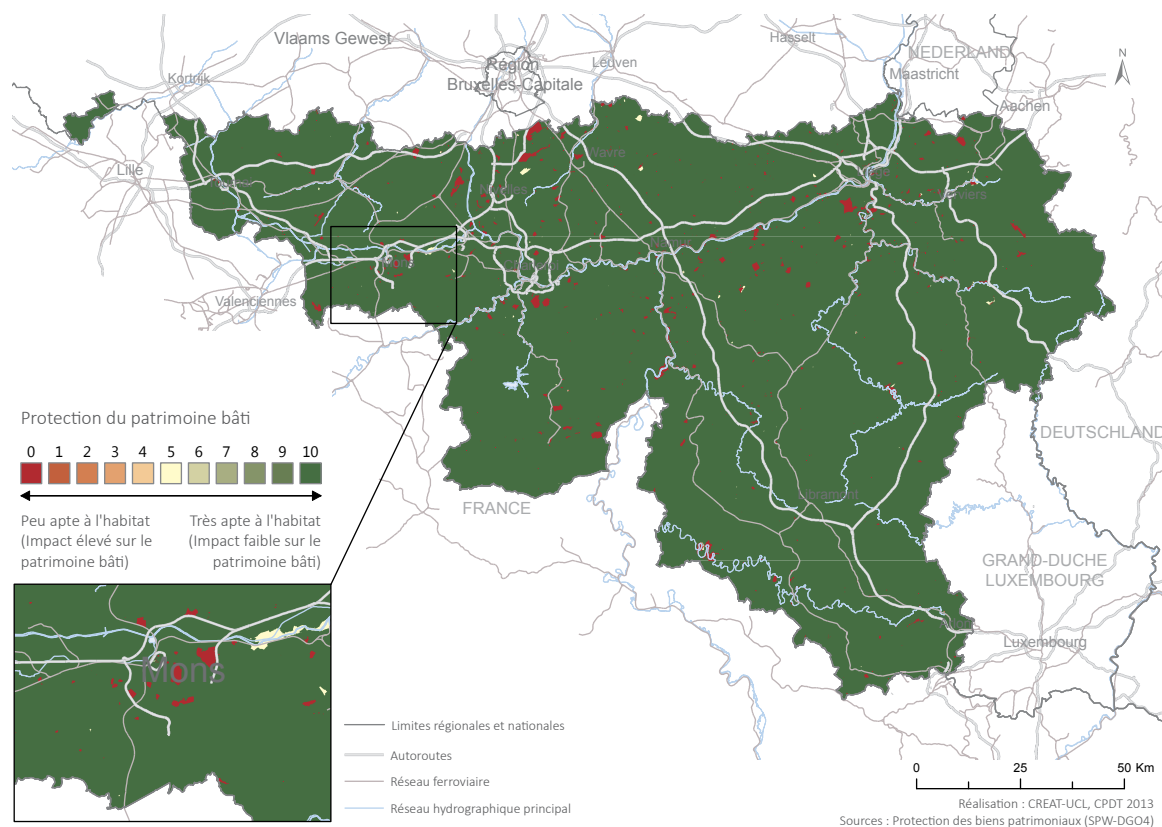


Figure 18: Périmètres de protection du patrimoine bâti (CPDT, 2013)

2.2.1.8 Risques naturels et industriels

Ce facteur reprend une série de périmètres illustrant les risques naturels et industriels présents sur le territoire wallon. À ces périmètres sont rajoutées les zones de bruit engendrées par les infrastructures de transport comme les aéroports, les principales autoroutes et routes principales ainsi que les voies de chemin de fer.

Les risques naturels

Parmi les risques naturels présents en Wallonie, nous pouvons citer :

- Les risques d'éboulement de parois rocheuses
- Les risques de glissement de terrain
- Les périmètres d'aléa d'inondation (moyen et faible)
- Les périmètres de contraintes karstiques

Selon l'Art. 40 du CWATUPE, les périmètres suivants peuvent être inscrits en surimpression sur le plan de secteur: périmètres de risque naturel ou de contrainte géotechnique majeurs tels que les aléas d'inondation, les risques d'éboulement d'une paroi rocheuse, les risques de glissements de terrain, les contraintes karstiques.

Le SDER souligne la nécessité de développer une politique préventive visant à prendre en compte les risques d'origine naturelle, afin d'assurer l'intégrité physique des habitants et de leurs biens, de même que pour protéger les infrastructures. Dans cette optique, le SDER entend limiter l'urbanisation de ces zones à risque (SDER, chapitre IV.5).

Les risques technologiques ou industriels

- Les sites et périmètres SEVESO
- Les lignes électriques à haute tension (ELIA)
- Les conduites de gaz (Fluxys et OTAN)

La directive européenne 98/82/CE du Conseil (directive Seveso 2) concerne la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. L'article 12 de cette directive, tel que modifié par la directive 2003/105/CE du Parlement européen et du Conseil, traite de la maîtrise de l'urbanisation autour des établissements Seveso. Cet article impose aux États membres de prendre en compte les objectifs de prévention d'accidents majeurs et la limitation des conséquences de tels accidents dans les politiques d'affectation ou d'utilisation des sols.

Les politiques des États membres doivent tenir compte de la nécessité de maintenir, à long terme, des distances suffisantes entre les établissements Seveso et les zones d'habitat, les zones fréquentées par le public, les voies de transport importantes, les zones de loisirs et celles présentant un intérêt naturel particulier ou étant particulièrement sensibles.

En Wallonie, cette réglementation est actuellement transposée au niveau du permis d'environnement en ce qui concerne la gestion du risque industriel et au niveau du CWATUPE en ce qui concerne la gestion du risque des implantations à proximité des sites Seveso.

« Les nouvelles entreprises soumises à la législation SEVESO seront localisées dans les zones d'activités économiques spécifiques, lesquelles comporteront en surimpression au plan de secteur la mention « Risques majeurs » (RM). La zone à risque doit comporter des dispositifs d'isolement ». (SDER, p180)

Le bruit

Un cadre de vie de qualité n'est pas envisageable sans une gestion appropriée des nuisances sonores et des conséquences qu'elles engendrent sur les personnes, mais aussi sur la faune et l'environnement en général.

En Wallonie, les zones bruyantes se localisent principalement au niveau des aéroports de Liège Airport et de Charleroi Brussels South Airport, au niveau des grandes agglomérations comme Liège, Charleroi, Mons et Namur, et le long des autoroutes et lignes ferroviaires en exploitation.

Les périmètres de bruit autour des principaux axes routiers résultent d'une étude menée par le SPW et le bureau Atech. Les axes routiers ne possédant pas de périmètres calculés ont été produits de manière théorique par une série de « buffers ». Les périmètres de bruit autour des voies de chemin de fer proviennent également d'une étude réalisée par le SPW et le bureau Atech. Tout comme pour les axes routiers, les axes ferrés ne possédant pas de périmètres calculés ont été produits de manière théorique par une série de « buffers ».

Les instances européennes ont adopté en juin 2002 une directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (directive 2002/49/CE). Les sources de bruit ciblées par la directive sont le trafic routier, ferroviaire ou aérien ainsi que certains sites industriels. La transposition de cette directive a fait l'objet de l'arrêté du Gouvernement wallon du 13 mai 2004. Cet arrêté prévoit l'établissement de cartes de bruit stratégiques ainsi que de plans d'action.

Le SDER fait référence à la protection de la population contre les risques naturels et technologiques notamment en luttant contre le bruit (SDER, chapitre IV.5). Le SDER préconise de trouver un équilibre entre la satisfaction de la demande en déplacement et la préservation du cadre de vie (SDER, chapitre VI.3). Or la majorité des nuisances sonores proviennent souvent des infrastructures de transport (aéroports, autoroutes, chemins de fer, etc.).

La figure 19 nous renseigne sur l'ampleur territoriale de ces périmètres de bruit.

Construction de l'indicateur

Le tableau 15 reprend les périmètres du critère «risques». Pour rappel, ce dernier reprend à la fois des éléments de risques liés à la nature et aux industries, mais aussi ceux liés aux bruits. Les cotations de 0 à 10 sont donc instaurées sur la même échelle de valeurs pour l'ensemble de ces risques. Le facteur «Risque» reprend en quelque sorte un ensemble de sous-facteurs (risques naturels, industriels et le bruit).

	Critère	Valeur
Périmètres à risque d'éboulement de parois rocheuse	Périmètre de contrainte majeure	0/10
Périmètres à risque de glissement de terrain	Périmètre à risque de glissement de terrain	0/10
Périmètre d'aléa d'inondation	Périmètre d'aléa élevé	Contrainte d'exclusion
	Périmètre d'aléa moyen	0/10
	Périmètre d'aléa faible	5/10
Périmètres de contraintes karstiques	Périmètre de contrainte karstique forte	0/10
	Périmètre de contrainte karstique modérée	0/10
	Périmètre de contrainte karstique faible	5/10
Sites SEVESO	Site SEVESO	Contrainte d'exclusion
	Périmètres vulnérables 200 & E-6	0/10
	Périmètre vulnérable provisoire	0/10
	Périmètre d'avis de 2 km pour les sites Seveso ne faisant pas l'objet de périmètres vulnérables	0/10
Périmètres sous les lignes électriques à haute tension	Périmètre de 100 mètres autour des lignes à haute tension au niveau du sol	0/10
Les zones de bruit à proximité des aéroports	56 dB(A) ≤ 61 dB(A)	5/10
	61 dB(A) ≤ Lden ≤ 66 dB(A)	5/10
	66 dB(A) ≤ Lden ≤ 70 dB(A)	0/10
	Lden ≥ 70 dB(A)	0/10
Les zones de bruit à proximité des axes autoroutiers	> 80 dB(A)	0/10
	75 dB(A) ≤ Lden ≤ 80 dB(A)	2/10
	70 dB(A) ≤ Lden ≤ 75 dB(A)	4/10
	65 dB(A) ≤ Lden ≤ 70 dB(A)	6/10
	60 dB(A) ≤ Lden ≤ 65 dB(A)	8/10
	55 dB(A) ≤ Lden ≤ 60 dB(A)	10/10
Les zones de bruit à proximité des axes ferroviaires	> 80 dB(A)	0/10
	75 dB(A) ≤ Lden ≤ 80 dB(A)	2/10
	70 dB(A) ≤ Lden ≤ 75 dB(A)	4/10
	65 dB(A) ≤ Lden ≤ 70 dB(A)	6/10
	60 dB(A) ≤ Lden ≤ 65 dB(A)	8/10
	55 dB(A) ≤ Lden ≤ 60 dB(A)	10/10

Tableau 15: Risques naturels et industriels (CPDT, 2012)

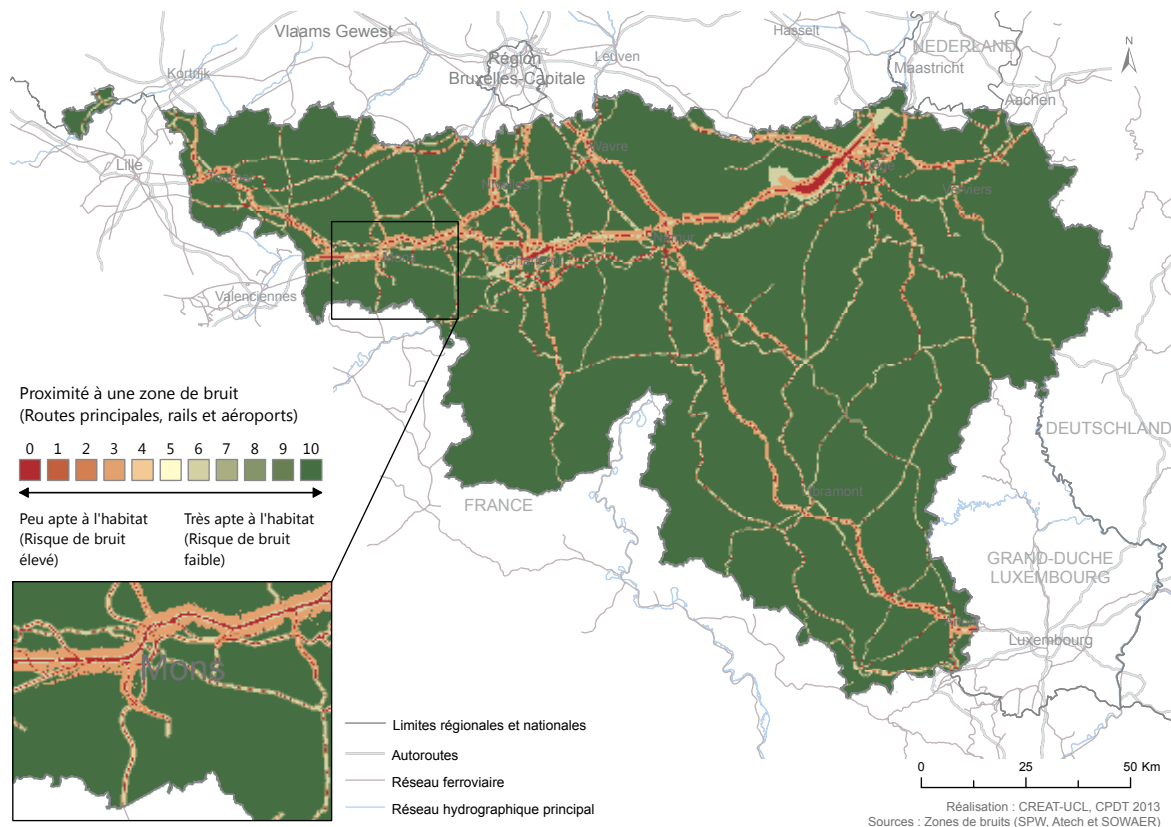


Figure 19: Proximité à une zone de bruit (CPDT, 2013)

2.2.1.9 Préservation des sols fertiles

Description du critère

Ce facteur illustre l'impact d'une nouvelle construction sur les meilleures terres agricoles de Wallonie. L'application de ce critère consiste en l'examen de la qualité des terres agricoles illustrée ici par l'aptitude des terres pour la culture des betteraves sucrières et fourragères ainsi que de la luzerne (cf. figure 37). À ce jour (août 2014), seules ces trois cultures ont fait l'objet d'une cartographie d'aptitude par le Service Public de Wallonie. De manière générale, ce facteur vise à conserver les terres les plus aptes pour une fonction agricole.

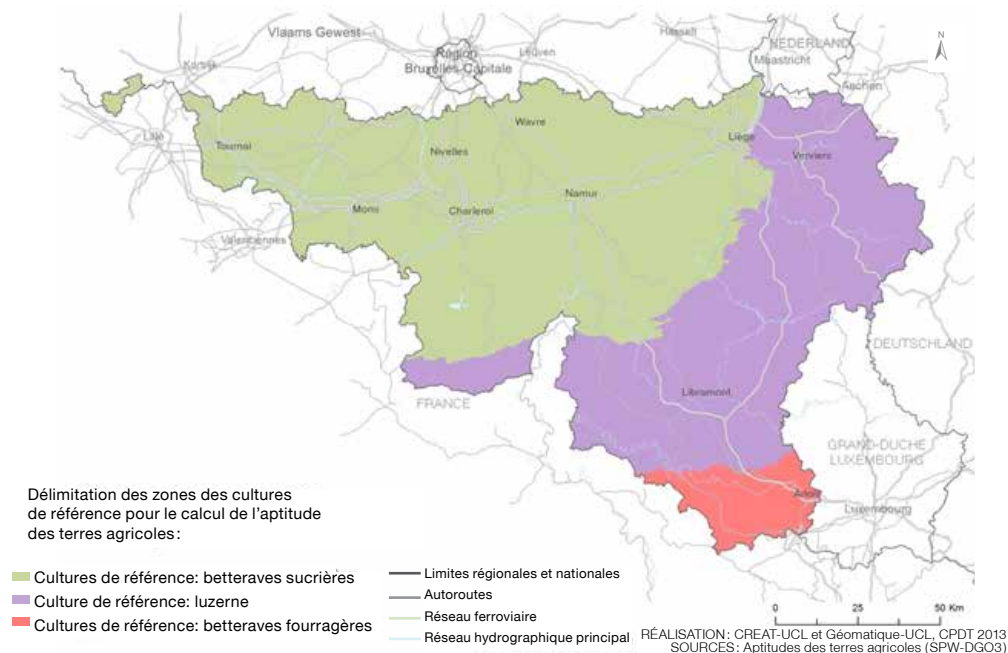


Figure 20: Délimitation des cultures de référence pour l'aptitude des sols agricoles (SPW-DGO3)

Les terrains de forte valeur agricole seront souvent aptes à recevoir des activités résidentielles, car ils présentent les mêmes avantages : zone de faible relief, bon drainage... Une certaine concurrence va donc apparaître entre les différentes fonctions et il sera nécessaire de trouver un équilibre entre elles. À l'heure actuelle, la préservation des terres les plus aptes à la culture n'est inscrite dans aucun cadre juridique. La concurrence entre fonctions agricoles et fonctions résidentielles et/ou économiques se traduit notamment au niveau de la qualité des terres. En effet, il paraît nécessaire de ne pas hypothéquer, par l'implantation de nouvelles activités, la vocation agricole des terres les plus aptes à la culture de céréales. Différents documents abondent dans ce sens. Le SDER indique que «les terres agricoles de bonne qualité seront préservées de l'urbanisation» (SDER, chapitre VII.4) et l'Atlas de Wallonie d'ajouter que «la connaissance de l'aptitude intrinsèque des sols est un élément essentiel pour répondre aux problématiques de gestion parcimonieuse du sol»⁸.

⁸ Note de recherche destinée au Gouvernement wallon. Lepers E., Neri P., et al, 2009. Vers un développement territorial durable: Critères pour la localisation optimale des nouvelles activités. CPDT: Note de recherches, n°2 (p58).

Construction de l'indicateur

Ce critère a été réalisé par les FUSAGx pour le MRW-DGA et consiste en l'examen de la qualité des terres pour la culture de céréales. Il vise à conserver les terres les plus aptes pour une fonction agricole. L'aptitude des terres est déterminée sur base de la carte pédologique. À chaque type de sol est associée une classe d'aptitude selon sa nature. Les sols limoneux à drainage favorable sont ceux qui présentent les meilleurs résultats sur ce critère. Le tableau 16 reprend la classification des aptitudes pour les terres agricoles, la figure 21 l'illustre spatialement.

Critère		Valeur
Classes d'aptitude des terres agricoles	Sols très aptes	0/10
	Sols très aptes à aptes	1/10
	Sols aptes	2/10
	Sols aptes à assez aptes	3/10
	Sols assez aptes	4/10
	Sols assez aptes à peu aptes	5/10
	Sols peu aptes	6/10
	Sols peu aptes à inaptes	7/10
	Sols inaptes pour la culture	8/10
	Sols totalement inaptes pour l'agriculture	9/10
Sols construits (bâti), absence de données hors propos		10/10

Tableau 16: Classes d'aptitude des terres agricoles (CPDT, 2012)

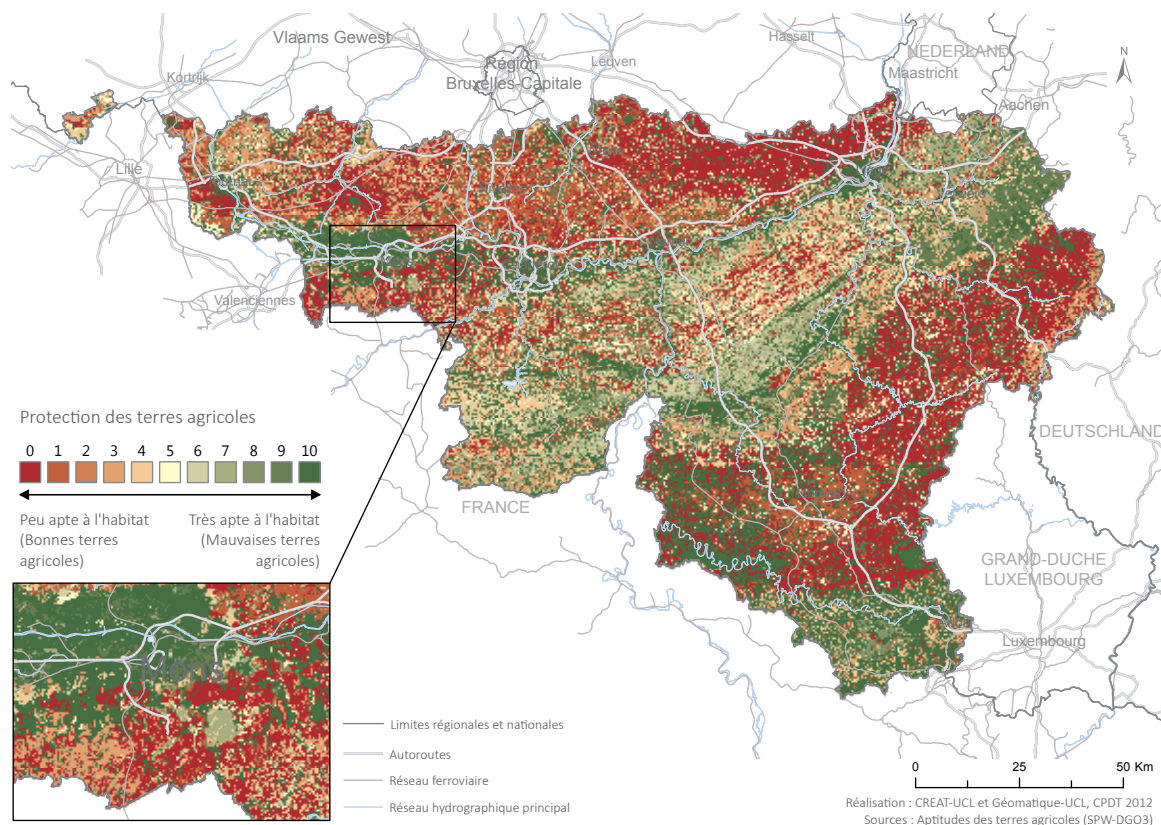


Figure 21 : Aptitude des terres agricoles (CPDT, 2012)

2.2.1.10 La pente

Description du critère

Ce facteur illustre l'impact de la topographie locale d'un site sur une nouvelle construction (coûts supplémentaires voire impossibilité de construire).

La construction sur les terrains de forte pente doit faire l'objet de précautions particulières tant pour des raisons techniques (risques d'éboulements, érosion, sécurité...) que d'intégration urbanistique. Il est en outre admis que dans la plupart des cas, les zones de forte pente jouent un rôle paysager non négligeable et que leur urbanisation accentuée, par conséquent, l'impact sur le paysage.

Seul l'art. 84 du CWATUPE concerne la modification du relief. Il stipule que « Nul ne peut, sans un permis d'urbanisme préalable... modifier sensiblement le relief du sol ». Aucun texte légal n'interdit cependant, a priori, les constructions dans les zones présentant un dénivelé important.

Le SDER quant à lui souligne la nécessité de développer une politique préventive visant à prendre en compte les risques d'origine naturelle, afin d'assurer l'intégrité physique des habitants et de leurs biens, de même que pour protéger les infrastructures. Dans cette optique, le SDER entend limiter l'urbanisation des zones à risques : « L'urbanisation des terrains exposés à des risques naturels prévisibles ou des contraintes géotechniques majeures sera interdite ou fortement limitée. Les actes et travaux nécessitant un permis seront interdits ou soumis à des conditions particulières de protection » (SDER, p. 180). Le SDER reprend les zones de forte pente comme étant des zones à risque et prévoit leur repérage.

Construction de l'indicateur

L'indicateur se base sur la cartographie des pentes réalisées par la DGRNE (SPW-DGO3) via un raster d'une résolution de 10 mètres (cf. figure 22). Pour correspondre aux autres critères, la résolution de la couche raster de base a été réduite à celle des autres critères, soit des pixels de 25 x 25 m. Chaque pixel du territoire est répertorié dans une classe de pentes (cf. tableau 17).

	Critère	Valeur
Classe de pente (en %)	= < 1 %	10/10
	entre 1 et 3 %	9/10
	entre 3 et 5 %	7/10
	entre 5 et 7 %	5/10
	entre 7 et 10 %	3/10
	entre 10 et 15 %	1/10
	> 15 %	0/10

Tableau 17: Classification des pentes (CPDT, 2012)

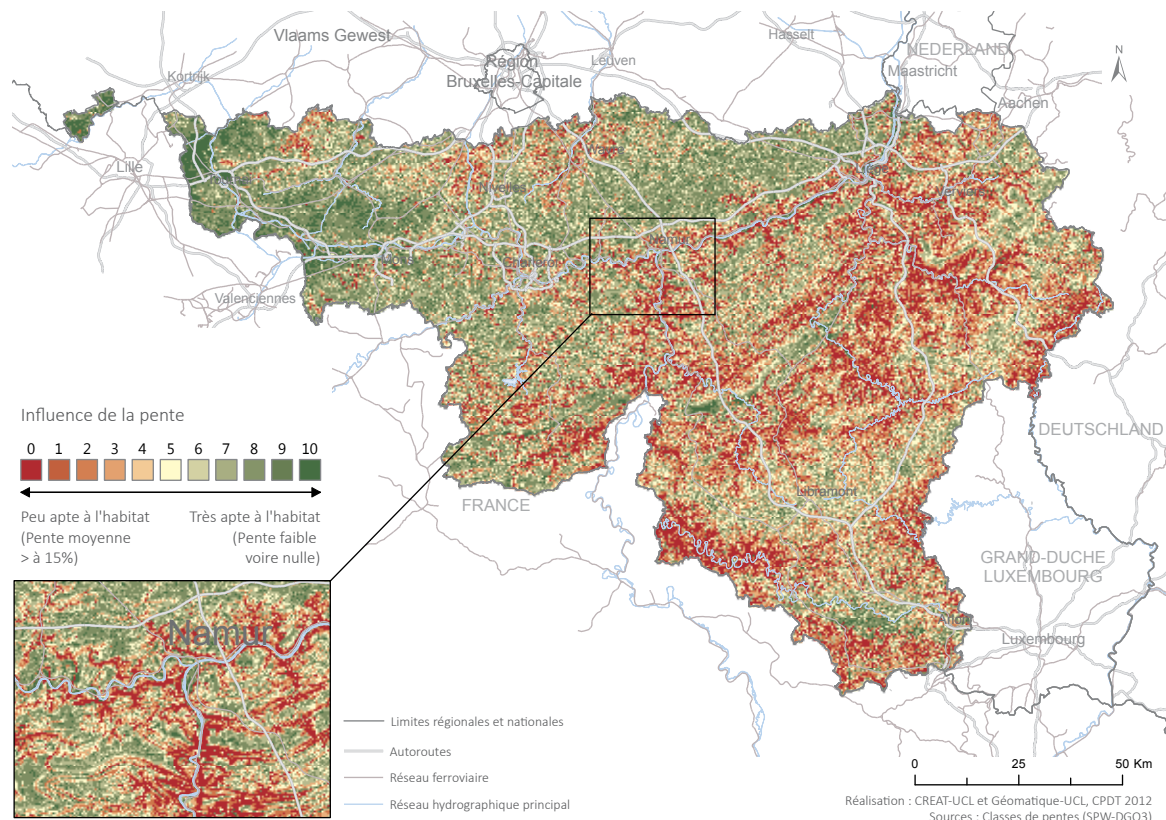


Figure 22: Influence de la pente (CPDT, 2012)

2.2.1.11 Connectivité aux impétrants

Description du critère

Ce facteur illustre, pour un site donné, le niveau de connexion aux différents impétrants (comme le système d'assainissement des eaux usées).

Au niveau de la loi, le CWATUPE mentionne que « l'aménagement du territoire peut participer à la mise en œuvre de conditions favorables à la maîtrise du coût de l'eau (...) La lutte contre la dispersion de l'habitat est (...) un facteur de réduction de ces coûts. »

L'un des objectifs du SDER est d'assurer la protection et l'amélioration de la qualité des eaux de surfaces (SDER, chapitre VII.4). Il prévoit donc l'obligation d'assainir les eaux usées pour toute implantation actuelle ou nouvelle. Ainsi, les habitations desservies par un réseau d'égout doivent y déverser leurs eaux usées tandis que les habitations reprises en régime d'assainissement autonome doivent assurer l'assainissement de leurs eaux usées de manière autonome. Cette obligation devient une contrainte à l'urbanisation dans le sens où, dans le second cas, l'implantation d'un bâtiment engendre un surcoût non négligeable à la construction, au fonctionnement ainsi qu'à l'entretien⁹.

⁹ Note de recherche destinée au Gouvernement wallon. Lepers E., Neri P., et al, 2009. Vers un développement territorial durable: Critères pour la localisation optimale des nouvelles activités. CPDT : Note de recherches, n°8 (p90).

Construction de l'indicateur

L'indicateur se base sur la cartographie issue du PASH (Plan d'assainissement par sous-bassins hydrographiques). Voici la classification des différents périmètres (cf. Tableau 18). La Figure 23 cartographie les zones accessibles aux différents systèmes d'assainissement des eaux présents sur le territoire wallon.

Critère	Valeur
Régime d'assainissement Transitoire (PASH III)	3/10
Régime d'assainissement Autonome (PASH II)	10/10
Régime d'assainissement Collectif (PASH I)	10/10
<i>Tampons multiples autour du réseau PASH I et II :</i>	
0 à 25 mètres	8/10
25 à 50 mètres	6/10
50 à 100 mètres	4/10
100 à 225 mètres	3/10
200 à 475 mètres	2/10
475 à 975 mètres	1/10
Au-delà de 975 mètres	0/10

Tableau 18: Classification pour la proximité au système d'épuration (CPDT, 2012)

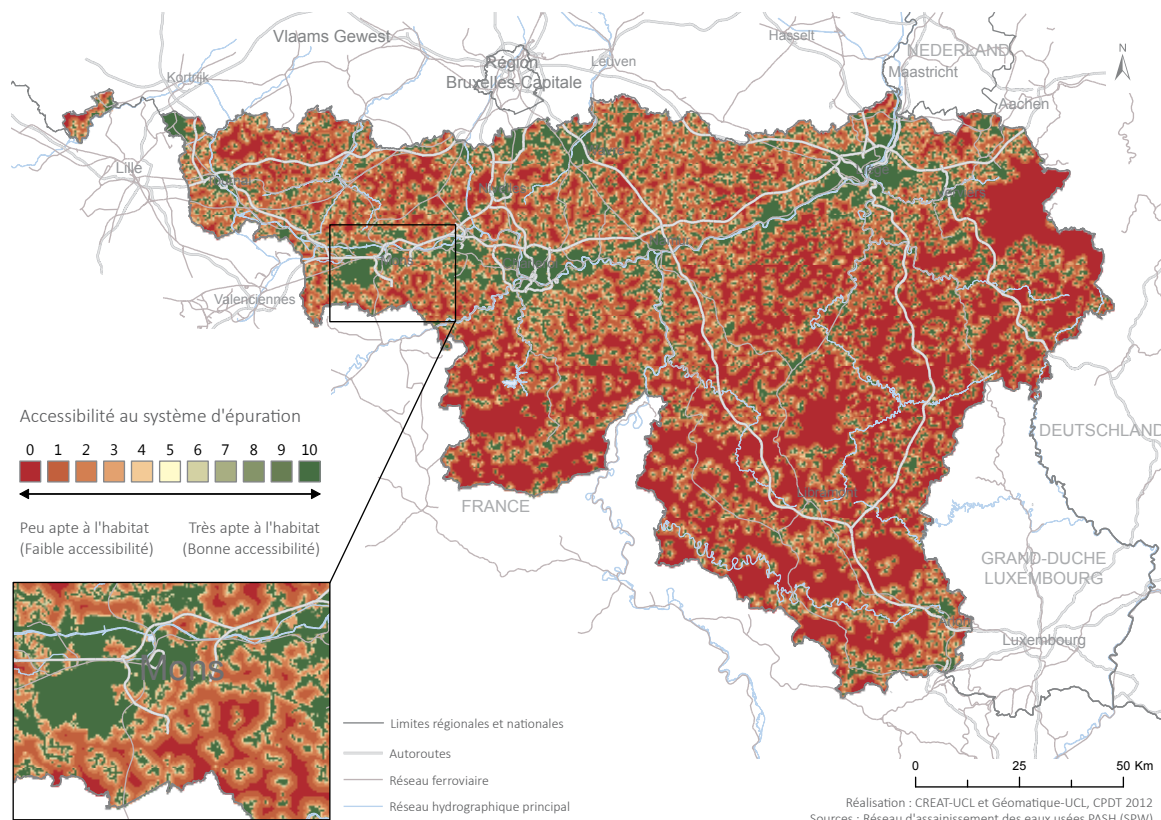


Figure 23: Accessibilité au système d'épuration (CPDT, 2012)

2.2.2. Pondération des facteurs d'aptitude

Une fois les facteurs identifiés et cartographiés, une analyse multicritère est nécessaire afin de les combiner par le biais d'une somme pondérée. Comme cité précédemment, chaque facteur est évalué en lui affectant un coefficient de pondération censé refléter son poids par rapport aux autres. L'avantage de l'analyse multicritère est de fournir une information quantitative sur l'importance relative des différents facteurs. La pondération sera attribuée sur base d'avis d'experts vu que les différents facteurs n'ont pas de dénominateur commun.

Les avis des experts ont été évalués sur base de la matrice ci-dessous (cf. Tableau 20)¹⁰ grâce à une analyse AHP (Analytic Hierarchy Process) lors d'un débat tenu entre plusieurs experts¹¹ en développement territorial. Cette matrice diagonale se remplit dans la partie inférieure gauche en comparant deux à deux tous les facteurs quant à leur importance dans la détermination des zones les plus aptes à un développement territorial durable.

La comparaison entre les facteurs des lignes et ceux des colonnes est échelonnée sur une échelle allant de 1/9 à 9. Si le facteur de la ligne est plus important que le facteur de la colonne, la valeur est > 1, le maximum étant de 9. A l'inverse, la valeur est < 1, le minimum étant de 1/9. Afin de faciliter les comparaisons, les valeurs de comparaison ont été déterminées de la sorte :

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extrême-ment	Très forte-ment	Fortement	Modéré-ment	Égale	Modéré-ment	Fortement	Très forte-ment	Extrême-ment
Moins important					Plus important			

L'estimation de la cohérence des comparaisons faites par les experts est définie par un indice appelé « ratio de cohérence » (CR) et calculé comme suit :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Où CI est l'indice de consistance (voir équation ci-dessous) et RI est l'indice de consistance aléatoire généré par l'attribution aléatoire de valeurs dans la matrice.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

La valeur de cet indice doit être inférieure ou se rapprocher de 0.1 pour s'assurer d'une bonne cohérence. Si cet indice se rapproche de 0.5, cela signifie que la valeur des comparaisons se rapproche d'une attribution au hasard. L'AHP brute a montré un ratio de cohérence de 0.21. Après correction de quelques valeurs aberrantes, cet indice est descendu à 0.13 ce qui indique une cohérence relativement bonne.

Cette méthode permet donc de dégager des poids à chacun des facteurs dans le calcul final de l'aptitude à la construction de nouveaux logements en Wallonie. Cette nouvelle pondération dite des « experts » servira de base pour la suite du modèle. À l'avenir, d'autres débats de ce genre pourraient avoir lieu avec un autre public (experts immobiliers, futurs acquéreurs d'un bien, etc.) afin de comparer les résultats obtenus.

¹⁰ Pour faciliter la comparaison entre les différents facteurs, certains d'entre eux ont été regroupés dans la catégorie « surcoûts techniques ». La protection de la biodiversité faisant débat entre les différents experts, ce facteur a dû être écarté du processus AHP.

¹¹ Cfr. débats sur la pondération des facteurs du modèle, *ibid.*

Le Tableau 19 indique le poids relatif des différents facteurs entre eux selon l'avis des différents experts interrogés. La Figure 24 illustre, quant à elle, l'aptitude générale obtenue suite à l'avis des experts pour l'accueil de nouveaux logements. Notons que cette cartographie n'est pas encore croisée avec le plan de secteur actuel, ceci constitue l'étape suivante.

Facteurs		Poids
L'accessibilité	Voiture aux pôles ¹² I et II	7 %
	Voiture aux densités d'activités humaines fortes	4 %
	Alternative aux pôles I et II	3 %
	Alternative aux densités d'activités humaines fortes	1 %
	Alternative aux écoles primaires	6 %
	Alternative aux écoles secondaires	12 %
Proximité à la densité d'activité humaine		4 %
Qualité environnementale du quartier		4 %
Protection de la biodiversité		8 %
Protection des eaux souterraines		8 %
Préservation des paysages		3 %
Protection du patrimoine bâti		6 %
Risques naturels et industriels (dont le bruit)		15 %
Préservation des sols agricoles fertiles		7 %
Pentes (moyennes à faibles)		5 %
Connectivité aux impétrants		7 %
		100 %

Tableau 19: Pondération «experte» des facteurs (CPDT, 2013)

	Accessibilité directe aux activités	Accessibilité directe aux pôles I et II	Accessibilité alternative aux pôles I et II	Accessibilité alternative aux activités	Accessibilité alternative aux écoles primaires	Accessibilité alternative aux écoles secondaires	Densité d'activité humaine	Qualité environnementale du quartier	Surcoût techniques	Les risques naturels et industriels
Accessibilité directe (voiture) aux activités	0	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Accessibilité directe (voiture) aux pôles I et II	1,63	0	n	n	n	n	n	n	n	n
Accessibilité alternative aux pôles I et II	4,02	-0,64	0	n	n	n	n	n	n	n
Accessibilité alternative aux activités	1,57	1,57	1,51	0	n	n	n	n	n	n
Accessibilité alternative aux écoles primaires	-3,66	-1,17	-0,33	0,00	0	n	n	n	n	n
Accessibilité alternative aux écoles secondaires	-1,12	-2,41	0,00	0,00	-1,59	0	n	n	n	n
Densité d'activité humaine	2,72	5,33	-2,81	-3,74	-0,04	0,71	0	n	n	n
Qualité environnementale du quartier	-3,10	-2,54	-0,63	-1,47	0,19	1,04	0,08	0	n	n
Surcoûts techniques	-0,33	-1,35	0,00	0,00	-3,01	-1,58	1,07	1,39	0	n
Les risques naturels et industriels	0,14	1,30	2,00	0,00	-2,65	-1,33	2,15	-0,39	-1,82	0

Tableau 20: Grille des facteurs pour l'élaboration de la matrice de correspondance (CPDT, 2013)

¹² Communes rayonnant largement et faiblement au-delà d'elles-mêmes. Classification synthétique des communes wallonnes (Diagnostic territorial de la Wallonie, CPDT 2011).

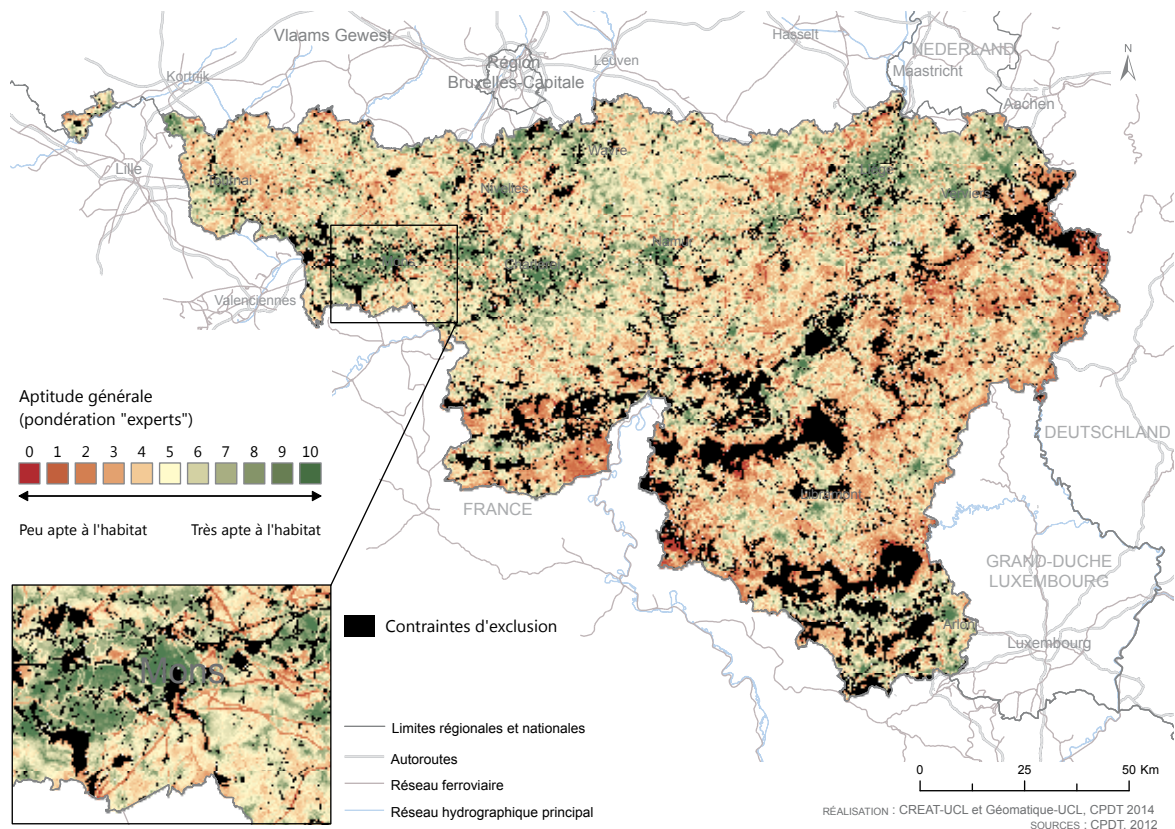


Figure 24: Aptitude générale sur base de la pondération de l'avis des experts (CPDT, 2012)

3. CONCLUSIONS

La note de recherche expose la méthodologie appliquée pour calculer l'indice de durabilité résidentielle du territoire.

Cet indice est calculé à l'aide d'une analyse multicritère (modèle d'aptitude). L'analyse multicritère confronte le territoire à :

- des contraintes d'exclusion : il s'agit d'un critère booléen faisant référence aux périmètres dans lesquels il est interdit d'y construire ;
- des facteurs d'aptitude : il s'agit de hiérarchiser sur une échelle homogène des facteurs d'aptitude tels que l'accessibilité, la qualité environnementale du quartier, la connectivité aux impétrants... Ces facteurs d'aptitude sont par la suite pondérés à l'aide d'une AHP (Analytic Hierarchy Process).

Par conséquent, l'indice de durabilité résidentielle, traduit par une carte d'aptitude, est intrinsèquement lié aux facteurs territoriaux ainsi que de leurs pondérations.

Concernant les facteurs, ils ont tous été identifiés comme des critères importants pour la durabilité du territoire, et aucune étude n'a à ce jour permis de les comparer entre eux. En effet, certains de ces critères se rapportent à des valeurs non marchandes (ex. : paysage, biodiversité...) et la plupart des autres critères sont difficiles à quantifier.

Concernant la classification des critères, l'analyse AHP (Analytic Hierarchy Process) a permis d'établir une pondération tenant compte d'un choix collégial d'experts et de son ratio de cohérence. Cependant, la classification de ces critères en fonction de leur durabilité, dont la définition est adaptée au contexte, et sans connaître leurs évolutions en 2030 (nouvelles technologies, changements sociétaux...), s'est avérée difficile à établir.

4. BIBLIOGRAPHIE

Bureau Fédéral du Plan. (2011). *Perspectives démographiques par arrondissement à l'horizon 2030*. SPF Economie-DGSIE.

CPDT (2002). *Critères, méthodes et applications pour la révision des plans de secteurs: problématique de la mise en oeuvre des zones d'aménagement différé. Problématiques de leur localisation*. Cinquième Volume–Rapport CPDT.

CPDT (2002). *Évaluation des besoins et des disponibilités foncières pour les activités économiques, la protection de la nature, les loisirs de plein air, l'agriculture et la forêt. Thème 1 : Évaluation des besoins et des activités. Problématiques de leur localisation*. Deuxième Volume–Rapport CPDT.

CPDT (2002). *Évaluation des besoins et des disponibilités foncières pour les activités résidentielles. Thème 1 : Évaluation des besoins et des activités. Problématiques de leur localisation*. Premier Volume–Rapport CPDT.

CPDT (2002). *Potentiel foncier et mixité des fonctions. Thème 1 : Évaluation des besoins et des activités. Problématiques de leur localisation*. Quatrième Volume–Rapport CPDT.

CPDT (2002). *Recommandations pour la mise en oeuvre des plans de secteur. Problématiques de leur localisation*. Sixième Volume–Rapport CPDT.

CPDT (2002). *Révision des plans de secteur et mécanismes fonciers en Wallonie*. Études et documents N°2, CPDT.

CPDT (2011). *Les approches spatiales-La structure fonctionnelle*. Dans Diagnostic territorial de la Wallonie.

CPDT (2011-2014). *Densification des tissus urbanisés en Wallonie: forme, acceptabilité et modalités pour accompagner la mutation des tissus bâtis*.

Dachelet, M. (2009). *Pic du pétrole: impasse des politiques d'aménagement du territoire. Le transport et la localisation des entreprises dans l'après-pétrole*. Revue Etopia.

DGO3-SPW & FUSAGx. (2008). Carte d'occupation du sol de Wallonie.

Grandjean M., Leclercq A., Hollaert L., Hanin Y., & Cornelis E. (2001-2014). *Structures territoriales et chaînes d'activité: articuler mixité, densité et accessibilité*.

ICEDD & DGATLP (2006). *Valorisation du Potentiel Foncier. Estimation de la disponibilité brute du parcellaire en zone destinée à l'urbanisation et en ZACC*.

IWEPS (2012). *Perspectives de population et de ménages pour les communes wallonnes: scénario tendanciel*.

Lepers, E., & Morelle, D. (2008). *Occupation et affectation du sol: empreintes de la structure du territoire? Territoire(s) Wallon(s)*, 2, pp.43-58.

Lepers E., & Neri P. (2009). *Vers un développement territorial durable: Critères pour la localisation optimale des nouvelles activités*. CPDT Notes de recherches n° 8 Août 2009.

Neri P., Fontaine K., & Defourny P. (2012). *L'occupation du sol en Wallonie*. Notes de recherche, CPDT.

Radoux J., Neri P., Charlier J., Reginster I., & Defourny P. (2011, janvier). *Exercice de perspectives territoriales sur l'affectation résidentielle du sol: le cas de l'arrondissement de Huy*. Brève de l'IWEPS, n° 18 Janvier 2011.