

ANNEXE 1 : ÉVALUATION DES EMISSIONS DE CO₂ SUIVANT DIFFERENTS SCENARIOS D'AMENAGEMENT EN REGION WALLONNE AU CHAPITRE

1. LE SDER ET LA MAÎTRISE DE LA DEMANDE DE MOBILITE VIA L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Les relations entre l'aménagement du territoire et la maîtrise de la mobilité ne sont pas ignorées par le sein du SDER. Voici diverses mentions de la nécessité de localiser activités et logements en des lieux aisément accessible à pied ou en transport en commun.

Partie II – Projet de développement spatial,

Chapitre VI – Améliorer l'accessibilité du territoire wallon et gérer la mobilité.

(...) De même, l'accessibilité des différentes parties du territoire doit orienter les usages du sol de manière à faciliter les transferts de modes de la voiture particulière vers les transports collectifs. (...)

(...) Les enjeux liés à la mobilité concernent aussi la gestion des transports et les localisations. L'expansion démesurée de l'habitat, la dispersion des différentes fonctions sur l'ensemble du territoire et la localisation peu judicieuse de certaines d'entre elles comptent en effet parmi les causes principales de la croissance des déplacements inutiles, et particulièrement des déplacements motorisés. A plus petite échelle, notamment dans les villes, la ségrégation des activités pose le même problème, et présente notamment des conséquences négatives telles que la pollution de l'air et l'envahissement des espaces publics par le stationnement. Le retour à des villes plus habitables passe donc incontestablement par une meilleure maîtrise de la quantité et des modes de déplacement et par une structuration spatiale qui s'appuie sur l'accessibilité par les transports en commun. (...)

Partie III – Mise en œuvre du projet,

Chapitre I - Structurer l'espace wallon,

4. Structurer les villes et les villages

Pour éviter la dispersion de l'habitat et renforcer les villes et les villages, il est nécessaire d'accroître la densité de l'urbanisation et particulièrement autour de lieux centraux : ceux-ci permettent en effet d'offrir une variété d'activités dans un espace restreint, facilitent l'organisation de services et de moyens de transports performants.

5. Gérer le territoire au quotidien de manière à le structurer.

(...) En ce qui concerne les projets commerciaux, de services, d'équipements ou de loisirs, il convient d'assurer leur bonne insertion dans la structure urbaine afin de ne pas déformer les pôles. On privilégiera en outre l'implantation de ces équipements dans les sites bénéficiant d'une bonne accessibilité en transport en commun. (...)

Les grands équipements de tourisme se localiseront à proximité des zones déjà fréquentées (vallées et pôles d'appui touristiques) jouissant d'une bonne accessibilité afin d'éviter leur dispersion sur tout le territoire. On choisira de manière préférentielle des sites bien desservis par les transports en commun pour encourager d'autres modes de déplacements que l'automobile. (...)

(...) En ce qui concerne en particulier la problématique des déplacements, il faut :

- **intégrer cette problématique dans les choix de localisation**, notamment en fonction d'une bonne accessibilité par les transports en commun aux équipements, services et activités économiques générant d'importants flux de circulation;

- (...)

Chapitre IV – Répondre aux besoins primordiaux,

2. Répondre aux besoins de logement,

(...) Les nouveaux logements doivent être implantés dans les centres, les quartiers péri-centraux et les friches urbaines assainies et réhabilitées. L'objectif est non seulement de revitaliser les villes, et donc d'intégrer la politique du logement à celle de l'aménagement du territoire, mais aussi de mieux répondre aux besoins en services et équipements de proximité des personnes auxquelles seront principalement destinés ces logements (ménages à faibles revenus, familles monoparentales, personnes seules, personnes âgées, situations de transit, etc.). Dans cette optique, on veillera à localiser ces logements dans des lieux accessibles en transports en commun. (...)

3. Répondre aux besoins de commerces, équipements et services.

(...) L'implantation de centres commerciaux et de grandes surfaces commerciales à l'écart des villes et des noyaux d'habitat ne sera plus autorisée. Ce type de commerces devra à l'avenir s'inscrire dans le tissu d'habitat, ou pour le moins le juxter et être aisément accessible à pied et en transports en commun. (...)

(...) *Accessibilité aux équipements et aux services et intégration dans l'habitat*

Dans la décision de la localisation des équipements et des services publics, la disponibilité foncière est souvent un critère déterminant, au détriment de leur accessibilité et de leur inscription correcte dans l'habitat. Toute décision de localisation doit au contraire faire l'objet d'une **évaluation globale tenant compte des effets induits sur les déplacements**. Il faut s'assurer que ces équipements et services puissent être aisément accessibles à pied ou pour le moins en transports en commun, et tenir compte des dispositions à prendre pour les personnes à faible mobilité et plus particulièrement des personnes handicapées. (...)

(...) Pour rencontrer au mieux les besoins de la population, il est nécessaire de réaliser **des équipements de loisirs petits et nombreux, qu'on implantera dans les centres urbains et les quartiers. Ils devront être facilement accessibles à pied, à vélo ou en transports en commun.** (...)

Chapitre V – Contribuer à la création d'emplois et de richesses,

2. Anticiper les besoins du développement économique et assurer les conditions de développement des entreprises.

Mener une réflexion stratégique à propos de la localisation des zones d'activités économiques

(...) ■ *Mieux comprendre les besoins des entreprises*

(...) Les **besoins fonctionnels** des entreprises varient selon le type d'activité mais ils peuvent se résumer à quelques critères :

- les besoins de mobilité : à chaque activité sont associés des besoins de transport (déplacements du personnel ou des visiteurs, approvisionnements et transport des produits finis, etc.) définissant leur "**profil de mobilité**"; (...)

(...) ■ *Analyser les potentialités du territoire*

L'existence de réseaux performants de transport (pour les besoins de mobilité) et d'un réseau de villes (pour les besoins de proximité) créent des potentialités en certains endroits du territoire. En particulier, les lieux où se rencontrent les infrastructures de transport de grande qualité acquièrent, par la présence de celles-ci, un caractère stratégique pour l'économie de la région. C'est le cas :

- des nœuds de transport multimodaux, pour les parcs logistiques;
- des gares de chemin de fer importantes au croisement des lignes les plus fréquentées, où il sera intéressant de prévoir la possibilité de localiser des surfaces de bureaux (aux arrêts de TGV notamment); (...)

(...) On définira ainsi un "**profil d'accessibilité**" des lieux, tant sur le plan régional que sur celui de la structure interne des grandes villes wallonnes. (...)

Mieux répartir les espaces de bureau dans la ville

(...) Ces espaces de bureaux doivent être implantés à proximité des gares et des lieux bien desservis par les transports en commun, non seulement pour être plus directement reliés aux destinations à longue distance, mais aussi pour réduire le trafic automobile.

Chapitre VI – Améliorer l'accessibilité du territoire wallon et gérer la mobilité,

3. Maîtriser la mobilité en vue d'atteindre un équilibre entre la satisfaction de la demande de déplacement et la préservation du cadre de vie.

Moins circuler, mieux circuler

Moins circuler

(...) Cette réduction du volume des déplacements passe principalement par la réduction de leur longueur. Cet objectif a des implications manifestes en termes de localisation. Il faudra dès lors :

- freiner la dispersion des fonctions par leur regroupement dans les centres urbains et les noyaux d'habitat;
- rapprocher les unes des autres les fonctions complémentaires, c'est-à-dire l'habitat, le travail et les équipements, notamment en pratiquant une mixité raisonnée des fonctions.

Mieux circuler

Pour circuler mieux, il faut recourir au mode de transport le plus approprié, c'est-à-dire souvent à celui qui sera le plus respectueux de l'environnement et du cadre de vie.

En ce qui concerne le déplacement des personnes, on favorisera par ordre de priorité la marche à pied et les déplacements à vélo, puis les transports en commun et enfin les déplacements en voiture. Ceci doit bien entendu s'accompagner d'une stratégie de localisation favorisant cette hiérarchie.

Pour ce qui concerne le transport de marchandises, la priorité devrait être accordée à la voie d'eau qui dispose encore d'importantes capacités, puis au chemin de fer et enfin à la route.

2. FORMULATION DES FACTEURS ET DES CORRECTIFS

2.1 FORMULATION POUR LES BUS

2.1.1 Facteurs généraux

Pour la mesure de l'accessibilité en bus, nous considérons un rayon d'attraction maximum de 500 m autour de l'arrêt de bus, et une dénivelée maximum de 60 m sur ce même trajet. Ces distances correspondent à la limite au-delà laquelle le potentiel d'utilisateur du bus susceptible de se déplacer à pied vers l'arrêt ou depuis l'arrêt est considéré comme négligeable.

Mathématiquement, le calcul de l'accessibilité en bus (AB) du pixel ij se présente sous la forme suivante :

$AB_{ij} = \sum$ pour tous les arrêts ar situés dans un rayon de moins de 500 m du pixel ij et si le dénivelé est inférieure à 60 m, de la plus haute valeur propre à chaque ligne

$$AB_{ij} = \sum \left[P_{ar} * \left(\frac{500 - dist_{ij-ar}}{500} \right) * \left(\frac{60 - \Delta Z}{60} \right) \right]$$

Avec P_{ar} = poids de l'arrêt via la fréquence sur la ligne (voir pt 4.1.1.1)

ΔZ = différence d'altitude

$dist_{ij-ar}$ = distance à l'arrêt

Le programme gère les problèmes induits si différents arrêts consécutifs d'une même ligne sont situés à moins du double de la distance maximale d'influence. Pour éviter l'addition des valeurs liées aux fréquences de passage d'une même ligne, une matrice garde en mémoire les dernières valeurs d'accessibilité (et ce indépendamment pour chaque ligne) et ne considère ensuite que la plus élevée, tous arrêts confondus.

2.1.2 Correctif spécifique au lieu de résidence

Cette procédure vise la formalisation de la correction relative à la distance aux petites, moyennes et grandes villes ainsi qu'aux polarités secondaires des grandes agglomérations.

Les polarités considérées ont été classées en 6 types principaux sur base du volume d'emplois concentré dans le centre de la localité.

Notons que les localités de Blaton, Marbehan, Marloie, Jemelle et Luttre ont moins de 1 000 emplois en leur centre. Nous les avons néanmoins conservées car ce sont des gares de départ importantes bénéficiant d'une bonne accessibilité en bus. Elles ne sont pas réellement situées dans un centre urbain mais servent plutôt de point de transbordement.

ANNEXES

Tableau 1 : Villes concernées et leur typologie (fonction du volume d'emploi présent au centre-ville)

Type de ville (volume d'emplois au centre)	Province de Liège	Province de Hainaut	Province de Namur	Province du Brabant wallon	Province du Luxembourg
1 000 – 2 500	Amay Ans Aywaille Chênée Fléron Hannut Herstal Herve Saint-Vith Stavelot Theux Visé Welkenraedt	Blaton Boussu Chimay Comines Dour Enghien Erquelinnes Fleurus Frameries Gilly Gosselies Lessines Leuze-en- Hainaut Luttre Marchienne- au-Pont Péruwelz Quiévrain Thuin	Andenne Auvélais Beauraing Couvin Florennes Jemelle Philippeville Rochefort Tamines	Jodoigne La Hulpe Louvain-la- Neuve Rixensart Tubize Waterloo	Athus Bertrix Florenville Marbehan Marloie Neufchâteau Pétange (GDL) Saint-Hubert Vielsalm Virton
2 500 – 7 000	Eupen Jemeppe Les Guillemins Malmédy Spa Waremme	Ath Binche Braine-le- Châtelet Comte Saint-Ghislain Soignies	Ciney Dinant Gembloux	Braine-l'Alleud Nivelles Ottignies Wavre	Bastogne Libramont Marche-en- Famenne
7 000 – 12 000	Huy Verviers	La louvière Mouscron Tournai			Arlon
12 000 – 30 000	Aix-la-Chapelle (D)	Mons			
30 000 – 50 000		Charleroi	Namur		
50 000 et plus	Liège			Bruxelles	Luxembourg (GDL)

La formulation des équations de la courbe correctrice varie selon le classement de chaque pôle dans cette hiérarchie des villes et pôles secondaires. Pour chaque classe, 5 paramètres principaux sont fixés : **a**, **b**, **c**, **distMax**, et **poids** suivant la logique expliquée plus bas.

Tableau 2 : Paramètres pour la correction bus au lieu de résidence

Type de ville	Type 1	Luxemb.	Type 2	Type 3	Aachen	Type 4	Type 5	Type 6
Emplois	>50 000		30 000 - 50 000	12 000 - 30 000		7 000 - 12 000	2 500 - 7 000	1 000 - 2 500
a	1.15	1.7	1.15	1.1	1.65	1.05	1.05	1
b	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.2	0.2	0.25
c	0.608497	0.319479	0.565033	0.456373	0.176554	0.347713	0.282517	0.217320
distXmax	6	6	5	4.5	4.5	4	3.5	3

ANNEXES

Poids	8	8	6	4	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

La formulation de la courbe se décompose en deux parties, délimitées par $distX_{max}$:

$$courbe1 = b + a \times \sin\left(\frac{distX \times \pi}{2 \times distX_{max}}\right)$$

$$courbe2 = (a + b) \times \left(\frac{1}{\cosh\left(\frac{distX - distX_{max}}{c}\right)}\right)^{0,01}$$

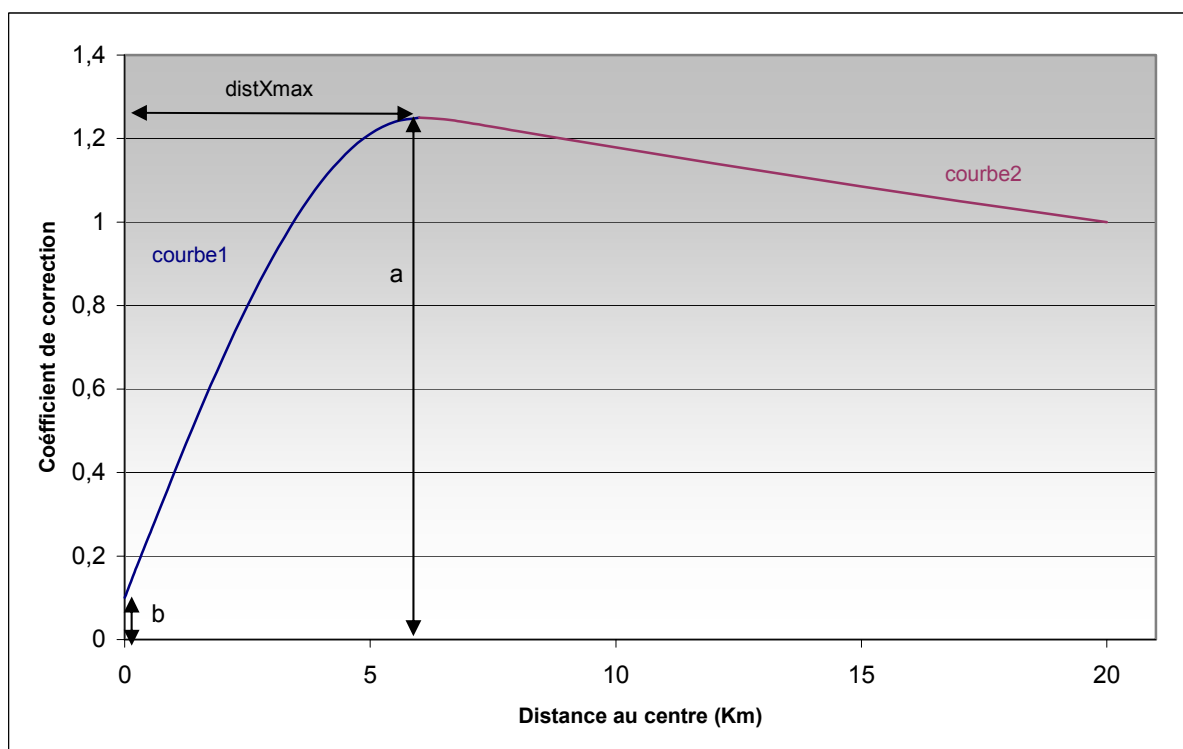
Avec : $distX$ = distance à la ville X

$distX_{max}$ = distance maximum à la ville X

a,b,c = coefficients spécifiques à chaque ville

Ces deux courbes sont représentées graphiquement ci-après :

Graphique 1 : Fonction type par ville pour la correction des bus



De forme relative, le correctif va de 10 % à 180% de l'accessibilité bus. Le point à partir duquel les distances au centre-ville sont calculées est le lieu de plus grande accessibilité par les bus (gares des bus).

Revenons à présent à la fixation des paramètres dans le cadre des corrections propres à chaque ville. Pour obtenir un correctif spécifique à chaque ville, nous avons fixé les 4 paramètres : **a**, **b**, **c** et **distXmax**. Et dans un second temps le cinquième : le **poids**. La logique suivie pour fixer ces paramètres est fonction du volume d'emplois présents au centre des villes. Les coefficients de ces courbes sont extraits de l'analyse des résidus, la difficulté étant de parvenir à faire la part de l'influence de chaque ville. c'est pourquoi nous avons procédé de manière itérative.

Plus le volume d'emploi au centre de la ville est important, plus la différence entre **a** et **b** sera importante et plus la distance à parcourir depuis le centre avant de voir la correction atteindre sa valeur maximale (**distXmax**) sera élevée (effet de la plus grande utilisation des bus en périphérie des grandes villes).

Le facteur **c** a également une valeur d'autant plus importante que le volume d'emploi au centre de la ville est important. Le facteur **c** agit sur l'inflexion de la courbe après le maximum. Cela signifie que les majorations importantes en valeur absolue à apporter à la part attendue s'étendent sur de nombreux kilomètres autour de Liège ou Charleroi tandis que cette majoration s'estompe rapidement une fois que l'on s'éloigne de petites villes comme Neufchâteau, Hannut ou Peruwelz.

Concernant le facteur **b** (dont la valeur constitue un minimum et qui s'applique au centre de chaque ville, c'est-à-dire quand $X = 0$), il est lié directement au volume d'emploi concentré dans les centres urbains (de 10% à Liège à 25% dans les plus petits pôles).

Les quatre paramètres sont déterminés de façon quelque peu subjective (la subjectivité initiale est néanmoins atténuée par les ajustements successifs opérés après chaque analyse des résidus). Une fois ceux-ci fixés pour chacun des 6 niveaux dans lesquels se regroupent les 91 villes, on calcule en tout point de l'espace la valeur corrigée liée à la distance à chacune de ces villes considérée séparément, en utilisant telles qu'elles les deux formules (voir ci-dessus). Nous obtenons ainsi 91 corrections que nous nommerons : $Corr_{Bxl}$, $Corr_{Lg}$, $Corr_{Nam}$, $Corr_{Lux}$...

Dans un second temps, nous combinons les différentes corrections qui consistent à présent en une courbe par ville. Pour ce faire, il faut tenir compte du poids de chaque ville (fonction du nombre d'emplois présents dans le centre) et de la distance à laquelle on se trouve par rapport aux différentes villes. Par rapport à une ville et à une distance donnée, le correctif n'a donc pas toujours la même importance dans toutes les directions ; on observe un effet d'anisotropie. Une simple addition des correctifs ne rend pas cet effet. La correction générale doit donc se rapprocher d'un modèle gravitaire, fonction du **poids** des villes. Elle se formule comme suit :

$$CorrG = \frac{CorrX \times PoidsX \times \left(10 \times \sqrt{\frac{distX}{DistX \max}} \right) + CorrY \times PoidsY \times \left(10 \times \sqrt{\frac{distY}{DistY \max}} \right) + \dots}{PoidsX \times \left(10 \times \sqrt{\frac{distX}{DistX \max}} \right) + PoidsY \times \left(10 \times \sqrt{\frac{distY}{DistY \max}} \right) + \dots}$$

Avec $CorrX$ = la courbe de correction appliquée à la ville X

$PoidsX$ = le poids de la villes X dépendant de son importance relative

$distX$ = la distance à la ville X

$distXmax$ = la distance maximum de l'aire d'influence de la ville X

Contrairement au correctif correspondant pour le train (voir point 7.1.2.2), le correctif prendra une forme relative plutôt qu'absolue. Dans le cas du bus au lieu de résidence, la proportion des gens vivant au-delà de la distance seuil fixée pour le calcul d'accessibilité micro (500 m d'un arrêt à vol d'oiseau) et utilisant le bus est bien plus insignifiante que pour le train. Pour le bus, il faut donc adopter une méthode d'insertion spécifique de ce correctif.

Formulé mathématiquement, on obtiendra la part modale attendue du bus en appliquant les opérations suivantes :

$$\text{Accessibilité}(\text{équivalentBus}) * \text{CorrectifDistVillesBus} = \text{AccessibilitéCorrigée}(\text{équivalentBus})$$

Le résultat de la corrélation entre la PartModaleBusObservée et l'AccessibilitéCorrigée(EquivalentBus) permettra d'obtenir la PartModaleBusAttendue.

2.2 FORMULATION POUR LES TRAINS

2.2.1 Facteurs et correctifs spécifiques au lieu de travail

2.2.1.1 La formalisation pour le train + modes lents au lieu de travail

Pour la mesure de l'accessibilité en train au lieu de travail, nous considérons un rayon d'attraction maximum de 700 m autour de la gare d'arrivée, et une dénivelée maximum de 60 m sur ce même trajet. Ces distances correspondent à la limite au-delà de laquelle le potentiel d'utilisateur du train susceptible de se rendre à pied à leur travail depuis la gare est considéré comme négligeable.

Mathématiquement, le calcul de l'accessibilité en train AT du pixel ij se présente sous la forme suivante :

AT_{ij} considère la valeur la plus importante d'entre toutes les gares g situées dans un rayon de moins de 700 m du pixel ij et d'un dénivelé inférieur à 60 m :

$$AT_{ij} = P_g \times \left(\frac{700 - \text{dist}_{ij-g}}{700} \right) \times \left(\frac{60 - \Delta Z}{60} \right)$$

Avec P_g = le poids de la gare (voir point 4.1.2.1)

ΔZ = différence d'altitude

dist_{ij-g} = distance à la gare

2.2.1.2 Formalisation de la correction pour le train + bus au lieu de travail

La correction relative à la combinaison train + bus pour se rendre au lieu de travail concerne pour le moment 18 gares : Liège-Guillemins, Namur, Charleroi-sud, Ottignies, Liège-Palais, Mons, La Louvière-sud, Tournais, Huy, Mouscron, Verviers, Gembloux, Braine-l'Alleud, Nivelles, Arlon, Saint-Ghislain, La Louvière-centre et Wavre. Ces 18 gares sont caractérisées par une offre importante à la fois en train et en bus. Les autres gares offrant une moins bonne accessibilité soit en train et/ou en bus semblent devoir être négligées.

Le correctif consiste en trois étapes. Tout d'abord, transformer les « équivalents bus » en part modale train additionnelle.

$$PartTrainsAdd = \ln \left[\sqrt{\frac{AccessibilitéBus}{2300} + 1} \right] \times PartTraingare$$

Ensuite, il faut convertir cette « part modale train additionnelle » (PTA) en équivalents-trains supplémentaires via l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \text{EquivalentTrain} = & 101401028,371 \times PTA^6 - 59504936,545 \times PTA^5 + 13896732,463 \times PTA^4 \\ & - 1618939,934 \times PTA^3 + 101958,438 \times PTA^2 - 1328,9 \times PTA + 1,564 \end{aligned}$$

Ces coefficients ont été estimés par régression dans excel.

Après l'application de la correction, l'équation de la deuxième étape peut être sujette à modifications en fonction des nouveaux résultats de part modale attendue obtenus (processus itératif). Pour ce faire, il faut réajuster une droite sur les nouvelles valeurs, cela entraînant dès lors une modification des parts des trains aux gares utilisées dans la première étape.

Et enfin, il faut convertir dans ArcView le fichier « *équivalents trains supplémentaires* » (ET) en *correction train au lieu de travail* en multipliant le résultat précédent par une fonction de la distance. La correction est divisée en plusieurs segments, de 0 à 700 m de la gare considérée puis, soit de 700 à 4 000 m pour les gares moyennes, soit de 700 à 6 000 m pour les cinq grandes gares.

L'usage du bus n'a aucun sens lorsque le lieu de travail est situé à la gare, il est donc logique d'obtenir un correctif nul dans ce cas. Cet usage devient fréquent une fois que l'on dépasse la distance maximale retenue pour la marche à pied sur le trajet gare lieu de travail. Au-delà de cette distance l'usage du bus a tendance à décroître progressivement avec l'éloignement. Cette décroissance est d'autant moins rapide que la gare est importante.

De 0 à 700 m, on applique la fonction de la distance à la gare suivante :

$$\text{Corr} = \left(\frac{\text{DistGare}}{700} \right)^4 \times ET$$

De 700 à 4 000 m des gares moyennes, on applique la fonction suivante :

$$\text{Corr} = \frac{1}{\cosh\left(\frac{\text{DistGare} - 700}{895}\right)} \times ET$$

De 700 à 6 000 m des 5 plus grandes gares wallonnes, on applique la fonction suivante :

$$\text{Corr} = \frac{1}{\cosh\left(\frac{\text{DistGare} - 700}{1440}\right)} \times ET$$

Ensuite on combine toutes les corrections relatives aux 18 gares et on obtient une couche avec l'accessibilité train corrigée :

$$\text{Accessibilité}(\text{equivalentTrain}) + \text{CorrectifBus} = \text{AccessibilitéCorrigée}(\text{equivalentTrain})$$

Il ne restera plus qu'à la transformer en part modale attendue pour qu'elle soit comparable aux autres cartes.

Formulé mathématiquement, on obtiendra la part modale attendue des trains en appliquant l'opération suivante :

Le résultat de la corrélation entre la *PartModaleTrainObservée* et l'*AccessibilitéCorrigée(ET)* permettra d'obtenir la *PartModaleTrainAttendue*.

2.2.2 Facteurs et correctifs spécifiques au lieu de résidence

2.2.2.1 La formalisation pour le train au lieu de résidence

Nous avons tout d'abord recherché la distance entre le lieu de résidence et la gare de départ au-delà de laquelle l'accessibilité devient négligeable. L'analyse des résidus pour les modèles construits au lieu de résidence, avec une distance euclidienne de 700 mètres, nous a poussé à considérer une distance plus importante ; en l'occurrence 3 000 mètres. Sur le plan concret, l'adaptation du seuil tient à la possibilité d'utiliser la voiture, le bus ou le vélo entre le domicile et la gare, ce qui est généralement plus difficile entre la gare et le lieu de travail (surtout en ce qui concerne la voiture).

En conclusion, les limites de 700 et 60 mètres ne sont plus utilisées au lieu de résidence : le rayon passe à 3 000 mètres et l'altitude n'est plus prise en compte de façon linéaire. La différence d'altitude maximum tolérée est de 300 mètres. L'altitude ne joue que sur les déplacements par modes lents, or ceux-ci ne s'effectuent que dans un faible rayon autour de la gare. C'est pourquoi, il n'est pas nécessaire d'accorder une aussi grande importance à la différence d'altitude aux plus grandes distances et que celle-ci n'est plus prise en compte de façon linéaire.

Mathématiquement, le calcul de l'accessibilité en train AT du pixel ij se présente sous la forme suivante :

AT_{ij} considère la valeur la plus importante d'entre toutes les gares g situées dans un rayon de moins de 3 000 m du pixel ij , et avec un dénivelé inférieur à 300 m :

$$AT_{ij} = P_g \times \left(\frac{3000 - dist_{ij-g}}{3000} \right) \times \left(\frac{750}{375 + \Delta Z} - 1 \right)$$

Avec P_g = le poids de la gare (voir pt 5.1.2.2)

ΔZ = différence d'altitude

$dist_{ij-g}$ = distance à la gare

2.2.2.2 Formalisation pour la correction trains au lieu de résidence

Cette correction est directement liée à la distance aux grandes villes.

La formulation des équations de la courbe correctrice varie en fonction des différentes classes de ville. 4 paramètres principaux sont fixés, **a**, **b**, **c**, **Xmax**, suivant la logique expliquée plus bas.

Tableau 3 : Valeurs des paramètres utilisés lors du calcul du correctif lié à la distance aux grandes villes

Villes	a	b	c	Xmax	Condition sur le rapport dist gare / dist ville		Poids
					Rapport min (R=1)	Rapport max (R=0)	
Arlon	2.5	2	8	12	8	25	3
Bruxelles	29	12	24	32	15	45	50
Charleroi	5.5	3	14	18	8	25	12
La Louvière	2	1	10	14	8	25	3
Liège	6	2	15	18	8	25	12
Luxembourg	14	10	30	25	10	35	20

Mons	3	1	12	16	8	25	4
Mouscron	2.5	2	8	12	8	25	3
Namur	5.5	0.5	18	18	8	30	9
Tournai	2	1	8	12	8	25	1.5
Verviers	3	2	8	12	8	25	3
Wavre	2.5	2	8	7	8	25	4

La formulation de cette courbe se décompose en deux parties, délimitées par X_{\max} :

- courbe 1 : $Y = -b + a * \sin\left(\frac{X * (\pi / 2)}{X_{\max}}\right)$

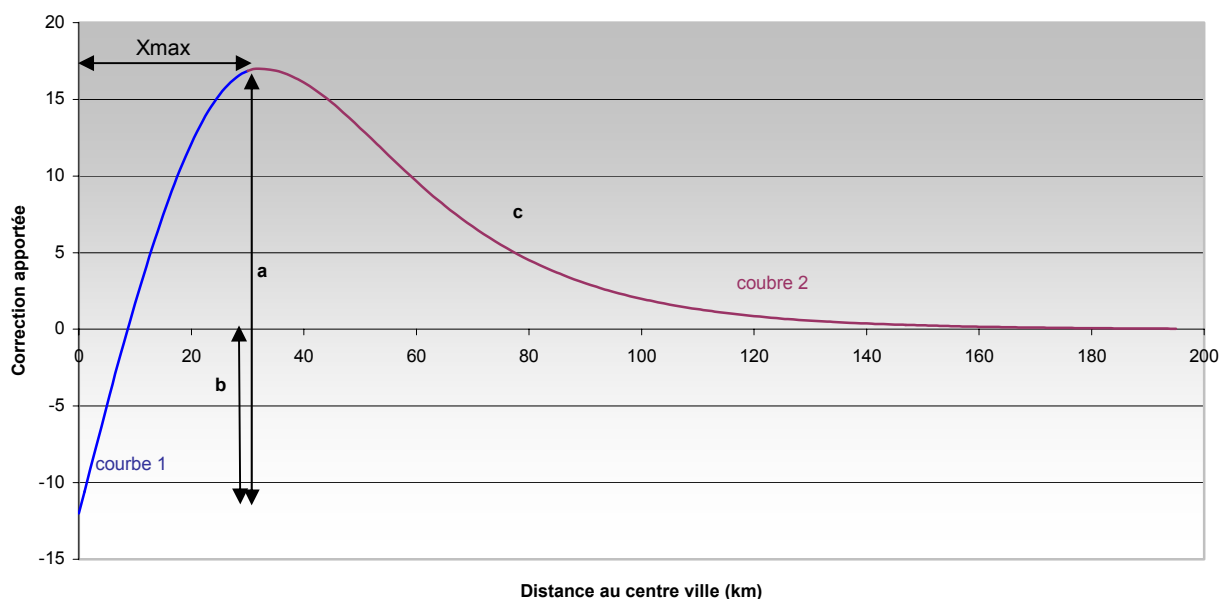
- courbe 2 : $Y = \frac{a - b}{\cosh((X - X_{\max})/c)}$

Avec X_{\max} = la distance à la grande ville où le correctif atteint sa valeur maximale,

a,b,c = coefficients fonction de la ville

Ces deux courbes sont représentées graphiquement ci-après :

Graphique 2 : Courbes des facteurs correctifs propre à chaque ville



De forme absolue le correctif varie de - 12% à + 17 % de la part modale. Et il s'effectue également pour les zones situées à plus de 3 km d'une gare. On peut par exemple, grâce à ce correctif, atteindre une part attendue se rapprochant de 10 ou 12 % dans la grande périphérie bruxelloise en des localités éloignées de gares ; ce qui reflète assez fidèlement les pratiques observées.

Le centre considéré comme distance zéro est la place principale de la grande ville (Grand Place de Bruxelles et de Mons, Place Saint-Lambert à Liège, Place d'Armes à Namur et à Luxembourg, Place Verte à Verviers...).

Revenons à la fixation des 4 paramètres : **a**, **b**, **c** et X_{\max} (voir tableau 4). La logique suivie tient compte du poids des villes au vu du volume d'emplois présent au centre, excepté pour le paramètre **b** (voir plus bas). Les coefficients de ces courbes sont extraits de l'analyse des résidus. La difficulté reste de parvenir à faire la part de l'influence de chaque ville. C'est pourquoi nous avons procédé de manière itérative pour fixer définitivement les paramètres.

Plus le volume d'emplois au centre de la grande ville est important, plus la différence entre **a** et **b** sera importante et plus la valeur de correction sera positive à une distance X_{\max} de la ville considérée (effet de la propension d'autant plus grande à prendre le train, à une distance donnée, que la ville à rejoindre est importante en termes d'emplois).

Les facteurs **c** et X_{\max} ont également une valeur d'autant plus importante que le volume d'emplois au centre de la grande ville est important. Le facteur **c** agit sur l'inflexion de la courbe après le maximum. Cela signifie que les majorations importantes en valeur absolue à apporter à la part attendue s'étendent sur de très nombreux kilomètres autour de Bruxelles tandis que cette majoration s'estompe une fois que l'on s'éloigne de plusieurs dizaines de kilomètres de villes moyennes comme Tournai, Verviers, Mouscron ou Arlon.

X_{\max} détermine la distance au centre urbain pour laquelle la correction atteint son maximum (maximum déterminé par le résultat **a-b**). L'importance de cette distance est presque directement proportionnelle à l'importance de la ville considérée. Dans le même temps, l'effet négatif lié à la proximité immédiate d'un centre ville s'estompera d'autant plus vite (le correctif redevenant positif) que le volume d'emplois de la ville est réduit.

Concernant le facteur **b** (correctif en valeur négative à appliquer au centre de chaque ville, c'est-à-dire quand $X = 0$), nous nous attendions à ce qu'il soit également lié directement au volume d'emploi concentré dans les centres urbains. Or, il semble que d'autres facteurs importants - non encore compris - influencent ce paramètre. Si **b** respecte la logique attendue quant on passe successivement de Bruxelles à Charleroi, puis de Charleroi à La Louvière et de La Louvière à Tournai, ce n'est pas le cas ailleurs en Wallonie. Ainsi, dans les centres-villes de Namur, Liège et Mons, la valeur de **b** fixée est beaucoup plus réduite que ne le laisse supposer le poids de ces villes en terme d'emplois dans leur centre. A l'opposé, à Wavre, Mouscron, Verviers et Arlon, la valeur de **b** semble devoir être plus importante que ne le laisse supposer leur poids en nombre de travailleurs employés dans le centre-ville.

Les quatre paramètres sont déterminés de façon quelque peu subjective (la subjectivité initiale est néanmoins atténuée par les ajustements successifs opérés après chaque analyse des résidus). Une fois ceux-ci fixés pour chacune des douze villes, on calcule en tout point de l'espace la valeur corrigée liée à la distance à chacune de ces villes considérées séparément, en utilisant telles quelles les deux formules (voir ci-dessus). Nous obtenons ainsi douze corrections que nous nommerons : $Corr_{Bxl}$, $Corr_{Lg}$, $Corr_{Nam}$, $Corr_{Lux}$...

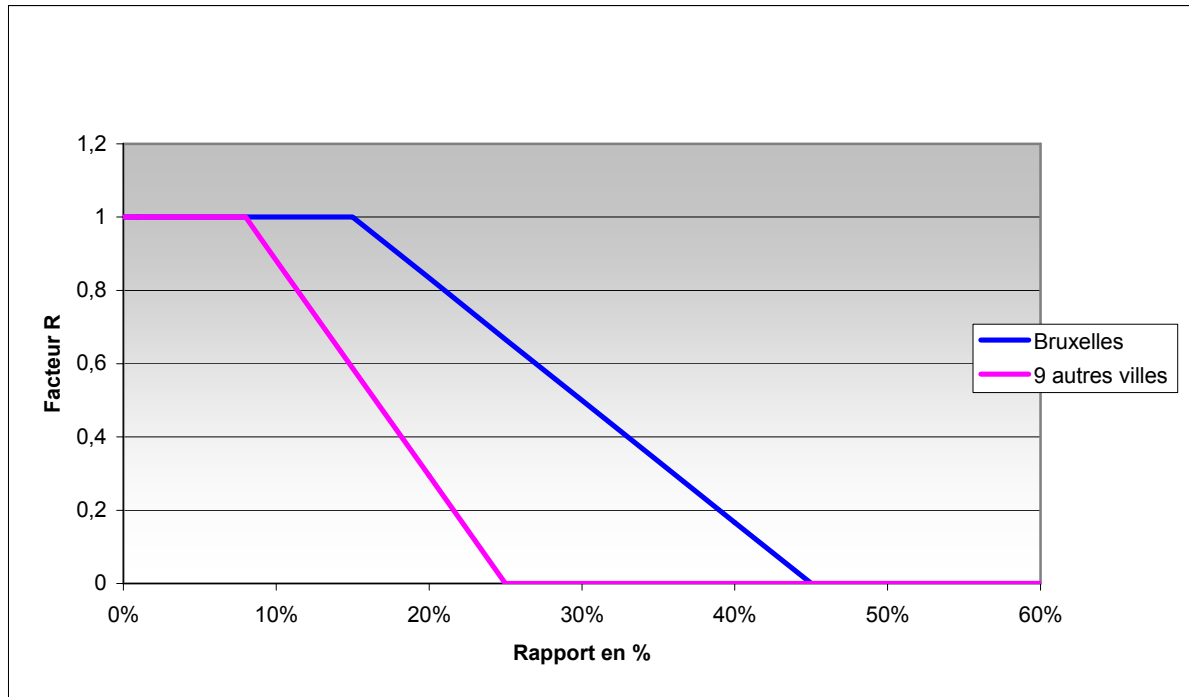
Dans un second temps, nous pondérons ces correctifs et les combinons en les relativisant de deux manières différentes.

La première pondération se fait par la prise en compte, pour chaque point considéré dans le calcul du correctif, du rapport de la distance à la gare la plus proche sur la distance entre ce même point et le centre de la ville considérée. A partir du moment où la distance à la gare devient une fraction trop importante de la distance à la grande ville, la personne aura tendance à se rendre jusqu'au centre-ville sans prendre le train malgré qu'elle soit située dans une zone pour laquelle l'étape précédente fourni une valeur nettement positive.

Nous avons donc considéré un facteur **R** compris entre 1 et 0 qui multiplierait le correctif précédemment calculé en tout point et ce, indépendamment pour chaque ville. Ce facteur **R** serait égal à 1 lorsque la distance à la gare la plus proche ne représente qu'une part très réduite de la distance à la ville concernée. Il serait égal à 0 lorsque le rapport entre ces deux distances devient très significatif. Nous avons fixé la valeur de ces rapports de distances

minimum et maximum à 8 et 25% pour neuf des douze villes considérées. A Bruxelles, vu l'importance de la congestion routière et des problèmes de parking au centre, il apparaît que les gens sont prêts à effectuer une plus longue distance avant de prendre le train proportionnellement à la distance à Bruxelles. Ces rapports seuils sont dès lors fixés respectivement à 15 et 45%. Entre ces deux extrêmes, nous avons considéré que le facteur **R** évoluait de façon linéaire en fonction du rapport de distance.

Graphique 3 : Valeur du facteur R en fonction du rapport entre la distance à la gare et la distance à la ville considérée



La formulation mathématique de ce correctif est :

$$\text{Corr}_{\text{Bxl}}' = \text{Corr}_{\text{Bxl}} * R, \text{Corr}_{\text{Lg}}' = \text{Corr}_{\text{Lg}} * R, \text{Corr}_{\text{Nam}}' = \text{Corr}_{\text{Nam}} * R \dots$$

Avec $R = 1$ si $0\% < r_n < 15\%$, $R = -3.33 * r_n + 1.5$ si $15\% < r_n < 45\%$ et $R = 0$ si $r_n > 45\%$ pour Bruxelles.

Et avec $R = 1$ si $0\% < r_n < 8\%$, $R = -5.88 * r_n + 1.47$ si $8\% < r_n < 25\%$ et $R = 0$ si $r_n > 25\%$ pour 9 parmi les 12 autres villes.

Avec r_n égal au rapport entre la distance à la gare la plus proche et la distance à la grande ville n considérée.

Ce facteur **R** ne joue toutefois que là où le correctif calculé à l'étape précédente est positif car, à proximité du centre-ville et quelle que soit la distance à la gare, il y a très peu de chance pour que l'on prenne le train pour se rendre au travail.

Une seconde pondération consiste en la combinaison de l'effet individuel de la distance à une grande ville avec la proximité de chacune des autres ; pour obtenir un correctif global tenant compte des douze villes à la fois.

Pour chaque grande ville, à une distance donnée, le correctif n'a pas la même importance dans toutes les directions ; on observe un effet d'anisotropie. Cet effet est fonction du poids de chaque autre grande ville et de la distance à chacune d'elles.

Une simple addition des correctifs ne rend pas cet effet d'anisotropie. La correction doit donc se rapprocher d'un modèle gravitaire ; le poids des villes étant à nouveau fonction du volume d'emplois dans le centre. Nous utilisons pour ce faire la formule suivante (celle-ci s'inspire directement de la formule de la loi de la gravité) :

- $Corr_{Tot} = A * Corr_{Bxl} + B * Corr_{Lg} + C * Corr_{Nam} + \dots + H * Corr_{Arl}$

- $A = \frac{PoidsBxl/(1 + distBxl)}{[PoidsBxl/(1 + distBxl)] + [PoidsLg/(1 + distLg)] + \dots + [PoidsArl/(1 + distArl)]}$

- $B = \frac{PoidsLg/(1 + distLg)}{[PoidsBxl/(1 + distBxl)] + [PoidsLg/(1 + distLg)] + \dots + [PoidsArl/(1 + distArl)]}$

- $C = \dots$

En formulant ainsi mathématiquement le correctif, on obtient la part modale attendue du train en appliquant les opérations suivantes :

$$PartModaleTrainObservée - CorrectifDistVillesTrain = PartModaleTrainObservéeCorrigée$$

Le résultat de la corrélation entre la *PartModaleTrainObservéeCorrigée* et l'*Accessibilité(EquivalentTrain)* permet d'obtenir la *PartModaleTrainAttendue*.

2.3 FORMULATION POUR LES MODES LENTS

Pour les modes lents, nous calculons l'accessibilité en tous lieux en mesurant le potentiel de population des zones urbanisées situées dans un rayon de 1 600 m, cela en pondérant le volume de population d'un pixel par la distance horizontale et par la différence d'altitude. Les modes lents étant, par rapport aux bus et aux trains, plus sensibles aux variations d'altitude et de distance, nous avons choisi une pondération non linéaire.

Rappelons que pour effectuer ces traitements et déterminer le volume de population d'un pixel, il nous faut extraire les zones urbanisées et les mettre en relation avec le secteur statistique correspondant, pour répartir de manière homogène la population au sein de ceux-ci. Ces traitements ont été réalisés au laboratoire SURFACES avec l'aide de M. Yves Cornet. La couche de bâti exploitée a été tirée des images satellitaires SPOT qui ont été corrigées géométriquement et ensuite « classifiées ». Il en a été extrait les classes correspondant aux espaces bâtis pour créer un masque binaire (format *Tif* converti en *Grid*). On remarque qu'il reste des imperfections dans cette couche : certains tronçons de routes rapides sont repris comme urbanisés tandis que certaines habitations isolées dans les sous-bois sont au contraire considérées comme surfaces non urbanisées. Il a cependant été estimé que la correction de celles-ci via un masque du réseau routier augmenterait l'imprécision plutôt qu'elle ne la diminuerait.

Nous avons donc utilisé le masque d'urbanisation (0 = non urbanisé et 1 = urbanisé) réalisé à partir des images satellitaires SPOT corrigées géométriquement. La valeur de population des différents secteurs statistiques a ensuite été répartie de manière homogène sur les surfaces bâties de ceux-ci, afin d'obtenir un poids de population par pixel de 10 * 10 m. Celui-ci est donc nul pour les pixels identifiés comme non urbanisés, et, dans le cas contraire, égal au quotient entre le poids de population d'un quartier statistique et le nombre de pixels urbanisés faisant partie de celui-ci. L'élimination de valeurs aberrantes (dues aux pixels urbanisés non répertoriés) est possible à l'aide de l'introduction d'une condition : pour un secteur statistique, si le nombre de pixels bâtis est inférieur à 15 et que le rapport de la population divisée par le nombre de pixels bâtis est supérieur à 8, la valeur est jugée incohérente. Dans ce cas, nous répartissons donc la population sur tout le secteur statistique concerné par la formule $(\text{pop} \times 100) / \text{surface du quartier statistique}$. Les valeurs utilisées dans la condition ont été fixées par essais successifs. Ensuite, un *resampling bilinéaire* permet de repasser à 50 mètres de résolution pour les pixels. Nous effectuons donc le calcul de la somme de population pour chaque pixel de 50 * 50 m sur base de la valeur des pixels de 10 * 10 m qu'il contient.

Un autre développement devrait permettre d'ici peu d'améliorer les résultats obtenus par la prise en compte des barrières sur les cheminements piétons et cyclistes. L'exploitation du programme mis au point par l'informaticien Cyril Briquet¹ a fourni des résultats probants sur les premiers tests (une zone test en milieu urbain et une autre en milieu rural). Le programme est opérationnel ; il ne manque plus que l'encodage des barrières pour le faire tourner.

Grâce au travail de l'informaticien sur l'insertion des barrières dans le programme de calcul pour les modes lents, nous avons également une version du programme, sans prise en compte des barrières, grandement optimisée. Il est dorénavant possible d'exécuter celui-ci sur la totalité de la Région wallonne pour un temps de calcul raisonnable.

¹ Briquet C. (2003).

2.3.1 Facteurs et correctifs généraux

2.3.1.1 L'effet de la distance et de l'altitude

L'accessibilité du potentiel de population d'un pixel ij se calcule par la somme des produits de la population de tous les pixels xy compris dans un rayon de 1 600 m par le coefficient de distance exposé ci-dessus et par le facteur d'altitude :

$$CoefAlt = ((300 - \Delta Z) / 300),$$

Formulé mathématiquement :

$$A_{ij} = \sum (pop_{xy} \times CoefDist_{ij-xy} \times CoefAlt_{ij-xy})$$

Avec : pop_{xy} = le nombre d'habitants du pixel xy

$CoefDist_{ij-xy}$ = le coefficient basé sur la distance séparant le pixel xy du point ij

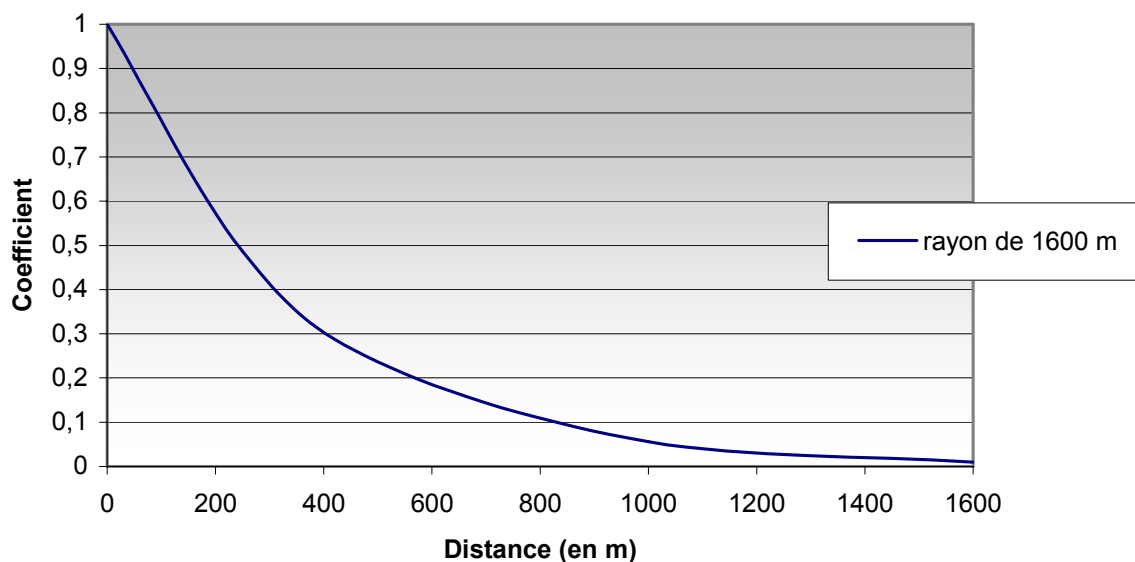
$CoefAlt_{ij-xy}$ = le coefficient basé sur la différence d'altitude entre le pixel xy et le point ij

La fonction prise actuellement pour le calcul du potentiel d'utilisateurs dans un rayon de 1 600 mètres est de la forme suivante :

⇒ Coefficient de pondération relatif à la distance horizontale

$$CoefDist = 1 * \exp^{-0.00289 * \text{distance en m}}$$

Graphique 4 : Coefficient lié à la distance dans le calcul du potentiel de population



Ce coefficient a été obtenu par régression sur base des données du GRT relatives au nombre de déplacements effectués à pied ou à vélo par les Wallons par classe de distance à parcourir².

² Données issues de l'enquête nationale sur la mobilité des ménages (1998-1999), communication personnelle de J.P. Hubert (07/04/03).

Cela permet donc d'intégrer le fait que le nombre d'utilisateurs des modes lents décroît très rapidement en fonction de la distance et devient négligeable au-delà d'une distance parcourue proche de 2 000 m, soit environ 1 600 m en distance euclidienne.

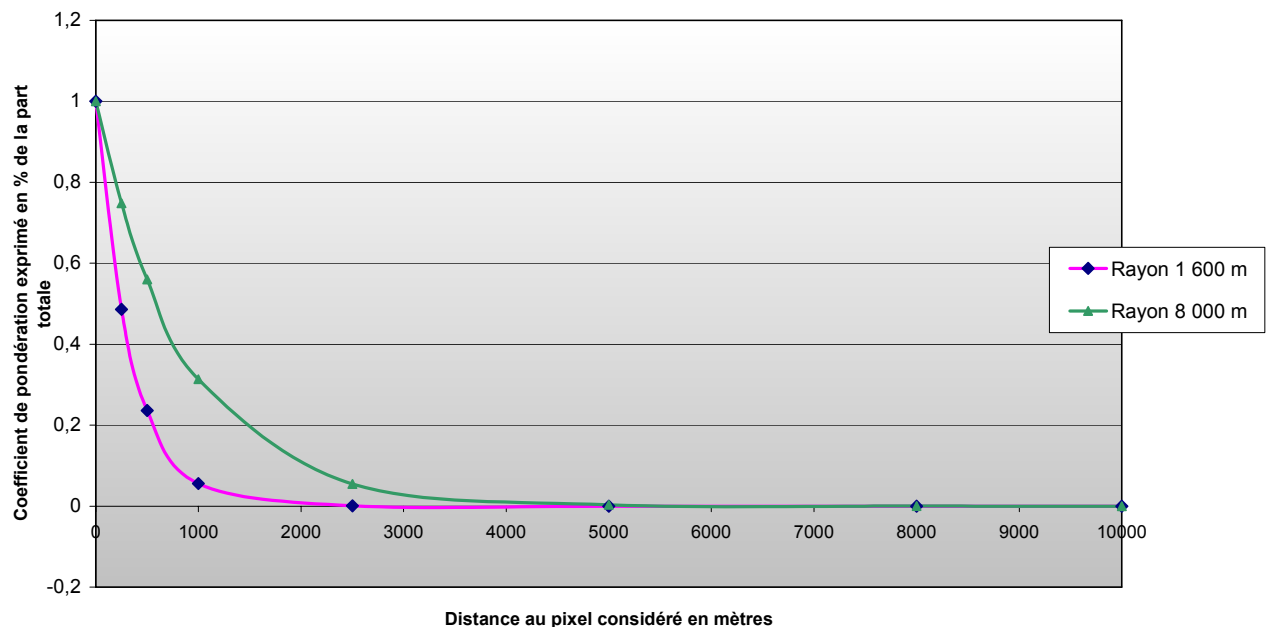
2.3.1.2 Le correctif par le potentiel global de personnes susceptibles de se déplacer

La fonction prise actuellement pour le calcul du potentiel d'utilisateurs dans un rayon de 8 000 mètres est de la forme suivante :

⇒ Coefficient de pondération relatif à la distance horizontale tous modes confondus

$$CoefDist = 1 * \exp(-0.00116 * \text{distance en m}) \text{ pour un rayon de 8 000 m.}$$

Graphique 5 : Coefficients de la distance dans le calcul du potentiel de population



Ce coefficient a été obtenu par régression sur base des données du GRT relatives au nombre de déplacements effectués tous modes confondus par les wallons et par classe de distance à parcourir.

Le potentiel de population susceptible de se rendre en un pixel ij (quel que soit le mode) se calcule par la somme des produits de la population de tout les pixels xy compris dans un rayon de 8 000 m par le coefficient de distance exposé ci-dessus :

Formulé mathématiquement :

$$A_{ij} = \sum (pop_{xy} \times CoefDist_{ij-xy})$$

Avec : pop_{xy} = le nombre d'habitants du pixel xy

$CoefDist_{ij-xy}$ = le coefficient basé sur la distance séparant le pixel xy du point ij

Vu la possibilité d'utiliser n'importe quel mode pour parcourir cette distance, il n'y a plus d'intérêt à ajouter un facteur correctif fonction de la différence d'altitude entre les deux points.

Ensuite, on procède à la division du résultat de l'accessibilité d'un potentiel par l'autre. Après plusieurs tests, la nécessité d'ajouter un coefficient supplémentaire au dénominateur est apparue pour éviter une surestimation importante de la part modale attendue au centre de petites localités situées dans des régions très peu peuplées. En effet, plus qu'ailleurs, les résidents de ces régions reculées sont contraints de parcourir des distances supérieures à la moyenne régionale pour se rendre à leur travail. L'opération finalement exécutée est :

$$\frac{A_{ij} \text{Potentiel}_{\text{rayonde}1600m}}{A_{ij} \text{Potentiel}_{\text{rayonde}8000m} + 500}$$

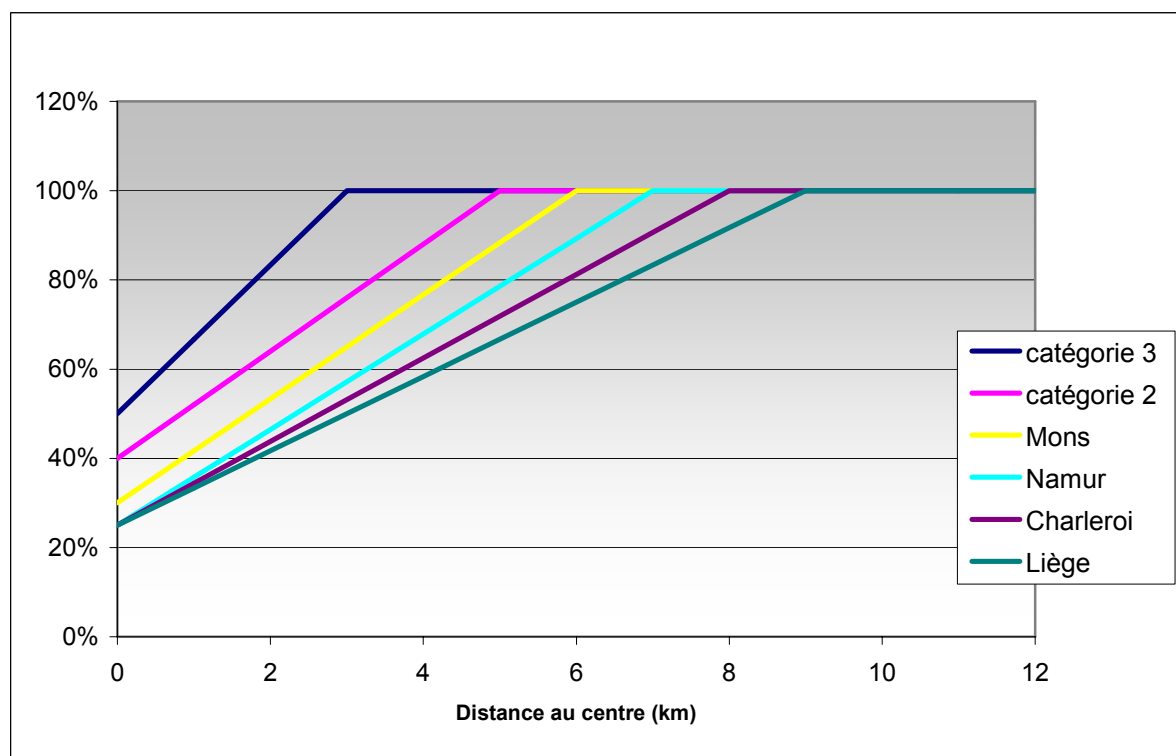
Cette constante au dénominateur a un rôle d'autant plus faible que la région considérée est fortement urbanisée.

2.3.2 Correctifs spécifiques au lieu de travail

Comme expliqué dans le rapport, cette correction se justifie par le fait que, malgré la grande densité de population vivant dans les centres urbains, la part des travailleurs venant y travailler à pied ou à vélo reste relativement faible. Cela est principalement dû à une inadéquation entre la population résidant dans ces centres et les emplois proposés (importance de la population non occupée dans ces centres).

Le correctif présente une valeur minimale au centre, croît linéairement avec l'éloignement pour atteindre 100% au-delà d'une certaine distance. Nous avons classé les centres en trois catégories selon le volume d'emplois de l'agglomération.

Graphique 6 : Coefficient de la distance au centre des différentes villes



La première catégorie comprend les 4 grands centres de la Région wallonne. Pour Liège, ce coefficient varie de 25% au niveau de la Place Cathédrale à 100% à une distance de 9 km de ce point central. A Charleroi, ce coefficient varie de 25 à 100% sur une distance de 8 km. A Namur, il varie de 25 à 100% sur une distance de 7 km. Et enfin, à Mons, il varie de 30 à 100% sur une distance de 6 km.

La seconde catégorie reprend les villes régionales secondaires de Verviers, La Louvière et Tournai. Le coefficient varie de 40 à 100% sur une distance de 5 km.

Et la dernière catégorie reprend les villes moyennes (Arlon, Ath, Aywaille, Braine-l'Alleud, Châtelet, Ciney, Dinant, Gembloux, Huy, Jodoigne, Libramont, Louvain-la-Neuve, Marche-en-Famenne, Nivelles, Ottignies, Saint-Ghislain, Soignies, Tubize, Waterloo et Wavre). Le coefficient varie de 50 à 100% sur une distance de 3 km.

La correction sert donc à diminuer l'importance de la part de l'usage des modes lents au centre des principales agglomérations. Si deux villes sont tellement proches que leurs aires de correction se recouvrent, on garde la correction la plus forte, c'est-à-dire la valeur minimale obtenue.

3. LES EQUATIONS DE REGRESSION

Pour convertir nos valeurs d'accessibilité mesurées sous forme d'équivalent – bus, d'équivalent - train et d'équivalent – usagers des modes lents en parts modales attendues, les équations à utiliser sont le résultat de nos régressions. Les courbes de régression qui s'ajustent le mieux au nuage de points sont des fonctions complexes intégrant diverses exponentielles.

Au lieu de résidence :

- Pour le bus

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.35 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccBus}) * (c - d * \exp(e * \text{AccBus}))$$

$$\text{avec } a = -0.768534, b = -0.002539, c = 0.000882, d = -0.701486 \text{ et } e = 0.001532.$$

- Pour le train

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.21 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccTr}) * (c - d * \exp(e * \text{AccTr}))$$

$$\text{avec } a = -1.68231, b = -0.003191, c = 0.278013, d = -0.749431 \text{ et } e = -0.003358.$$

- Pour les modes lents

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.4 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccML}) * (c - d * \exp(e * \text{AccML}))$$

$$\text{avec } a = -1.1834352, b = 0.04822, c = 0.508331, d = -0.802352 \text{ et } e = -2.30499.$$

Au lieu de travail :

- Pour le bus

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.3 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccBus}) * (c - d * \exp(e * \text{AccBus}))$$

$$\text{avec } a = -0.784634, b = -0.000644, c = -0.048387, d = -0.642236 \text{ et } e = -0.00028.$$

- Pour le train

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.3 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccTr}) * (c - d * \exp(e * \text{AccTr}))$$

$$\text{avec } a = -0.774121, b = -0.000868, c = -0.042012, d = -0.653238 \text{ et } e = -0.000987.$$

- Pour les modes lents

$$\Rightarrow \text{PartModaleAttendue} = 0.2 - \exp(a) * \exp(b * \text{AccMI}) * (c - d * \exp(e * \text{AccMI}))$$

avec $a = -0.882638$, $b = 0.037979$, $c = -0.113229$, $d = -0.479625$ et $e = -1.98470$.

4. CALCUL DE L'AIRE DE CHALANDISE DES GARES

Nous ne nous attacherons ici qu'à préciser quelques points de détail de la méthode. Celle-ci sera plus largement développée dans le cadre de la prochaine subvention.

4.1 LES FACTEURS

Le facteur relatif à la distance aux trois grandes villes n'est pas un facteur simple. En vue d'affiner les résultats, les paramètres de ce facteur varient progressivement en fonction de la distance aux grandes villes.

4.2 LES CRITERES DE PONDERATION

Une fois les gares de départ possibles sélectionnées pour chaque point, il nous faut calculer la répartition des usagers entre chacune d'elles. Pour ce faire, on calcule en chaque point et pour chaque gare, un ratio entre la fréquence de desserte de celle-ci et une fonction de la distance du point à la gare.

Cette fonction est du type $y = (x + a)^b$ avec x = distance entre le point et la gare

a = constante

b = puissance supérieur à 2

Ce ratio est multiplié, pour chaque grande ville, par une fonction du rapport entre la distance séparant le point considéré de la grande ville et la distance séparant la gare considérée de cette même grande ville.

Cette fonction est égale à 1 quand le rapport de distances est ≥ 1 . Elle diminue rapidement pour atteindre 0 lorsque ce rapport est nettement inférieur à 1. Cette fonction a pour but de tenir compte de la distance aux grandes villes. En effet, la plupart des navetteurs décideront de se diriger vers un gare située plus proche de leur lieu de travail que ne l'est leur lieu de résidence et non l'inverse même si la gare plus éloignée de leur lieu de travail est plus proche de leur domicile. Il est peu courant de faire « marche arrière ».

Finalement, la répartition entre les différentes gares des usagers du train résident en un point est obtenue en divisant, pour chaque gare, le résultat de la fonction précédente par la somme des résultats obtenus pour l'ensemble des gares retenues. On obtient dès lors l'aire de chalandise théorique de chacune d'elles qu'il est ensuite possible de cartographier.

4.3 FLOUS GAUSSIENS

Pour empêcher les effets de bord dus à l'arrêt brusque de l'aire de chalandise d'une gare en raison de l'influence dominante d'une ou de plusieurs autre(s) gare(s), nous avons décidé d'appliquer un flou gaussien sur la bordure de la zone de chalandise. Ce flou s'applique comme un coefficient de pondération variant de 1 à 0 dans un intervalle autour de la limite de la zone de chalandise. Cet intervalle a une longueur variable en fonction de la distance à la gare. Cela a pour effet d'atténuer les bordures de l'aire de chalandise.

Un second flou est appliqué lors de la phase finale. Il est limité à la zone effective de chalandise recalculée suite au critère de pondération et permet de lisser les différentes classes au sein même de cette aire pour un rendu plus homogène.

ANNEXE 2 : CARNET DE TERRAIN – DESCRIPTION DES 15 QUARTIERS

On trouvera ci-après une fiche descriptive de chacun des 15 quartiers statistiques étudiés dans les chapitres 2 et 3 de la première partie de ce thème et dans la section 6 du chapitre 1 de la seconde partie de la recherche.

Chaque fiche comprend :

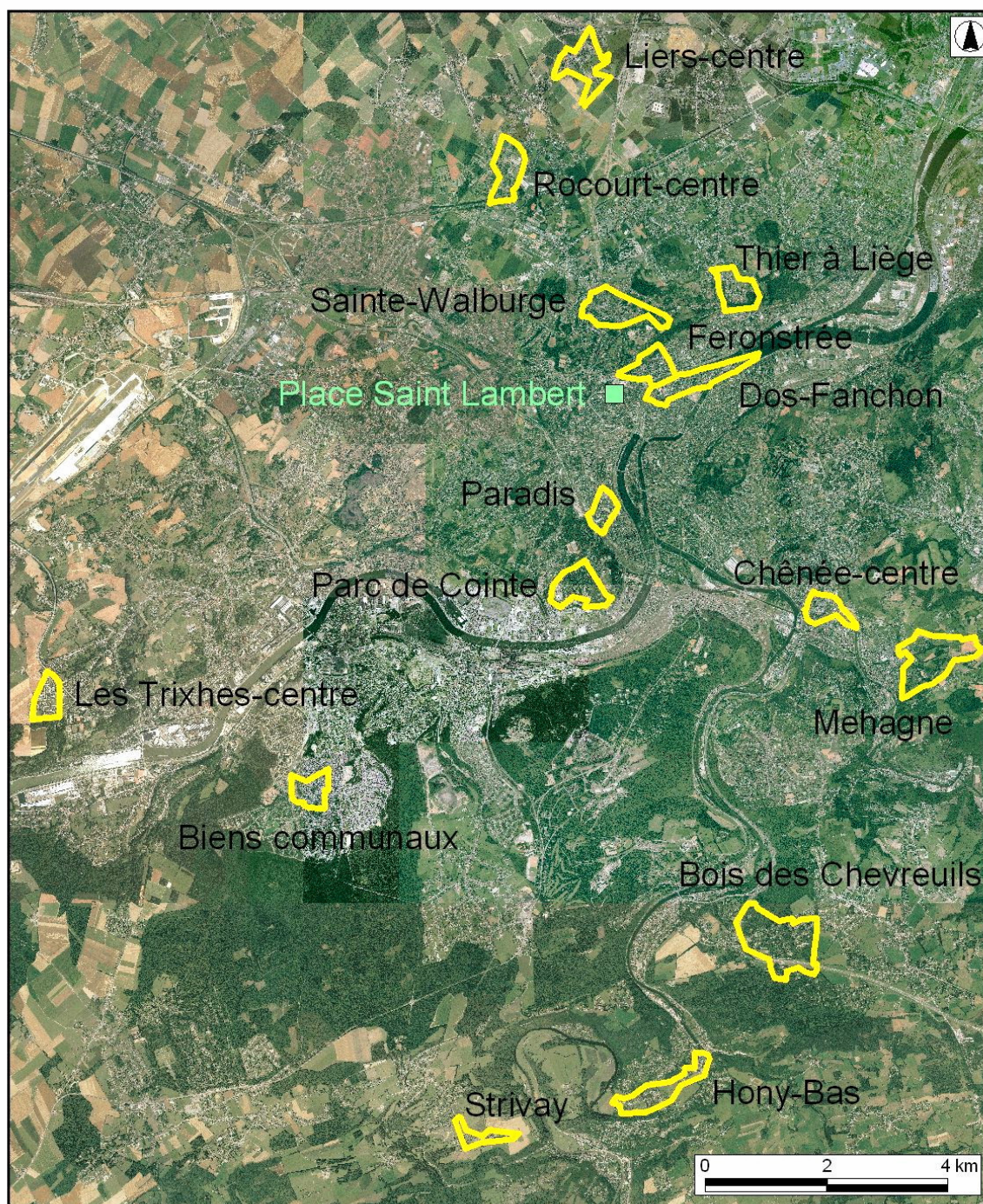
- la localisation du quartier sur le PPNC
- la localisation du quartier sur fond de carte IGN
- quelques photos³ représentatives du quartier
- une description des principales caractéristiques du quartier ainsi que quelques données de base. Les sources de ces données sont présentées dans le tableau 4 du chapitre 2 de la première partie et dans la section 6 du chapitre 1 de la deuxième partie de ce rapport. Ces données sont toutes arrondies à l'unité, à l'exception des superficies et du taux d'occupation des logements.

Au sein de chaque groupe (quartiers centraux, péri-centraux, périphériques proches, périphériques éloignés), les quartiers sont classés par ordre croissant de distance au centre ville (dans ce cas la place St-Lambert à Liège).

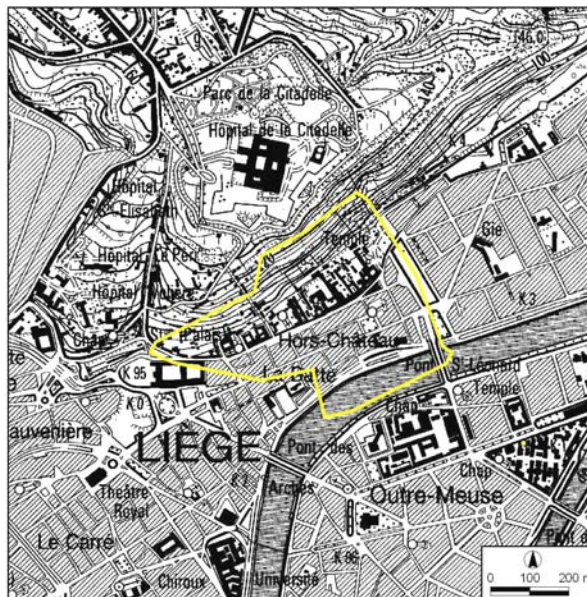
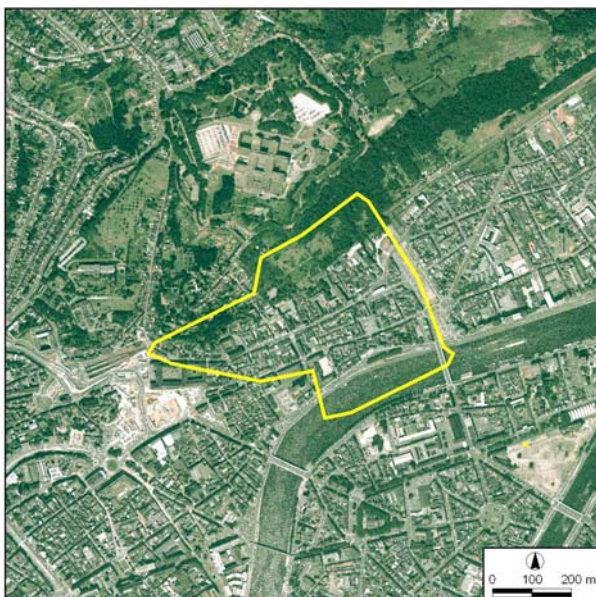
On peut visualiser leur localisation sur le PPNC ci-dessous.

³ LEPUR (2004)

Vue d'ensemble des quinze quartiers



1. FERONSTREE – CODE INS 62063A01



Groupe : quartier central

Population en 2001 : 1622

Nombre de ménages en 2001 : 1107

Nombre de logements en 1991 : 765

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 1,63

Nombre d'emplois en 1991 : 1713

Superficie en 2001 : 32,29 ha

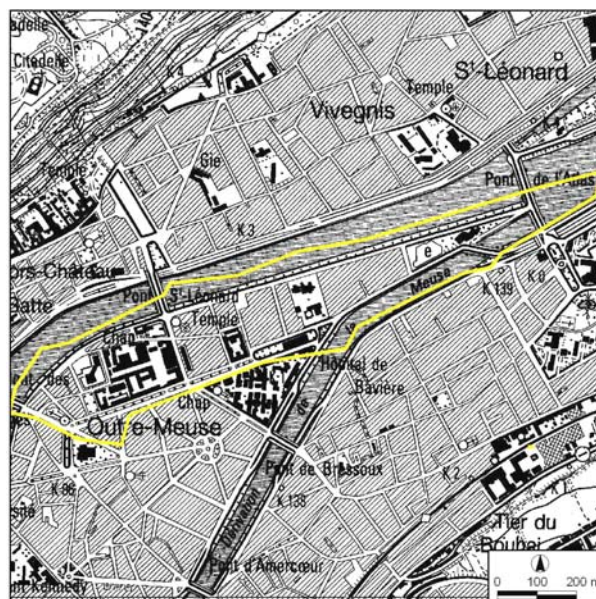
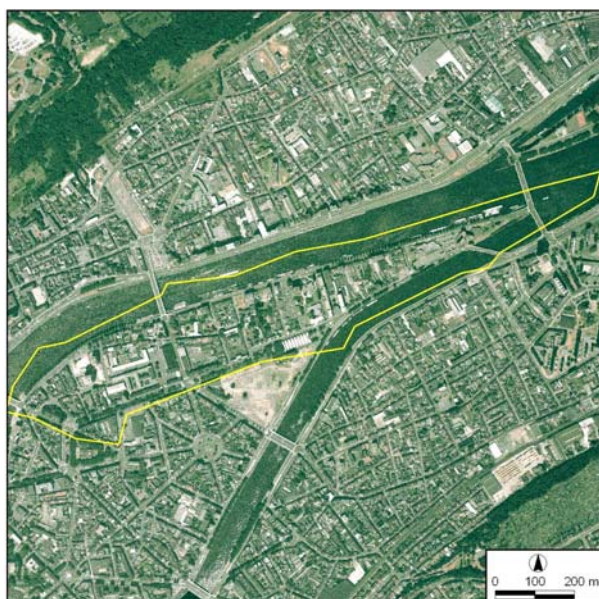
Densité en 2001 : 50 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 13 484 euros/ménage

Description sommaire : quartier commerçant de l'hypercentre, d'urbanisation ancienne (cité médiévale) au bâti dense, aux rues relativement étroites et multiples impasses ; fonctionnellement mixte (commerces, horeca, écoles, administrations...) et bien desservi en bus. Nombreux bâtiments classés ; habitat mitoyen parfois dégradé, quelquefois rénové (gentrification).



2. DOS-FANCHON – CODE INS 62063B11



Groupe : quartier central

Population en 2001 : 2377

Nombre de ménages en 2001 : 1513

Nombre de logements en 1991 : 1324

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 1,69

Nombre d'emplois en 1991 : 1998

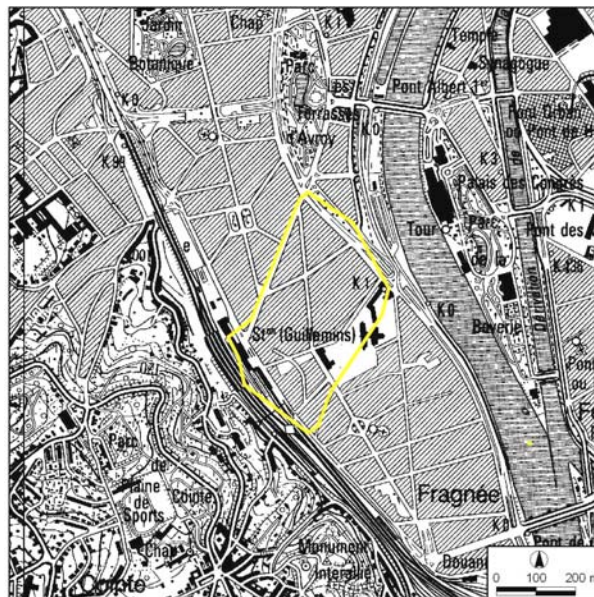
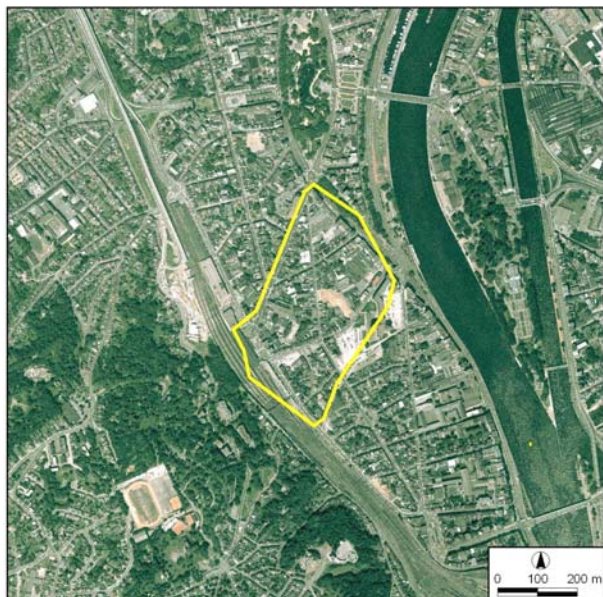
Superficie en 2001 : 46,59ha

Densité en 2001 : 51 hab/ha

Revenu moyen en 2001: 14 505 euros/ménage

Description sommaire : quartier d'Outre-Meuse, d'urbanisation ancienne (fin XIX^{ème} – début XX^{ème}) ceinturé par un boulevard d'un côté et la Meuse de l'autre, jouxtant la friche de l'hôpital de Bavière. Fonctionnellement varié (polyclinique, école, commerces, cafés...). Habitat mitoyen ; des immeubles à appartements plus récents côtoient des maisons individuelles parfois délabrées.





Groupe : quartier central

Population : 1555

Nombre de ménages : 1090

Nombre de logements en 1991 : 784

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 1,64

Nombre d'emplois en 1991 : 3283

Superficie : 20,59 ha

Densité : 76 hab/ha

Revenu moyen : 15 310 euros/ménage

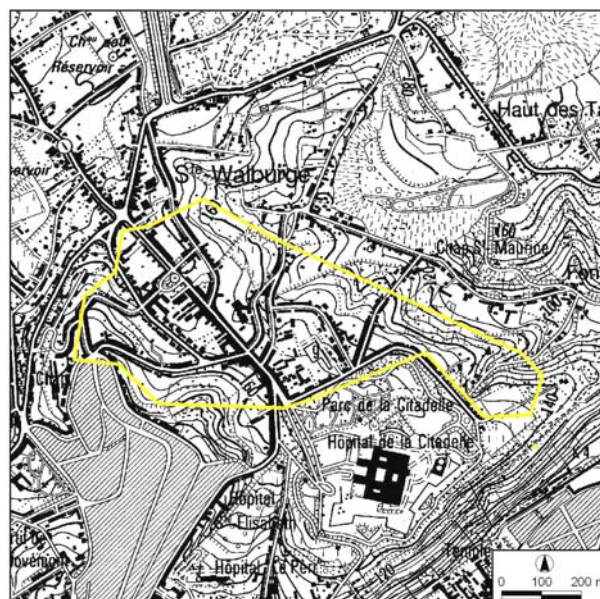
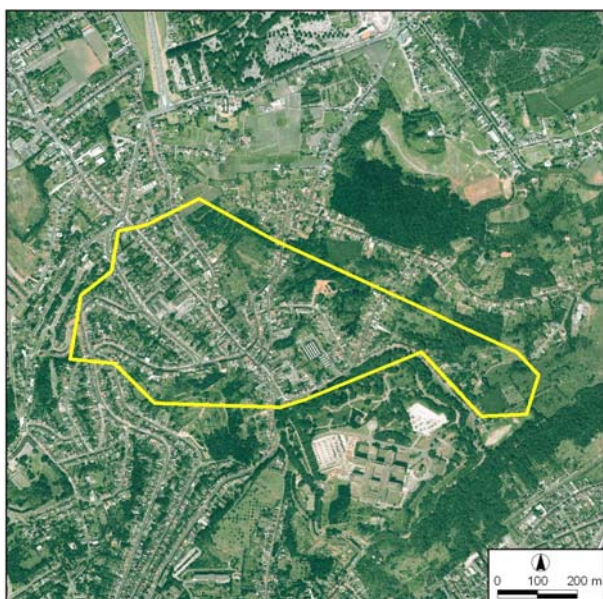
Description sommaire : quartier peu étendu au bâti dense et mitoyen (urbanisation du XIX^{ème} + immeubles à appartements) bordant la gare des Guillemins et bien desservi par les bus également. Multitude de commerces, restaurants et cafés rue et place des Guillemins.



2003-2004 – RAPPORT PROV.
CREAT/LEPUR – SEPTEMBR



4. SAINTE-WALBURGE – CODE INS 62063A601



Groupe : quartier péricentral

Population en 2001 : 2868

Nombre de ménages en 2001 : 1436

Nombre de logements en 1991 : 1387

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,14

Nombre d'emplois en 1991 : 401

Superficie en 2001 : 52,91 ha

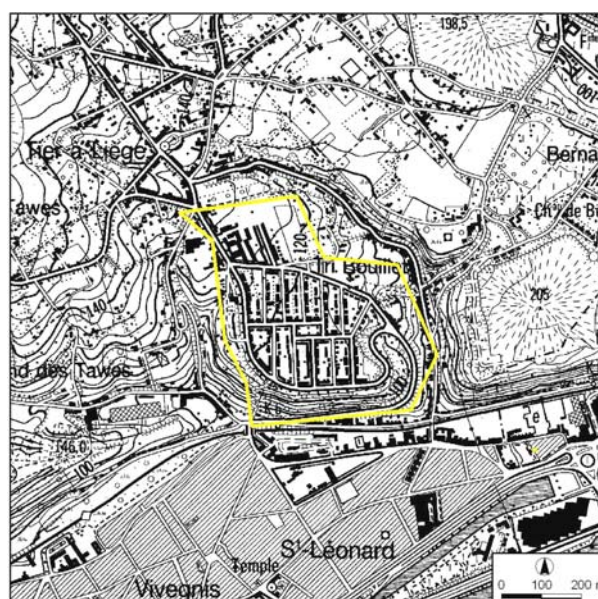
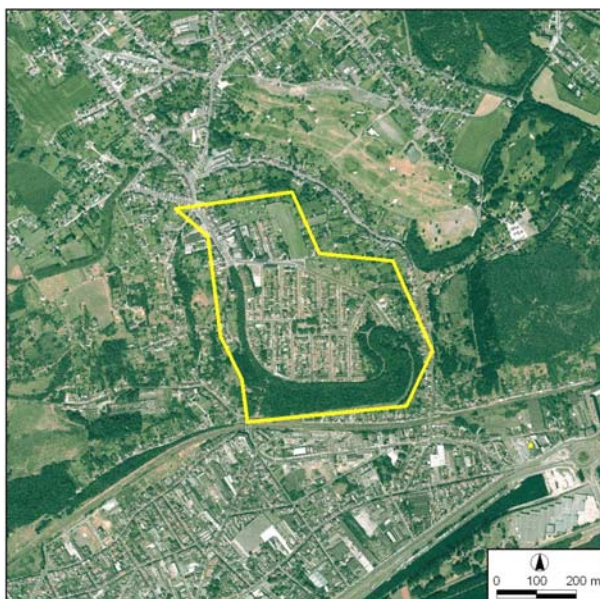
Densité en 2001 : 54 hab/ha

Revenu moyen : 21 355 euros/ménage

Description sommaire : ancien faubourg de Liège urbanisé à partir du XIX^{ème} siècle, totalement inclus dans l'agglomération aujourd'hui. Quartier dense au bâti parfois dégradé, surtout dans le centre ancien, et relativement mixte en son centre également (commerces, école...), jouxtant l'hôpital de la Citadelle. Habitat mitoyen à l'exception d'une ou deux rues urbanisées dans les années 60 (3 ou 4 façades).



5. THIER A LIEGE – CODE INS 62063A90



Groupe : quartier péricentral

Population en 2001 : 1504

Nombre de ménages en 2001 : 651

Nombre de logements en 1991 : 617

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,4

Nombre d'emplois en 1991 : 99

Superficie en 2001 : 34,54 ha

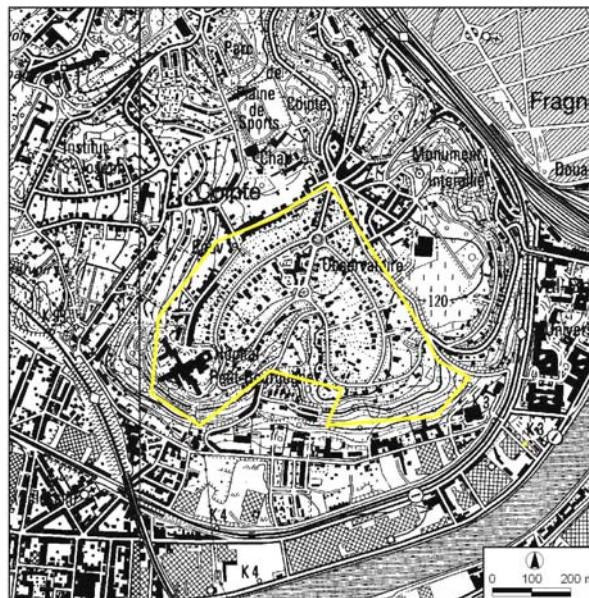
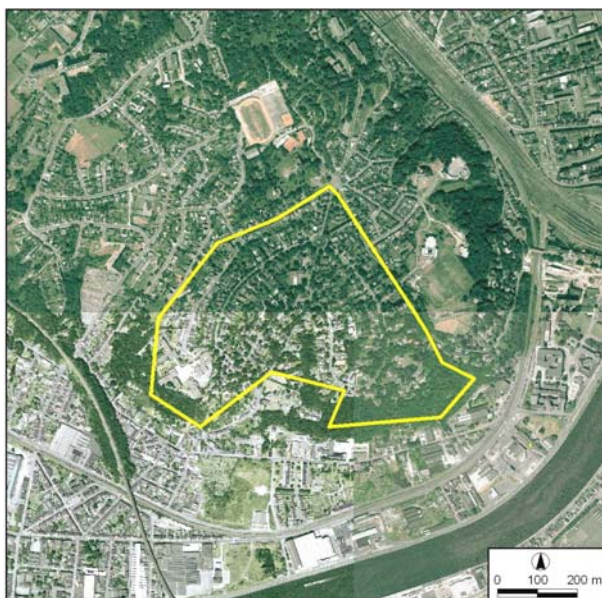
Densité en 2001 : 44 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 17 813 euros/ménage

Description sommaire : cité-jardin sur les hauteurs du quartier nord, urbanisée en diverses phases dont la première correspond à l'exposition de 1930 : chaque société de logement participante y a érigé un groupe de logements architecturalement individualisés, mitoyens ou 3 façades, parfois en mauvais état à ce jour. Quartier dédié au logement social en partie revendu aux habitants ; espaces verts.



6. PARC DE COINTE – CODE INS 62063J40



Groupe : quartier péricentral

Population en 2001 : 875

Nombre de ménages en 2001 : 319

Nombre de logements en 1991 : 275

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,67

Nombre d'emplois en 1991 : 349

Superficie en 2001 : 43,22 ha

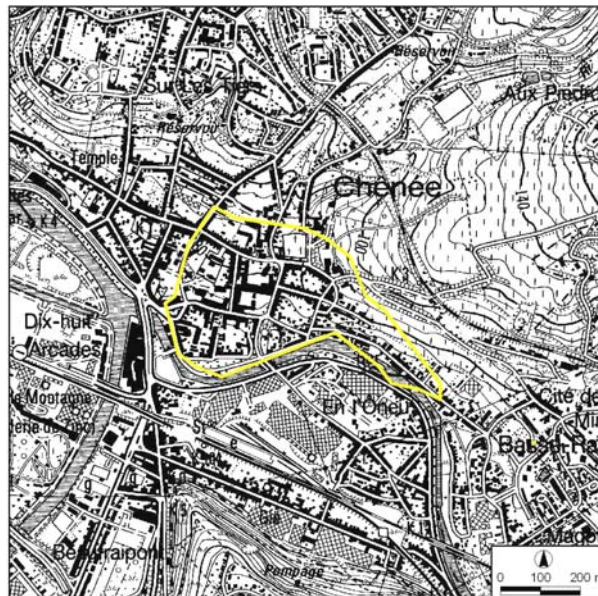
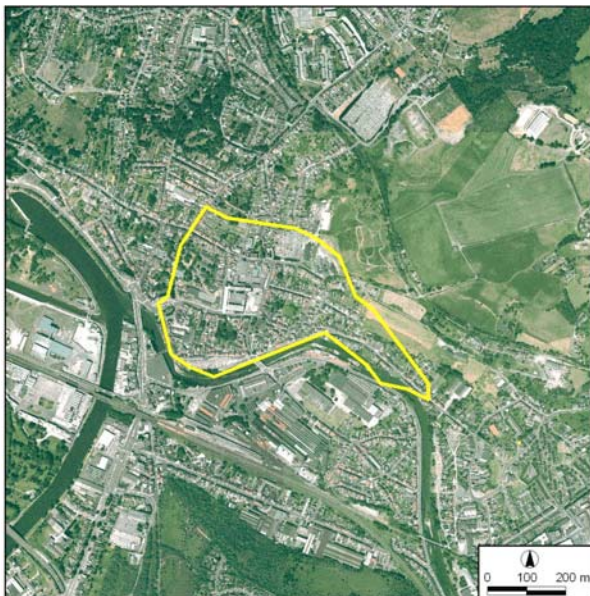
Densité en 2001 : 20 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 46 225 euros/ménage

Description sommaire : « parc résidentiel » urbanisé de manière très lâche dès le début du XX^{ème} siècle ; villas de haut standing sur des parcelles vastes pour l'époque. Quartier séparé de la ville par un versant raide et les voies de chemins de fer. Avenues arborées au réseau curviligne.



7. CHENEE-CENTRE – CODE INS 62063G001



Groupe : quartier péricentral

Population en 2001 : 1394

Nombre de ménages en 2001 : 672

Nombre de logements en 1991 : 615

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,17

Nombre d'emplois en 1991 : 561

Superficie en 2001 : 25,92 ha

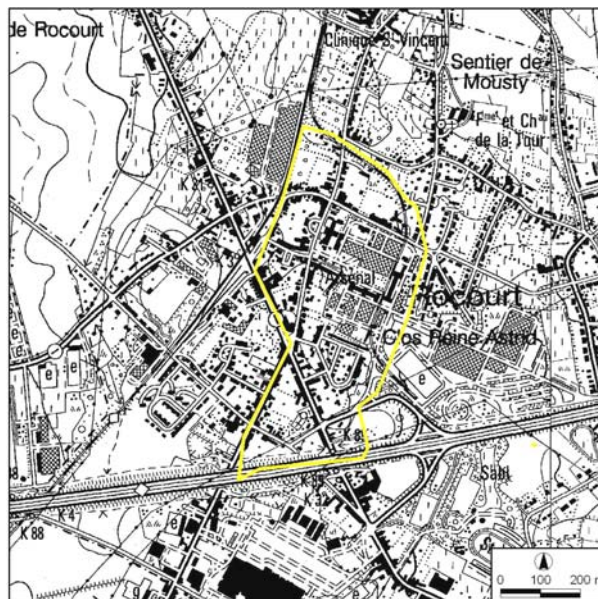
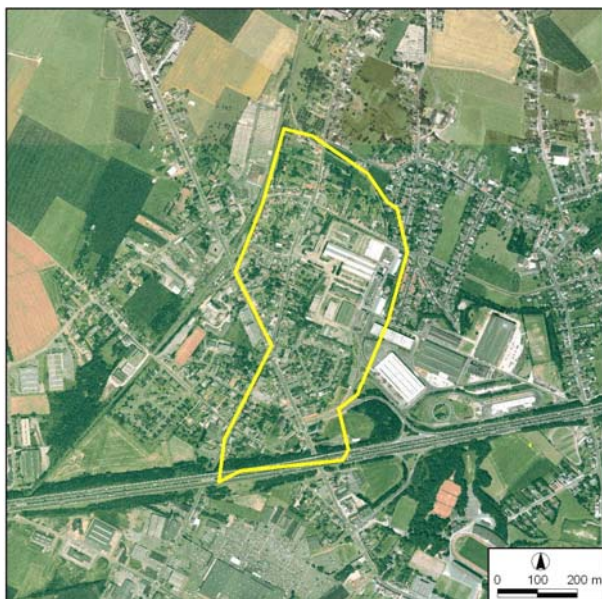
Densité en 2001 : 54 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 18 288 euros/ménage

Description sommaire : centre d'une ancienne commune aujourd'hui incluse dans l'agglomération et la ville de Liège, au bâti assez dense, dédié à l'habitat (majoritairement mitoyen, y compris immeubles à appartements), à l'enseignement et au commerce ; organisé autour d'une place centrale et bordant une voie rapide d'accès à la ville ; en site de vallée à la confluence de l'Ourthe et de la Meuse.



8. ROCOURT-CENTRE – CODE INS 62063L001



Groupe : quartier périphérique proche

Population en 2001 : 1219

Nombre de ménages en 2001 : 553

Nombre de logements en 1991 : 506

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,31

Nombre d'emplois en 1991 : 1161

Superficie en 2001 : 38,57 ha

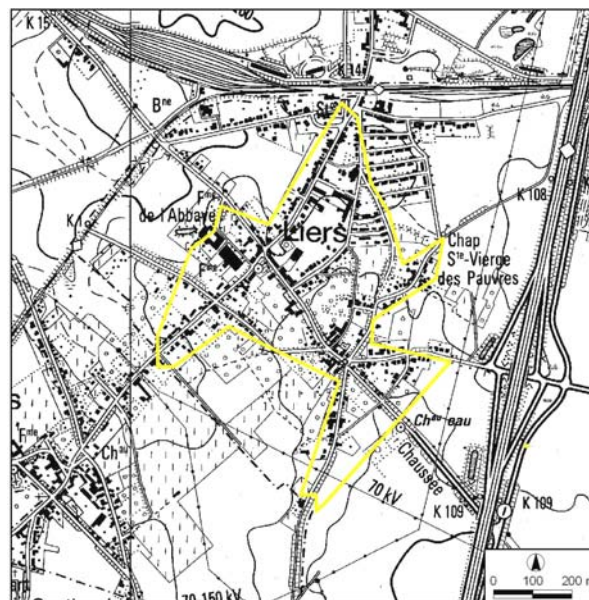
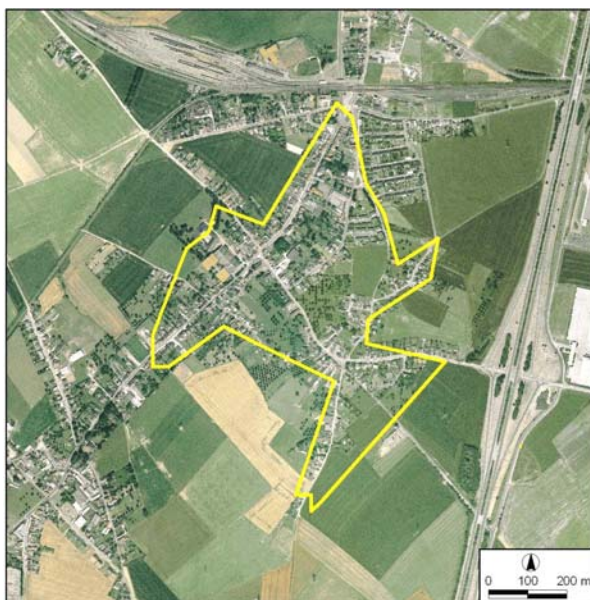
Densité en 2001: 32 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 26 738 euros/ménage

Description sommaire : centre d'une ancienne commune constituant aujourd'hui la limite de l'agglomération sur le début du plateau hesbignon, caractérisé par un trafic très dense aux carrefours et rues qui le délimitent. Formes du bâti variées : maisons mitoyennes anciennes ou plus récentes ou petits immeubles, quelques 4 façades. Commerces et services dans l'ancien centre villageois et sur les voies périphériques.



9. LIERS-CENTRE – CODE INS 62051C000



Groupe : quartier périphérique proche

Population en 2001 : 943

Nombre de ménages en 2001 : 388

Nombre de logements en 1991 : 359

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,6

Nombre d'emplois en 1991 : 176

Superficie en 2001 : 46,25 ha

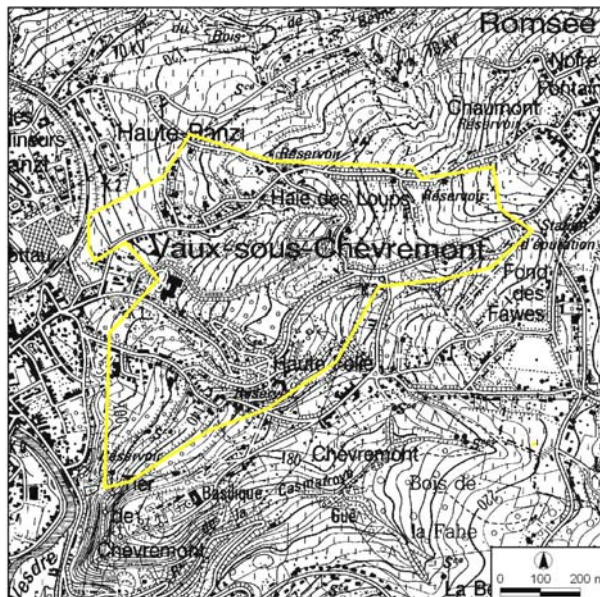
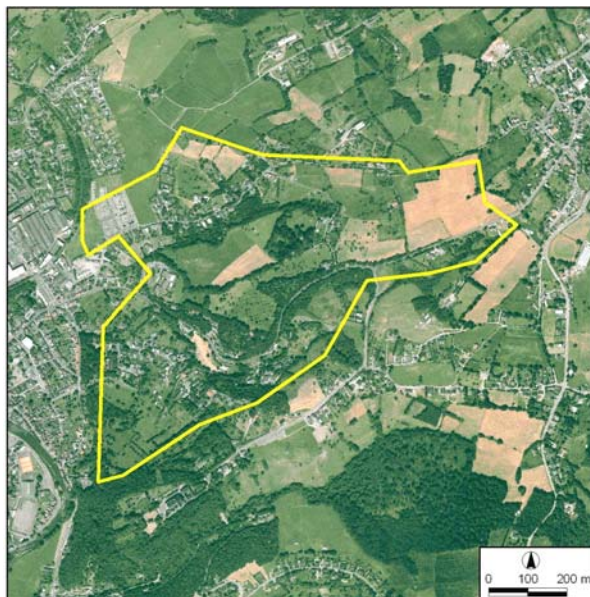
Densité en 2001 : 20 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 28 151 euros/ménage

Description sommaire : village de la périphérie ayant connu toutes les époques et les phases d'urbanisation : centre ancien aux bâtiments mitoyens et maisons isolées anciennes, habitat collectif social (petites barres de 3 étages), maisons 4 façades récentes... ; quelques commerces et services de proximité au centre. Bordé par la gare de Liers (terminus pour plusieurs lignes).



10. MEHAGNE – CODE INS 62022D322



Groupe : quartier périphérique proche

Population en 2001 : 1066

Nombre de ménages en 2001 : 425

Nombre de logements en 1991 : 401

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,74

Nombre d'emplois en 1991 : 65

Superficie en 2001 : 54,86 ha

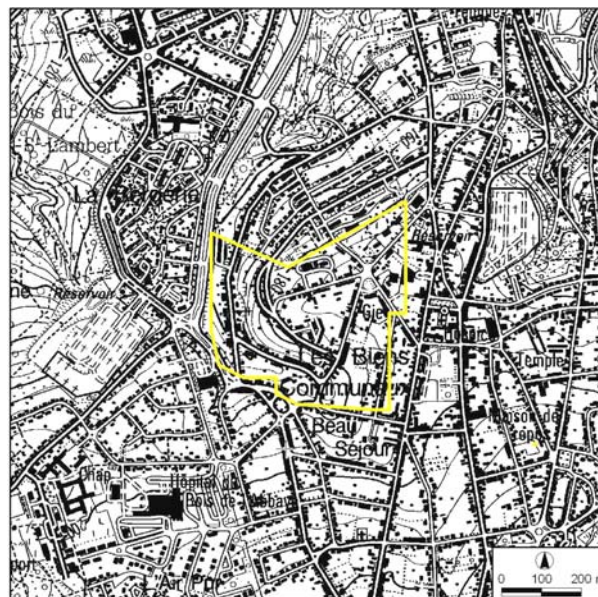
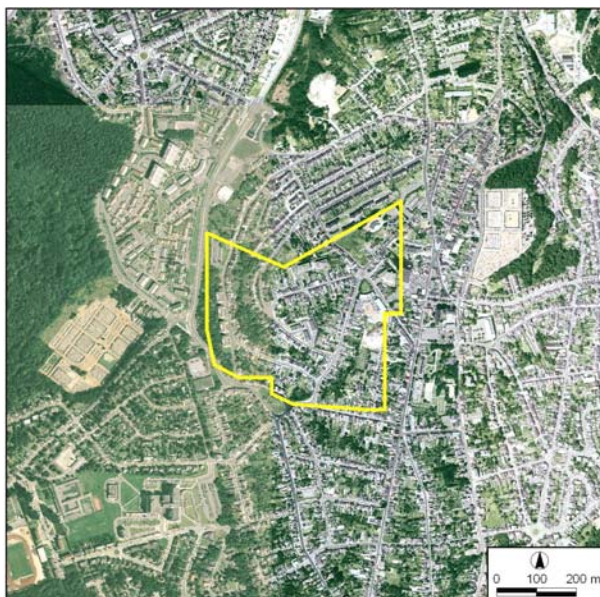
Densité en 2001 : 19 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 34 329 euros/ménage

Description sommaire : quartier résidentiel de standing des années 60 à l'habitat 3 ou 4 façades, exceptionnellement mitoyen, correspondant aux premières phases de périurbanisation de la ville. Le bâti accuse les années dans certains cas, mais est majoritairement bien entretenu. Jardins et rues arborées ; réseau routier curviligne.



11. BIENS COMMUNAUX – CODE INS 62096A521



Groupe : quartier périphérique proche

Population en 2001 : 1436

Nombre de ménages en 2001 : 808

Nombre de logements en 1991 : 765

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 1,8

Nombre d'emplois en 1991 : 176

Superficie en 2001 : 27,35 ha

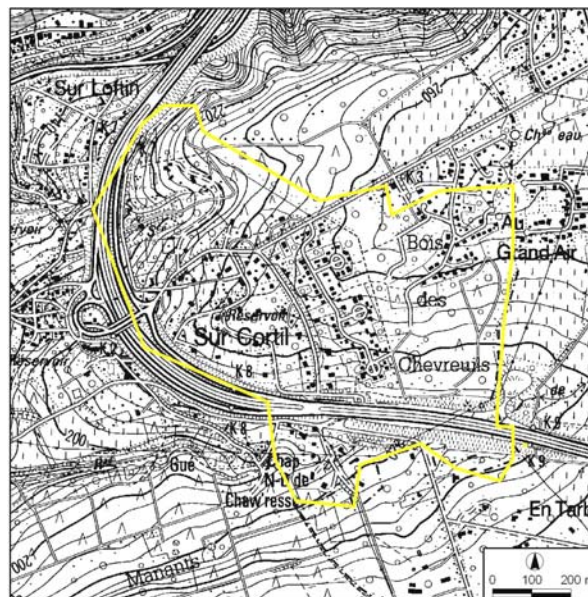
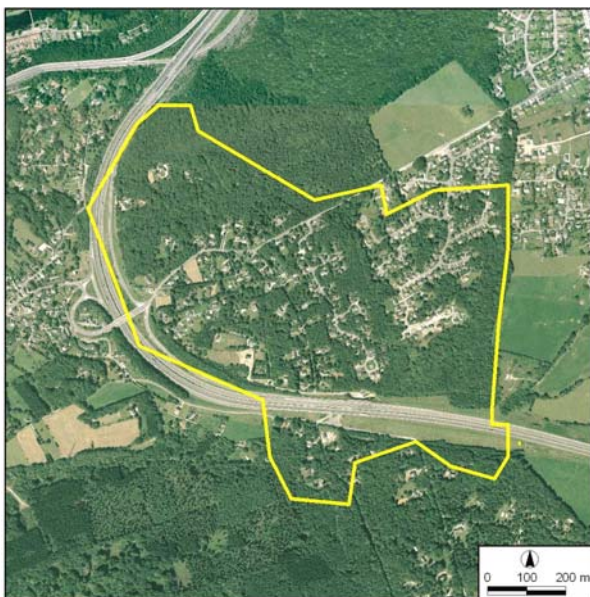
Densité en 2001 : 53 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 16 732 euros/ménage

Description sommaire : un des nombreux quartiers de l'agglomération sérésienne à l'habitat ouvrier mitoyen (maisons individuelles à l'exception de quelques immeubles à appartements et une tour). Dédié au logement ; comprend un petit supermarché.



12. BOIS DES CHEVREUILS – CODE INS 62032B121



Groupe : quartier périphérique éloigné

Population en 2001 : 888

Nombre de ménages en 2001 : 298

Nombre de logements en 1991 : 237

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 3,14

Nombre d'emplois en 1991 : 33

Superficie en 2001 : 101,30 ha

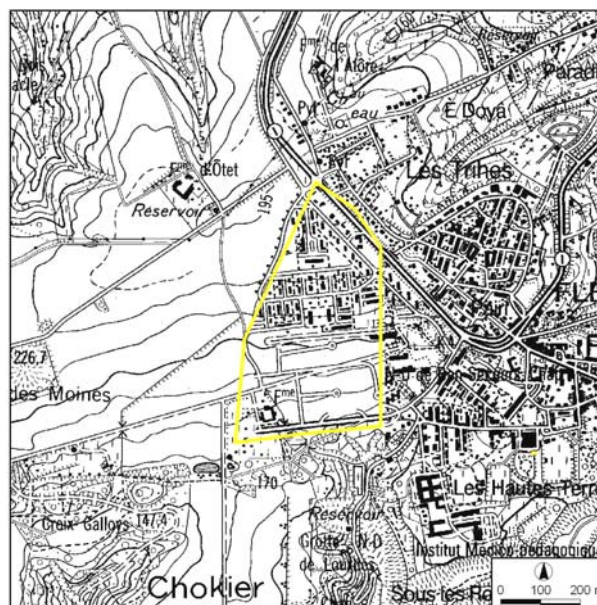
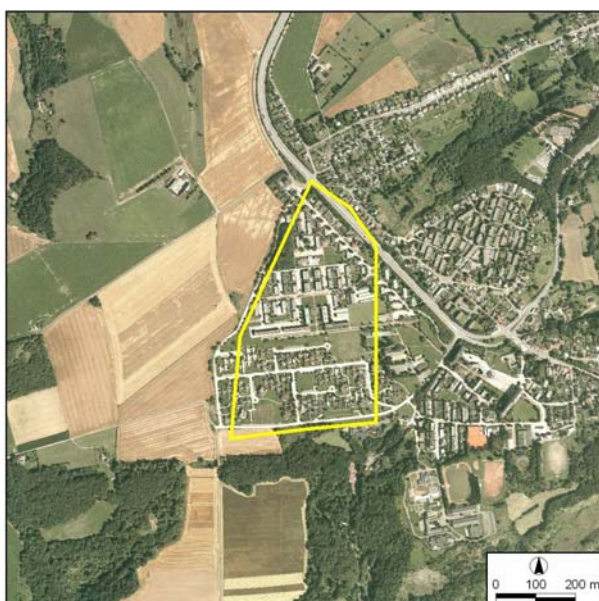
Densité en 2001 : 9 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 43 828 euros/ménage

Description sommaire : quartier de villas quatre façades aux parcelles relativement vastes dans un environnement boisé, recevant la périurbanisation plus récente (années 80 et 90), au réseau routier curviligne et à culs-de-sac. Entièrement dédié au logement ; accès rapide à l'autoroute (et ainsi à la ville).



13. LES TRIXHES-CENTRE – CODE INS 62120A402



Groupe : quartier périphérique éloigné

Population en 2001 : 1259

Nombre de ménages en 2001 : 591

Nombre de logements en 1991 : 650

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,38

Nombre d'emplois en 1991 : 37

Superficie en 2001 : 26,02 ha

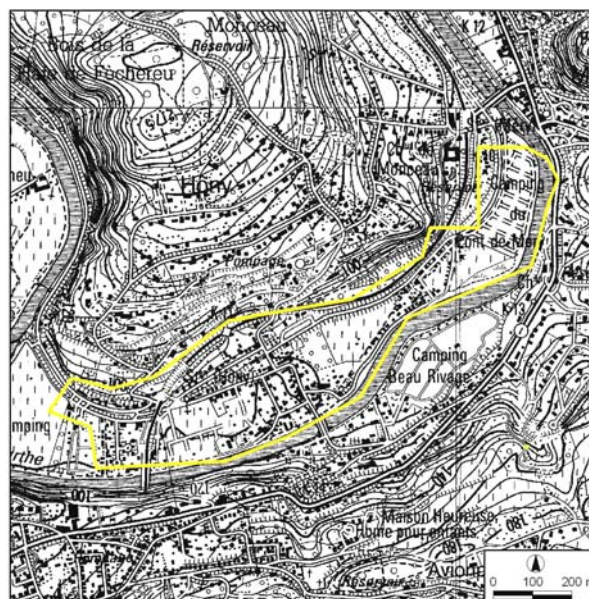
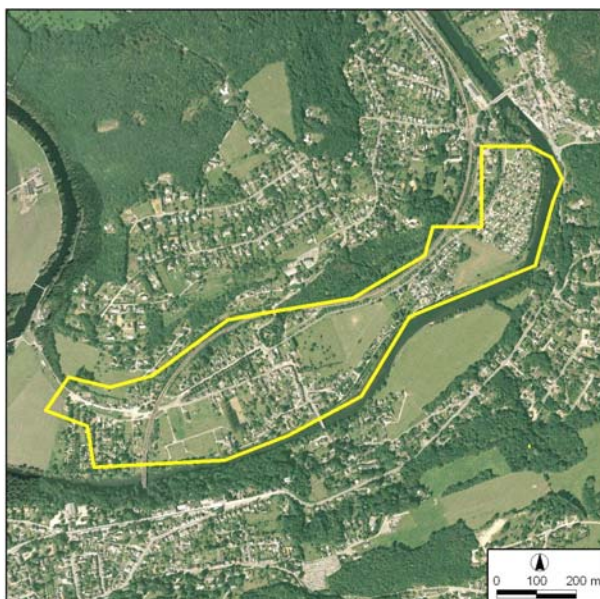
Densité en 2001 : 48 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 9 649 euros/ménage

Description sommaire : « cité sociale » d'inspiration moderniste (une seule tour cependant) des années 60, située sur le plateau et loin de l'agglomération ; rangées ou groupes de logements mitoyens de formes variées, petits immeubles, quelques « barres » relativement peu élevées. Espaces verts. Mauvais état général du bâti, nombreux logements vides, certains en rénovation, d'autres en démolition-reconstruction.



14. HONY-BAS – CODE INS 62032A401



Groupe : quartier périphérique éloigné

Population en 2001 : 615

Nombre de ménages en 2001 : 306

Nombre de logements en 1991 : 259

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,09

Nombre d'emplois en 1991 : 28

Superficie en 2001 : 46,83 ha

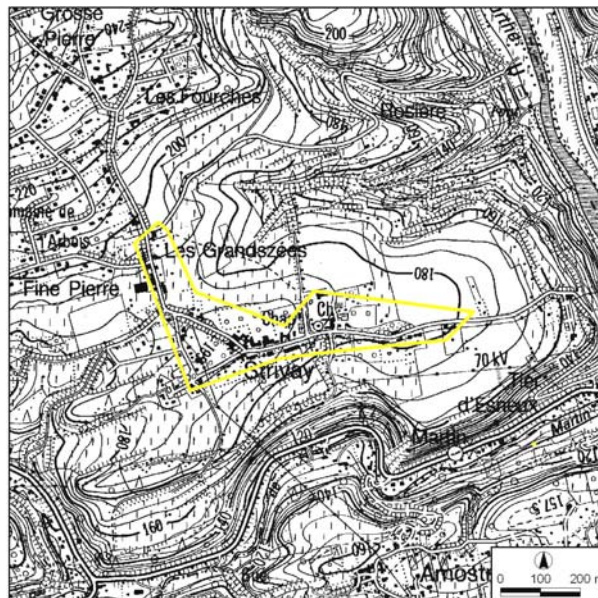
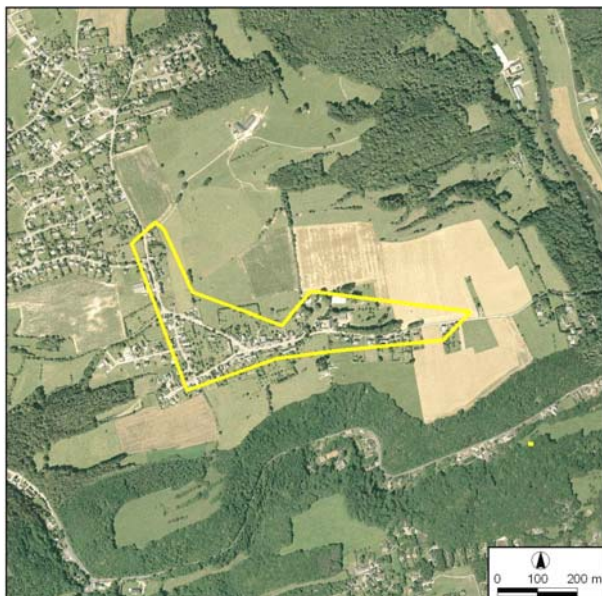
Densité en 2001 : 13 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 20 379 euros/ménage

Description sommaire : village de la vallée de l'Ourthe à proximité de la nationale, de densité d'autant plus faible que l'on s'éloigne du centre ; habitat mitoyen dans le centre ancien et à 3 ou 4 façades ailleurs, d'époques diverses : du début du siècle jusqu'aux années 90. Trois commerces de proximité : une boulangerie, une pharmacie, une librairie. Proximité d'un arrêt de chemin de fer.



15. STRIVAY – CODE INS 62121B10



Groupe : quartier périphérique éloigné

Population en 2001 : 231

Nombre de ménages en 2001 : 91

Nombre de logements en 1991 : 65

Nombre moyen d'habitants par logement en 1991 : 2,63

Nombre d'emplois en 1991 : 6

Superficie en 2001 : 17,73 ha

Densité en 2001 : 13 hab/ha

Revenu moyen en 2001 : 30 033 euros/ménage

Description sommaire : hameau condrusien de la grande périphérie liégeoise, relativement isolé sur une arrête du plateau bordant la vallée de l'Ourthe. Fermes anciennes au centre, aujourd'hui dédiées au logement et souvent rénovées ; villas très récentes de haut standing alentours ainsi qu'un quartier de villas des années 70. Aucun service ni commerce.



