

ÉCOLE DOCTORALE "Sciences de la Terre et Environnement" n° 413

laboratoire Image, Ville, Environnement (UMR 7362)

THÈSE présentée par :

Wassim HACHED

soutenue le : **06 décembre 2019**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Géographie / Urbanisme et aménagement

**Ergonomie d'accès aux ressources de
la vie quotidienne en mobilité douce
Application à l'Eurométropole de Strasbourg**

THÈSE dirigée par :

Madame PROPECK-ZIMMERMANN Eliane Professeure, Université de Strasbourg

THÈSE co-dirigée par :

Monsieur BADARIOTTI Dominique Professeur, Université de Strasbourg

RAPPORTEURS :

Madame HANIOTOU Hélène Professeure, National Technical University of Athens

Monsieur L'HOSTIS Alain

Chargé de recherche HDR, IFSTTAR

AUTRES MEMBRES DU JURY :

Monsieur SAINT-GERAND Thierry

Professeur émérite, Université de Caen

Document imprimé le 16/10/2019

Ce travail de recherche n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide financière du gouvernement tunisien, dont la Mission Universitaire et Educative m'attribua une bourse de 3 ans, à qui j'adresse alors toute ma gratitude. Par ailleurs, je remercie également Campus France pour leur contribution monétaire au début de la 4^e année de thèse.

Je suis également sincèrement reconnaissant envers l'Université de Strasbourg, et particulièrement envers l'administration de la Faculté de Géographie et d'Aménagement de Strasbourg et à celle du Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE) pour m'avoir accepté en tant qu'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche. Cela m'a permis non seulement de poursuivre cette thèse dans de bonnes conditions, mais également d'acquérir une solide expérience dans le monde de l'éducation supérieure.

Je remercie tout particulièrement ma directrice de thèse, madame Eliane Propeck-Zimmermann, pour la patience sans limites, la rigueur, le savoir-faire, l'effort, la disponibilité et surtout pour le soutien moral et scientifique qu'elle m'a octroyé sans limites durant cette recherche et qu'elle continue à m'accorder généreusement. C'est une chance inestimable de travailler avec une personne avec de telles qualités. Elle est pour moi un modèle d'intégrité et de dévouement professionnel à suivre.

Je remercie de même monsieur Dominique Badariotti, directeur du Laboratoire Image, Ville, Environnement, et co-directeur de la thèse, pour ses conseils et pour son appui précieux notamment au niveau administratif.

J'adresse également, mes gratitudeles les plus sincères à monsieur Thierry Saint-Gérard, professeur émérite et fondateur du concept d'« ergonomie spatiale », l'un des principaux piliers de cette thèse, pour ses conseils avisés, sa disponibilité, sa volonté d'aider et son bonheur rayonnant et contagieux.

Ma reconnaissance à madame Sophie Lizard, docteure, monsieur Arnaud Piombini, maître de conférences, monsieur Alexis Conesa, maître de conférences, monsieur René Khan, maître de conférences, et monsieur Jean-Paul Villette, maître de conférences, pour leurs recommandations, leurs précieux conseils et assistance technique, notamment durant les réunions régulières de l'ANR RED, dans laquelle cette étude s'est insérée. Je tiens identiquement à remercier particulièrement tous les chercheurs participant au projet ANR RED

auxquels j'ai pu présenter ma progression lors des séminaires bisannuels de m'avoir permis de bénéficier de leurs avis et de leurs synergies. Dans le même cadre, je remercie les scientifiques auxquels j'ai exposé mes travaux au moment des colloques RFTM 2018 et APE-RAU 2019.

L'Eurométropole de Strasbourg, principalement le service géomatique et connaissance du territoire, monsieur Grzegorz Skupinski, ingénieur d'études, madame Anne Puissant, professeure, monsieur Christophe Eaux, professeur, ont parallèlement été d'une aide efficace, en particulier pour la création de la base de données SIG essentielle à cette tâche. L'apport de monsieur Mohand Medjkane, ingénieur d'études, dans la constitution des réseaux de transports sur SIG, fondement de toute cette recherche, suscite en moi une reconnaissance des plus sincères.

Je remercie également tous les membres du Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE) pour m'avoir reçu au sein de leur équipe pluridisciplinaire toujours prête à aider et qui m'a soutenu tant au niveau scientifique que moral. De plus, j'accorde mes grés aux membres de la bibliothèque de la faculté de géographie où j'ai pu travailler quelques mois durant cette thèse dans un cadre chaleureux, accueillant et généreux.

Ma gratitude à ma femme, Amy-Whitney Serylo, pour son soutien exemplaire à tous les niveaux et le temps qu'elle m'a concédé pour la relecture de l'ensemble de mes écrits.

Je remercie aussi, sans pouvoir tous les nommer, tous ceux et celles qui ont contribué, de près ou de loin, peu importe la manière, à cet ouvrage.

*Aux étudiants de la faculté de géographie et
d'aménagement de Strasbourg,*

*A ma femme, à ma sœur, à mes parents et à la
mémoire de mes grands-parents...*

INTRODUCTION	17
 1. CHAPITRE 1 : LA MOBILITE DURABLE AU CŒUR DES POLITIQUES URBAINES... UN CONCEPT QUI INTEROGE.....	25
1.1. Le développement durable entre encouragement et critiques, un concept qui pose question	28
1.1.1. L'évolution du concept du développement durable au développement urbain durable	28
1.1.2. Mise en application des principes du développement durable (et du développement urbain durable), des réglementations et des normes	33
1.1.3. Le développement urbain durable, un concept qui pose question	37
1.2. Du développement durable à la mobilité urbaine durable	43
1.2.1. Externalités négatives liées au transport terrestre et émergence de la mobilité urbaine durable comme solution probable.....	43
1.2.2. La mobilité urbaine durable, une définition large couvrant des registres variés	47
1.2.3. Les registres de la mobilité durable.....	48
1.3. Evaluation difficile et multitudes d'indicateurs de la mobilité durable milieu urbains	52
1.4. Politiques de la mobilité dans le contexte du développement urbain durable.....	55
1.4.1. Réductions des distances des déplacements quotidiens.....	56
1.4.2. Réduction de l'usage de la voiture	59
1.4.3. Encouragement des modes alternatifs à la voiture dans les zones urbaines	61
1.5. Mise en application des politiques pour une mobilité plus durable	63
1.5.1. Cadre et outils réglementaires pour une mobilité durable.....	63
1.5.2. Outils territoriaux, techniques et urbains pour une mise en place d'une mobilité urbaine durable	64
1.5.3. Outils sociaux d'encouragements à l'adoption de modes de déplacements plus durables	68
1.5.4. Communication et promotion de la mobilité durable	70
1.6. Application des politiques de mobilité durable, des effets dommageables	72
1.7. A retenir	77

2. CHAPITRE 2 : L'ERGONOMIE DE L'ESPACE URBAIN, UN CONCEPT OPERATOIRE POUR EVALUER LES CONDITIONS D'ACCES AUX RESSOURCES EN MOBILITE DURABLE 81

2.1. Cadre conceptuel de l'ergonomie spatiale	83
2.1.1. Histoire de l'ergonomie et évolution des définitions	83
2.1.2. Domaines de l'ergonomie.....	85
2.1.3. Interventions et objectifs de l'ergonomie.....	87
2.1.4. Le concept d'ergonomie en géographie suite aux transferts conceptuels.....	90
2.1.5. Cadre conceptuel de l'ergonomie spatiale comme concept fondateur et modèle opératoire	91
2.2. Ergonomie spatiale, accessibilité, capacité : des liens étroits mais des objectifs différents.....	96
2.2.1. Ergonomie spatiale et accessibilité.....	96
2.2.1.1. Existence d'une liaison entre deux points	97
2.2.1.2. Moyens de déplacements adaptés à l'utilisateur	97
2.2.1.3. Prise en compte des contraintes de l'utilisateur.....	98
2.2.2. Ergonomie spatiale et capacité.....	101
2.3. Modélisation territoriale de l'ergonomie d'accès aux ressources	103
2.4. A retenir	107

3. CHAPITRE 3 : DEVELOPPEMENT ET CONCRETISATION D'UNE DEMARCHE D'EVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES.....111

3.1. Démarche méthodologique et hypothèses de travail	113
3.2. Indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès et sa déclinaison à différents niveaux d'informations	117
3.2.1. Mise en œuvre de deux approches conjointes.....	117
3.2.1.1. Diagnostic d'ensemble	117
3.2.1.2. Approche locale détaillée.....	121
3.3. Concrétisation de la démarche au sein d'un SIG	124
3.3.1. Choix des ressources de la vie quotidienne	124
3.3.2. Elaboration d'une base de données géo-localisées	128
3.3.3. Calcul des itinéraires	130
3.3.4. Indicateurs d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources et leur calcul	130

3.3.5.	Scores et indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès.....	139
3.4.	A retenir	141
4.	CHAPITRE 4 : TERRITOIRE D'ETUDE, UNE APPLICATION A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG.....	145
4.1.	L'Eurométropole de Strasbourg.....	147
4.1.1.	Le piéton à l'Eurométropole de Strasbourg	147
4.1.2.	Le vélo à l'Eurométropole de Strasbourg	149
4.1.3.	Les transports en commun dans l'Eurométropole de Strasbourg	151
4.1.4.	Restrictions et alternatives à l'usage de la voiture à l'Eurométropole de Strasbourg	151
4.2.	Choix des zones tests	153
4.2.1.	Zones réparties géographiquement sur l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg	154
4.2.2.	Les environnements socio-urbains représentés	156
4.2.3.	Zones choisies	158
4.2.4.	Choix des mailles au sein des zones tests	160
4.3.	Présentation des points d'études	162
4.3.1.	Strasbourg, hypercentre	162
4.3.2.	Strasbourg, quartier de l'Esplanade.....	164
4.3.3.	Strasbourg, quartier du Port-du-Rhin	166
4.3.4.	Strasbourg, quartier de la Meinau	170
4.3.5.	Strasbourg, quartier de la Robertsau.....	174
4.3.6.	Strasbourg, quartier de HautePierre	178
4.3.7.	Schiltigheim	180
4.3.8.	Ostwald	182
4.3.9.	Holtzheim	184
4.3.10.	Vendenheim	186
4.3.11.	La Wantzenau	188
4.3.12.	Plobsheim	190
4.4.	A retenir	193

5. CHAPITRE 5 : RESULTATS DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG EN MOBILITE DOUCE ; DE L'INDICATEUR GLOBAL A SES DECLINAISONS	197
5.1. Approche synthétique : l'ergonomie d'accès aux ressources par mode et par pas de temps	199
5.1.1. L'ergonomie d'accès en 5 minutes	200
5.1.2. L'ergonomie d'accès en 10 minutes.....	203
5.1.3. L'ergonomie d'accès en 20 minutes.....	208
5.2. Comparaison de profils d'ergonomie	211
5.2.1. comparaison de points d'études avec des niveaux d'ergonomie similaires, mais des profils différents	211
5.2.2. comparaison de points d'études avec des profils similaires, mais des niveaux d'ergonomie différents	213
5.2.3. Niveaux d'ergonomie fort différents pour un meme point d'étude à pied ou à vélo	214
5.3. Potentiel exploratoire de l'évaluation de l'ergonomie d'accès	216
5.3.1. Les modes doux, une alternative à la voiture ?	216
5.3.2. L'ergonomie d'accès et la pratique des modes doux	218
5.4. A retenir	221
6. BILAN ET DISCUSSION.....	225
6.1. Conclusion	228
6.2. Apport de la méthode développée d'évaluation de l'ergonomie d'accès	230
6.3. Limites et perspectives de développement	232
ANNEXES	239
Domaines et intervention de l'ergonomie	241
Exploration cartographique des données utilisées	243
Points d'études.....	248
Résultats détaillés.....	250

Résultats cartographiés	277
Diagrammes comparatifs	338
Analyse par composantes principales des résultats	347
A Pied en 5 minutes.....	347
A pied en 10 minutes	348
A pied en 20 minutes.....	349
A vélo en 5 minutes	350
A vélo en 10 minutes.....	351
A vélo en 20 minutes	352
En voiture en 5 minutes	353
En voiture en 10 minutes.....	354
TABLE DES ILLUSTRATIONS	357
BIBLIOGRAPHIE.....	365
RESUME	386

INTRODUCTION

En urbanisme, le slogan « Toujours plus vite, toujours plus loin » est désormais dépassé (Papon, 2003 ; Piombini, 2006 ; Saint-Gérard, et al., 2019). Au regard des politiques publiques, la voiture n'est plus le symbole de progrès et de modernité qu'elle le fut autrefois. Effectivement, en plus d'être parmi les plus grands émetteurs de CO₂ à l'échelle internationale, l'automobile a différentes externalités négatives surtout en ville : nuisances sonores, engorgement, utilisation massive de l'espace, accidents... L'heure est à une mobilité apaisée et vertueuse sur le plan écologique. Dans le cadre du développement durable, plus particulièrement du développement urbain durable, l'objectif est de freiner le système automobile surtout en agglomération pour laisser place à une mobilité plus durable conformément aux finalités de la transition écologique et énergétique. Telle est la politique désormais affichée à toutes les échelles : locale, nationale et internationale. Limiter les répercussions dommageables de la voiture apparaît comme axe central dans toutes les politiques. Cette priorité s'est traduite non seulement par plusieurs mesures (réglementaires, normatives...), mais surtout par des aménagements urbains en faveur des modes de déplacements durables. Les transports en commun, avec en tête le tramway, et les modes doux, entendus ici comme modes actifs tels que la marche et le vélo, sont les principaux bénéficiaires de ces aménagements. De nos jours, la position privilégiée dans les études urbaines est accordée aux aménagements piétonniers (zones piétonnes, zones de rencontre, mobilier urbain, espaces ludiques...), aux aménagements cyclables, aux véhicules en libre-service (trottinettes, vélos ou voitures électriques ou non), au covoiturage... Plusieurs mesures en faveur des mobilités durables sont accompagnées en parallèle de dispositions restrictives à la voiture individuelle (stationnement réglementé ou payant, restrictions de circulation, péages urbains...). Ces politiques de mobilité durable ont d'ores et déjà conduit à la réduction de la place de l'automobile dans la plupart des grandes villes.

Les déplacements sont nécessaires pour chaque individu pour différentes raisons (professionnelles, loisirs, autres activités). Dans cette perspective, on peut se demander dans quelle mesure les diverses formes de mobilité, notamment douces, permettent de répondre à ces besoins. Notre intérêt, dans le cadre de cette recherche, porte particulièrement sur les ressources courantes hors travail (commerces, éducation, santé, services publics et loisirs). Bien que les politiques prônent la mobilité durable sur l'ensemble du territoire, elles sem-

blent se focaliser sur des zones stratégiques des villes (centre urbain, éco-quartiers, centres de tertiaire supérieure...) au risque de renforcer les disparités sociospatiales.

Dans quelles conditions les habitants peuvent-ils s'approprier les ressources du quotidien via les modes doux ?

Les aménagements en faveur de la mobilité durable sont-ils configurés de façon à permettre la satisfaction des besoins de la population ? Globalement ou de façon sélective ?

Les modes durables, et en particulier les modes doux, offrent-ils une alternative crédible à la voiture pour disposer effectivement des ressources de la vie quotidienne ? Pour tous et là où ils se trouvent ?

Afin de répondre à ces questionnements, la recherche se base sur le concept d'« ergonomie spatiale », un concept opératoire, au sens d'approche conceptuelle modélisable en méthodologie d'analyse spatiale. L'ergonomie spatiale est définie comme « *la capacité d'un territoire à fournir à sa population les ressources socioéconomiques qui leur sont nécessaires au moindre coût/effort/risque* » (Saint-Gerand, 2002). L'hypothèse de base est que « *l'adéquation d'un espace à la vie de sa population dépend largement de la facilité qu'il offre aux habitants pour s'approprier les ressources dont elle a besoin, en fonction de ses spécificités et là où elle se trouve.* » (Saint-Gérard, et al., 2019).

L'objectif de la recherche est de développer une démarche d'analyse et d'évaluation de l'« ergonomie d'accès » aux ressources de la vie quotidienne en chaque point de l'espace, en un temps raisonnable, selon différents modes de déplacement (à pied, à vélo et en voiture) et d'en analyser les disparités spatiales. La démarche prend en considération le fonctionnement global du territoire à travers, d'une part, la disponibilité et répartition du potentiel de ressources et, d'autre part, un panel de critères caractérisant leurs conditions d'accès (conditions de desserte, sécurité, confort, coût monétaire).

L'application porte sur 13 zones tests au sein de l'Eurométropole de Strasbourg qui mène une politique très volontariste en faveur de la mobilité douce. Elle prend appui sur un système d'information géographique et une base de données adaptée. Le calcul d'un score synthétique, décliné ensuite par modes de déplacement, par pas de temps et selon différents critères, a pour objectif de caractériser des situations différenciées au sein de l'espace urbain. La mise en perspective des indicateurs avec les environnements socio-urbains vise à révéler les disparités sociospatiales.

Cette recherche pose un certain nombre de préalables :

- Elle s'attache aux ressources matérielles et de services (immatériels) publics ou privés. Les ressources sociales (tissu associatif, espaces verts de détente...) ou l'emploi, demandant des collectes de données ou développements spécifiques pourront être intégrés ultérieurement. Par ailleurs, ne sont considérées que les ressources relativement standards acquises « par déplacement du citoyen ». Grâce au développement d'internet, des offres proposent de faire parvenir les ressources (services, marchandises...) jusqu'à l'habitant ou à un point de retrait ; ce système d'acheminement n'a pas été pris en compte.
- Elle suppose que les ressources sont disponibles en qualité et en quantité suffisante. Il n'est dès lors pas fait d'analyse d'ajustement entre la densité ou le niveau de recours de la population et la quantité de service à proximité, ou entre les caractéristiques de la population (âge, revenus, types de ménages...) et la qualité des ressources (spécialisation, types de commerces offrant des produits plus ou moins chers par exemple). La notion de besoin est donc entendue au sens large comme la nécessité de recourir pour tous à des équipements et services courants. La recherche porte sur le potentiel qu'offre l'espace à disposer de ces ressources de base.
- La plupart des individus réalisent dans la journée un programme d'activités pour s'approprier différentes ressources sur leur trajet. Cette étude considère que les citoyens effectuent un déplacement à partir d'un point de départ (lieu d'habitation) pour atteindre une seule ressource à la fois. Cependant, le critère de dispersion des ressources examinée dans la méthode proposée peut remédier partiellement à cette problématique.
- Les technologies évoluent rapidement, pouvant modifier les pratiques ou conditions de déplacement. Les vélos ou trottinettes à assistance électrique sont ainsi en plein essor. La

méthode développée pourra être ajustée ultérieurement en adaptant entre autres les vitesses de déplacements prises en compte. La multimodalité n'est par ailleurs pas prise en compte à ce stade d'étude.

La thèse comprend 6 grandes parties. La première partie s'attache aux concepts de développement durable, développement urbain durable et mobilité urbaine durable. Elle en présente la genèse, les objectifs, leurs mises en application, en y portant un regard critique. La deuxième partie introduit le concept d'ergonomie et sa transposition en géographie. Les notions d'« ergonomie spatiale » et d'« ergonomie d'accès » fondamentales à ce travail sont expliquées. Le champ d'analyse élargi qu'offre ce concept opératoire est explicité au regard d'autres notions telles que l'accessibilité et les principes de capabilité (motilité, marchabilité...). La troisième partie expose la démarche méthodologique générale d'évaluation des conditions d'accès aux ressources de la vie quotidienne développée dans le cadre de cette recherche. Deux approches conjointes de mise en œuvre, une globale à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg et une deuxième complémentaire détaillée à échelle locale en affinant l'analyse, sont exposées. La quatrième représente la concrétisation de la méthode détaillée et son application au territoire d'étude. L'élaboration d'une base de données géolocalisée adaptée, la sélection des ressources de la vie quotidienne, les calculs d'itinéraires, des indicateurs d'ergonomie et le calcul des scores y sont détaillés, le terrain d'étude y est présenté. La cinquième phase présente les résultats obtenus de 3 façons différentes. La première est synthétique et se présente sous format de cartographie par mode et par pas de temps de l'indicateur synthétique. La deuxième prend en considération les déclinaisons de l'indicateur synthétique pour comparer différents profils d'ergonomie. La troisième est plus analytique. Elle étudie la substituabilité des modes doux à la voiture et croise l'indicateur synthétique avec les pratiques modales. La dernière partie expliquera les apports et limites de ce travail et tracera des perspectives de recherche.

1. CHAPITRE 1 : LA MOBILITE DURABLE AU CŒUR DES POLITIQUES URBAINES... UN CONCEPT QUI INTEROGE

1.1. Le développement durable entre encouragement et critiques, un concept qui pose question

- 1.1.1. L'évolution du concept du développement durable au développement urbain durable
- 1.1.2. Mise en application des principes du développement durable (et du développement urbain durable), des réglementations et des normes
- 1.1.3. Le développement urbain durable, un concept qui pose question

1.2. Du développement durable à la mobilité urbaine durable

- 1.2.1. Externalités négatives liées au transport terrestre et émergence de la mobilité urbaine durable comme solution probable
- 1.2.2. La mobilité urbaine durable, une définition large couvrant des registres variés
- 1.2.3. Les registres de la mobilité durable

1.3. Evaluation difficile et multitudes d'indicateurs de la mobilité durable milieu urbains

1.4. Politiques de la mobilité dans le contexte du développement urbain durable

- 1.4.1. Réductions des distances des déplacements quotidiens
- 1.4.2. Réduction de l'usage de la voiture
- 1.4.3. Encouragement des modes alternatifs à la voiture dans les zones urbaines

1.5. Mise en application des politiques pour une mobilité plus durable

- 1.5.1. Cadre et outils réglementaires pour une mobilité durable
- 1.5.2. Outils territoriaux, techniques et urbains pour une mise en place d'une mobilité urbaine durable
- 1.5.3. Outils sociaux d'encouragements à l'adoption de modes de déplacements plus durables
- 1.5.4. Communication et promotion de la mobilité durable

1.6. Application des politiques de mobilité durable, des effets dommageables

1.7. A retenir

Ce projet de recherche s'inscrit dans le cadre de politiques en faveur de la mobilité durable qui visent à réduire la place de l'automobile et les effets néfastes de la circulation des voitures, spécialement en milieu urbain. Ces politiques s'inscrivent dans le cadre plus général du développement durable.

Ce chapitre a d'abord pour but d'explicitier le concept de développement durable en général, et plus particulièrement celui de développement urbain durable. Il en présente les différentes dimensions et évoque certains problèmes que soulève l'utilisation de ce concept. Il explique ensuite l'importance de la mobilité dans le cadre du développement urbain durable. Il précise les principes fondamentaux de la mobilité durable en milieu urbain et expose une sélection de politiques urbaines entreprises pour une mobilité se voulant plus durable.

1.1.1. LE DEVELOPPEMENT DURABLE ENTRE ENCOURAGEMENT ET CRITIQUES, UN CONCEPT QUI POSE QUESTION

Dès son apparition officielle à la fin des années 80, le terme de développement durable vient éclipser d'autres approches similaires telles que celle d'écodéveloppement utilisée durant les années 70 voire 60. Bien que ce concept soit largement employé, il suscite des questionnements et des critiques.

Nous nous intéresserons en premier lieu spécifiquement à la genèse de cette idée en rappelant quelques dates-clés, ainsi qu'à l'application du développement durable à l'échelle urbaine et donc à la théorie de développement urbain durable. En deuxième lieu, nous explorerons différents outils politiques et urbains pour la mise en application effective des notions de développement durable et de développement urbain durable. Finalement, nous recenserons quelques critiques envers ces modèles de développement.

1.1.1.1. L'EVOLUTION DU CONCEPT DU DEVELOPPEMENT DURABLE AU DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE

A la fin de la Deuxième Guerre mondiale, la majorité des pays développés connurent une période de forte progression économique symétriquement à une amélioration sans précédent de la qualité de vie. Cette époque d'une trentaine d'années fut caractérisée par la reconstruction des nations détruites par le conflit. Ces dernières eurent pour objectif principal de rattraper les retards accumulés dans différents domaines durant la guerre, surtout vis-à-vis des Etats-Unis d'Amérique. Plusieurs pays réalisèrent ainsi une croissance économique et industrielle importante accompagnée d'une explosion démographique et du plein emploi. Cette ère, plus connue sous le terme des « trente glorieuses », développa considérablement la société de consommation, occasionnant alors une exploitation sans précédent des ressources naturelles, notamment fossiles, sans se soucier sérieusement des effets négatifs sur l'environnement. Cette période prit fin avec le choc pétrolier de 1973.

La société de consommation fortement capitaliste et industrielle, bien installée durant les trente glorieuses, se basait principalement sur la croissance économique. Cela engendra plusieurs critiques appelants à « *un changement des modes de production, de consommation et des rapports des hommes entre eux et à leur environnement* » (Raffaud, 2003) en plus d'une « *prise de conscience des problèmes environnementaux générés [...] par les activités humaines [...] dès la fin des années 60, suite à la multiplication de catastrophes naturelles* » (Ghédira, 2015) et technologiques. C'est ainsi que les préoccupations pour l'environnement apparurent progressivement et l'on utilisa abondamment des termes comme l'écodéveloppement pour désigner un mode de développement respectueux de l'environnement. Selon Dos Santos (2016), « *En 1968, un groupe composé d'experts, de scientifiques, de fonctionnaires nationaux ou internationaux et de dirigeants de groupes industriels se réunit à l'initiative d'Alexander King et d'Aurélio Peccei. Ils se donnent alors pour nom le Club de Rome, en écho à la capitale italienne où se tient cette première réunion. A cette époque, ce club de réflexion est encore anonyme. En 1970, le groupe commande un rapport au Massachussets Institute of Technology, qui sera publié en 1972 sous le titre "The limits to growth"* » (Dos Santos, 2016). Ce rapport, bien que critiqué, est considéré comme l'une des premières alertes concernant la problématique écologique planétaire et le changement climatique. La question du développement (au sens large : économique, démographique...) toujours plus croissant se souleva, d'autant plus que cette progression s'accompagna souvent d'externalités négatives mettant en péril l'environnement en général et l'être humain en particulier. Certains préconisèrent de ralentir la croissance, notamment dans les pays développés, voire suggérèrent la décroissance. La prise de conscience des problèmes environnementaux aboutit à la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en 1972. Le rapport soulignait que les ressources disponibles ne pouvaient plus assurer les besoins de plus en plus grandissants.

Selon Raffaud (2003), qui dressa une chronologie du développement durable, le terme de « développement durable » ou « développement soutenable » (traduction de « Sustainable Development », faisant toujours débat¹) ne fut officiellement utilisé la pre-

¹ Raffaud (2003) évoque le débat sur la traduction du terme « sustainable development » : *Quand au terme de durable du point de vue strictement lexical il convient de signaler qu'il est largement discutable. Traduction du mot sustainable, il reste particulièrement ambigu et prête à confusion. En effet, il peut aussi bien être compris comme développement pérenne or un tel développement n'est pas nécessairement durable, dans le sens de soutenable. Thierry PAQUOT a d'ailleurs discuté la*

mière fois qu'en 1987 dans le « rapport Bruntland ». Il y fut défini comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.* ».

En 1992 se déroula le Sommet de la Terre de Rio qui insista sur le fait que le développement durable vise l'amélioration des conditions de vie des Hommes : « *Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable : ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature.* ».

En 1996, à Istanbul pendant de la seconde conférence des Nations Unies sur les établissements humains « Habitat II », cette dernière définition fut étoffée. Elle considéra alors que le développement durable « *recouvre à la fois le développement économique, le progrès social, et culturel et la protection de l'environnement, dans le respect intégral de tous les droits et libertés fondamentaux, y compris le droit au développement.* » Le Plan d'action de Lisbonne donna par la suite un aspect plus pratique en incluant « *le développement de l'environnement au développement social et économique pour améliorer la santé publique et la qualité de vie des citoyens.* ».

L'association 4D, Dossiers et Débats pour le Développement Durable, présenta pour sa part le développement durable comme « *un processus de développement qui concilie l'environnement, l'économie, et le social et établit un cercle vertueux entre ces trois sphères. C'est un développement, respectueux des ressources naturelles et des écosystèmes, support de la vie sur terre, qui garantit l'efficacité économique, mais sans perdre de vue les finalités sociales que sont la lutte contre la pauvreté, contre les inégalités, contre l'exclusion et la recherche de l'équité. Une stratégie de développement durable doit être une stratégie gagnante de ce triple point de vue, économique, social et environnemental.* ».

traduction de sustainable development par développement durable en la présentant comme redondante, puisque le développement, par définition est inscrit dans une temporalité et donc il « dure », par opposition à l'action d'urgence ponctuelle. De plus en reprenant François PERROUX, il montre que le développement, à la différence de la croissance, « mêle intimement l'économique, le social, l'individuel, le culturel et l'écosystème. ». Il ressort que le terme de soutenable soit plus adapté puisqu'il s'agit bien d'un développement qui ne soit pas écrasant, mais respectueux et pouvant être poursuivi, tant par le milieu qui le supporte que par la population concernée. (Raffaud, 2003)

Pour conclure, le développement durable reste un terme vaste, voire parfois ambigu, surtout en ce qui concerne la manière de l'appliquer. Cependant, les différentes définitions vont dans le sens où les politiques de développement durable doivent avoir pour buts d'assurer une pérennité économique, d'améliorer la qualité de vie de l'Homme et de préserver les ressources environnementales (au sens large : faune, flore, ressources fossiles, qualité de l'air...). L'objectif est alors de répondre en priorité à l'urgence du changement climatique mondial, tout en mettant en place une activité humaine plus éthique et respectueuse de l'environnement. Comme l'explique Abd alkadhim (2014), « *Dans le contexte des pays occidentaux, la notion de développement durable fait souvent référence à la nécessité d'adapter ou d'ajuster les modèles économiques afin de maintenir un meilleur équilibre entre la croissance économique et l'environnement, et de réduire l'impact négatif de la croissance sur l'environnement tout en protégeant l'écologie locale autant que "planétaire".* » (Abd alkadhim, 2014).

La crise environnementale est générale, internationale, et, selon Dos Santos (2016), les politiques contemporaines semblent d'accord sur le fait que des objectifs mondiaux en termes de développement durable doivent être mis en place. Cependant, la majorité des êtres humains vivent actuellement en ville. Le développement durable se gère par conséquent aussi d'une manière plus locale pour répondre aux spécificités intrinsèques de chaque territoire. Il faut donc, comme évoqué lors de la conférence de Stockholm en 1972, « *agir local, penser global* ». Ainsi l'idée du « développement urbain durable » commence à émerger.

Dos Santos (2016) précise qu'« *après l'étape du Sommet de Rio, le mouvement de "localisation" du développement durable se poursuit. Désormais, c'est la ville qui est désignée comme échelle et espace d'action à privilégier pour la mise en œuvre des politiques durables* » (Dos Santos, 2016). Raffaud (2003) affirme que « *La notion de développement durable émerge en 1987 dans le rapport Brundtland et est plus spécifiquement appliquée à la ville en 1994 lors de la conférence d'Aalborg* » (Raffaud, 2003). Cette charte est le fruit de la conférence européenne sur les villes durables. Les dirigeants des villes y concédèrent leur responsabilité dans l'apparition des problématiques environnementales (Dos Santos, 2016). Elle entre en opposition avec le mouvement moderne en architecture et en urbanisme dont les principes furent évoqués dans la charte d'Athènes de Le Corbusier et les Congrès interna-

tionaux d'architecture moderne (CIAM). En effet, la charte d'Aalborg place en avant une novatrice forme d'urbanisme et préconise une nouvelle vision de la conception de la ville. Deux démarches sont exposées : premièrement, l'action contre l'étalement urbain nocif pour l'environnement en densifiant le tissu urbain et deuxièmement l'encouragement de la mixité fonctionnelle comme outil de lutte contre les ségrégations spatiales et sociales du « zoning ». La charte d'Aalborg définit la cité de demain suivant des principes lui assurant une meilleure durabilité. Cette ville doit être selon Raffaud (2003) :

- *« articulée autour de l'homme,*
- *mixte tant du point de vue de ses activités et fonctions que de celui de sa population,*
- *à la fois compacte et polycentrique,*
- *accessible au plus grand nombre,*
- *dans laquelle, le citoyen a un droit de participation,*
- *dont les externalités négatives sur l'environnement sont au maximum réduites,*
- *intégrée dans une région et membre d'un réseau de villes permettant le développement des complémentarités interurbaines,*
- *lieu de culture et de connaissances,*
- *sur laquelle est porté un regard global et non plus une approche sectorielle des problèmes et de leurs résolutions,*
- *sur laquelle les actions entreprises peuvent être réversibles et où les réponses apportées aux aspirations citoyennes contemporaines ne compromettent pas l'avenir des générations futures,*
- *où les acteurs privés sont associés aux actions publiques. » (Raffaud, 2003).*

En 1996, en s'inspirant de la charte d'Aalborg, la Commission Française pour le développement durable définit la ville durable comme suit :

- *« Dont les habitants disposent des moyens d'agir pour qu'elle soit organisée et fonctionne dans des conditions politiques, institutionnelles, sociales et culturelles satisfaisantes pour eux et équitables pour tous ;*
- *Dont le fonctionnement et la dynamique satisfont à des objectifs de sécurité des conditions biologiques de vie, de qualité des milieux et de limitation de consommation des ressources ;*
- *Qui ne compromet ni le renouvellement des richesses naturelles alentour, ni le fonctionnement, les relations et la dynamique des écosystèmes microrégionaux englobants, ni, enfin les grands équilibres régionaux et planétaires indispensables au développement durable des autres communautés ;*
- *Et qui s'attache à préserver les capacités de vie et les potentialités de choix des générations futures. »* (Raffaud, 2003).

1.1.2. MISE EN APPLICATION DES PRINCIPES DU DEVELOPPEMENT DURABLE (ET DU DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE), DES REGLEMENTATIONS ET DES NORMES

Actuellement et depuis plusieurs décennies, le concept de développement durable fait partie intégrante des discours politiques à l'échelle universelle, nationale ou locale. La mise en application des principes du développement durable, sous forme de démarches concrètes, nécessita le passage par des objectifs aussi bien à l'échelle planétaire qu'à l'échelle locale. Afin d'y répondre, des politiques, des accords, des outils réglementaires ou normatifs furent mis en place. On cite à titre non exhaustif :

- À l'échelle mondiale :
 - Le programme Agenda 21, fruit du Sommet de la Terre de Rio en 1992, adopté par la majorité des pays, constitue un plan d'action concernant les doctrines du développement durable pour le 21^e siècle. Des Agendas 21 locaux sont développés pour correspondre à une échelle urbaine plus locale. Un Agenda 21 représente à la fois un diagnostic, des objectifs et un plan d'action pluriannuel (Agenda 21, 2010).

- La CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adoptée également pendant le Sommet de Rio en 1992 et entrée en vigueur en 1994. Elle est en parfait accord avec le programme Agenda 21. Elle cite trois grands principes : celui de précaution, celui des responsabilités communes, mais différenciées et celui du droit au développement (Nations Unies, 1992).
- La charte des villes européennes pour la durabilité, dite charte d'Aalborg, adoptée par les pays européens lors de la Conférence européenne sur les villes durables à Aalborg, Danemark, le 27 mai 1994. Elle symbolise une affirmation de la responsabilité historique des villes européennes dans la crise écologique. Elle prône une application locale des principes du développement durable, notamment la densification urbaine et la mixité fonctionnelle des territoires en opposition avec la charte d'Athènes (adequations, 2008).
- Les COP : C'est les CONFérences des Parties ou des Etats signataires au moment desquelles sont approuvées des conventions internationales où la bonne application des objectifs est vérifiée. Les COP regroupent annuellement les pays signataires de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC). Les COP les plus importantes sont selon (Martin, 2018) :
 - la COP 1 à Berlin en 1995 qui marque l'entrée en vigueur de la convention sur le climat.
 - La COP 3 à Kyoto en 1997 lors de laquelle a été adopté le protocole de Kyoto, qui a pour but de réduire les émissions des gaz à effet de serre en mettant en place des cibles optimistes et contraignantes et fixe des délais pour les atteindre.
 - La COP 7 en 2001 à Marrakech, qui définit les modalités d'application du protocole de Kyoto tout en visant un développement plus durable. En plus, pour gagner les objectifs fixés, la COP 7 propose une aide accordée par les pays développés aux pays en développement.

- La COP 11 et la COP 13 respectivement à Montréal et à Bali en 2005 et en 2007. Elles sont accentuées par la ratification et l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto, la création de la RED (Réduction des Émissions liées à la Déforestation) puis la REED (Réduction des Émissions liées à la Déforestation et à la Dégradation forestière) et l'engagement des différents pays à réduire les émissions néfastes pour que le réchauffement climatique ne dépasse pas 2 °C.
- La COP 14 à Poznan en 2008 où « 27 pays de l'Union européenne s'entendent sur les moyens de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 20 % en 2020 par rapport à 1990. »
- La COP 15 à Copenhague en 2009 qui renouvelle la promesse, de la limitation du réchauffement climatique à 2 °C (2020 par rapport à 1990) et qui a instauré un « Fond Vert »²
- la COP 21 à Paris en 2015. L'Accord de Paris qui y a été adopté marque un tournant dans la lutte contre le réchauffement climatique puisqu'il contraint tous les pays du monde à diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre et à maintenir le réchauffement sous la barre des 2 °C voire 1,5 °C d'ici à 2100.
- La COP 23 aux îles Fidji en 2017 où « Vingt pays, dont la Grande-Bretagne, le Canada et le Mexique, se sont engagés à abandonner le charbon. ».

² Mécanisme financier de l'ONU qui a pour objectif de soutenir financièrement les pays les plus vulnérables afin de mettre en place des projets pour combattre les effets des changements climatiques

- à l'échelle nationale :
 - La Loi sur l'Air et l'Usage Rationnel de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996 met en place un plan régional de la qualité de l'air, un plan de protection de l'atmosphère, et rend obligatoire le plan de déplacements dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.
 - La loi pour la Solidarité et le Renouvellement Urbain (SRU) en France en 2000. Elle a eu un impact important sur le droit de l'urbanisme en intégrant les principes de solidarité, de développement durable, de la décentralisation et du renforcement de la démocratie.
 - La loi POPE de 2005 est une Loi de Programmation fixant les Orientations de la Politique Energétique. Elle a pour objectifs principaux : *« l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement, à assurer un prix compétitif de l'énergie, à préserver la santé humaine et l'environnement (ce qui implique la lutte contre l'aggravation de l'effet de serre) et à garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant un accès à l'énergie pour tous »* (GEOPLC, 2019).
 - La loi Grenelles 2 de 2010 exprime l'engagement de la France pour l'environnement et détaille et explique l'application de la loi Grenelle 1 de 2009. Elle évoque plusieurs mesures techniques concernant les secteurs : Bâtiments et urbanisme, Transport, Energie, Biodiversité, Risques, santé, déchets, Gouvernance (GEOPLC, 2019).
 - La Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) de 2015 est accompagnée de plans d'action pour permettre de lutter d'une façon plus efficace contre le changement climatique, la préservation de l'environnement, de réduire la dépendance énergétique... (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2016)
 - L'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) est un outil développé par l'ADEME *« c'est une méthodologie au service des collectivités locales et des acteurs de l'urbanisme pour les aider à prendre en compte les principes et finalités du développement durable dans leurs projets [...] Les finalités du développement durable y sont traitées de manière systémique en les croisant*

avec les enjeux environnementaux liés au projet : énergie et climat, déplacements, déchets, eau, biodiversité et paysages, sols et sites pollués, bruit, pour aboutir à un ensemble de solutions. » (Ademe, 2017).

Différentes normes à différentes échelles (mondiales, européennes, nationales) ont été élaborées pour réduire les nuisances dues aux activités humaines sur l'environnement. Elles concernent principalement la pollution de l'air, les nuisances sonores, la dégradation du sol... Certaines sont spécifiques à des secteurs particuliers telles que les transports (normes Euro en ce qui concerne les émissions des véhicules ou WLTP³), l'industrie ou le bâtiment (Haute Qualité Environnementale).

En plus du cadre légal ou prescriptif, les médias, l'éducation nationale, certaines entreprises et de nombreuses associations ont participé à la vulgarisation des termes de développement durable, ou de développement urbain durable dans le but de responsabiliser et de sensibiliser tout un chacun à la cause environnementale qui devient de plus en plus une crise écologique.

1.1.3. LE DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE, UN CONCEPT QUI POSE QUESTION

Ces trente dernières années étaient marquées par l'utilisation du concept de développement durable. C'est une notion fondamentale qui peut sembler facile à comprendre, mais il est à la base de plusieurs paradigmes différents. Ghédira (2015) souligne que même les partisans du développement durable qui essaient de l'exploiter pour le bien de tous se trouvent face à l'incapacité de lui donner un sens précis ou une appréciation claire. La définition du développement durable reste encore vaste et floue. Comme l'affirme Raffaud (2003) « *Tant de fois nous entendons parler de développement durable, sans trop bien savoir ce dont il s'agit. Tant de fois le terme est utilisé pour justifier des actions qui au final n'ont plus rien à voir avec le développement durable ! Le développement durable est si souvent ce terme flou, ce fourre-tout où l'on glisse du tout et du rien...* ». Fréquemment, les définitions du développement durable se basent sur les 3 piliers présentés dans le rapport Brundtland (environnemental, social et économique), mais l'expriment de manières différentes. D'autres peuvent ajouter d'autres piliers tels que le pilier culturel. Ces piliers n'ont pas toujours la même am-

³ Norme d'essais d'homologation des véhicules qui permet de mesurer la consommation de carburant, l'autonomie électrique et les rejets de CO₂ et de polluants.

pleur et l'accent est généralement mis sur un ou deux piliers (économique et environnemental). En effet, « *L'importance attribuée à l'une des dimensions du développement durable varie suivant "les intérêts" et les finalités recherchées par chaque organisme (acteur).* » (Ghédira, 2015).

Le concept de développement durable est passé d'une idée théorique en réponse aux impacts négatifs des trente glorieuses, à une cause mondiale. Ces principes sont appliqués à des échelles locales sous des termes comme le développement urbain durable. Cependant, au vu du débat persistant autour de la définition du développement durable, concept qui fait d'ailleurs l'unanimité⁴, peuvent apparaître « *des illustrations divergentes et des positions différentes voire même opposées entre les intervenants sur la question du développement urbain durable.* » (Ghédira, 2015). Un individu partisan du développement durable peut défendre la préservation de la nature et s'affronter en même temps à l'installation d'éoliennes censées produire une électricité plus propre que les centrales traditionnelles (à charbon, nucléaire...). C'est justement le fait que le développement durable (ou le développement urbain durable) englobe des éléments divergents, voire même contradictoires, qui induit cette difficulté de compréhension. C'est tout simplement là que réside la difficulté de compréhension du développement durable (ou du développement urbain durable) qui peut contenir des éléments discordants, et même paradoxaux. D'ailleurs à l'échelle de la ville, « *Face à l'impératif de maintenir un développement continu et significatif des conditions et de la qualité de la vie, les villes d'aujourd'hui se trouvent de plus en plus confrontées à l'obligation de gérer un tout hétérogène, voire contradictoire* » (Ghédira, 2015). D'autres auteurs estiment qu'actuellement, il reste utopique de concilier les trois piliers du développement durable. Les trois axes poursuivent même de diverger (Kahn & Brenac, 2018).

La mise en application des principes du développement durable a nécessité leur transposition à l'échelle locale. Mais « *cette décentralisation politique ne s'est pas faite sans heurts, et ce tout particulièrement en France. Les gouvernements successifs ont connu des difficultés à déléguer certaines de leurs responsabilités, bien au-delà de la seule question du développement durable. De plus, les collectivités territoriales, dont le rôle ne cesse de*

⁴ En partant du principe qu'il faut agir pour contrer le changement climatique tout en assurant une croissance économique et une amélioration de la situation sociale de chacun

s'élargir, rencontrent différents problèmes dans l'expérimentation des politiques durables. » (Dos Santos, 2016). En effet, les villes, surtout européennes, sont le fruit de superpositions urbaines et historiques. Toute intervention, notamment sur le tissu urbain, peut s'avérer pénible et peut se confronter à une opposition. La densification urbaine, par exemple, peut se heurter à la préservation des zones historiques où la marge de manœuvre reste faible ou très contraignante. La ville essaye de garder un équilibre fragile entre les différents éléments qui la composent. Tout changement majeur peut léser certains et favoriser d'autres. L'opposition de certaines personnes (population ou politiques) aux politiques de développement durable s'accroît notamment face à des principes nouveaux dont les répercussions sont jusque là inconnues (par exemple l'opposition à la démocratisation de la trottinette électrique, ou de la voiture électrique dont les impacts environnementaux à échelle globale sont encore peu connus).

La ville et ces occupants redoutent souvent une perte d'attractivité ou de compétitivité en appliquant des politiques favorisant le développement urbain durable (stationnement payant, piétonnisation...). En effet, *« Compétitivité, attractivité et développement durable ont pu être perçus pendant une période comme incompatibles. Mais [...] on a assisté à un véritable retournement de situation. »* (Kahn & Brenac, 2018). Cette résistance aux réformes prend sa légitimité non seulement dans la peur de l'inconnu en testant de nouvelles politiques, mais surtout dans la complexité d'estimer l'efficacité réelle (et la durabilité) de mesures pour le développement durable. En effet *« aucun indicateur ne semble faire l'unanimité, même parmi ceux qui tentent de se fonder sur un concept bien défini de la soutenabilité globale... »* (Stiglitz, Sen, & Fitoussi, 2009).

Les dernières décennies, malgré un concept à la fois vague et avec en certains cas des contradictions, une mise en application qui a rencontré des difficultés et une évaluation dure, le développement durable a réussi à changer profondément la ville, sa conception et ses aménagements. On a vu dès lors fleurir des écoquartiers, des lignes de tramway, des aménagements cyclables, des zones piétonnes... Quels sont alors les effets de ce concept vaste et flou, mais connu par tous ? N'est-il rien d'autre que du marketing urbain pour garder ou améliorer l'attractivité des villes ?

En réponse à ces questions, Brenac, et al (2014) estiment que *« Si l'on entend la notion de développement durable dans son sens le plus large [...], la contribution des politiques urbaines entrepreneuriales dans ce domaine semble a priori douteuse, puisqu'elles sont plutôt de nature à favoriser les inégalités et la ségrégation sociale. »*. Les répercussions environnementales des politiques locales du développement durable restent aussi incertaines (Brenac, Reigner, & Hernandez, 2013). En effet, piétonniser une zone permettra d'améliorer la qualité de l'air ponctuellement, mais aura probablement l'impact contraire sur les rues voisines. Concernant les retombées sociales des politiques de développement urbain durable, *« il paraît difficile de conclure à des effets positifs, compte tenu du constat général de l'augmentation des valeurs commerciales et immobilières [...], qui tend plutôt à renforcer les inégalités sociospatiales. »* (Brenac, Reigner, & Hernandez, 2013). Les politiques de développement urbain durable risquent alors parfois de n'être qu'une façade de marketing urbain pour améliorer l'attractivité et la compétitivité, principalement économique de la ville. Pire encore, elles peuvent avoir des conséquences environnementales ou sociales incertaines vu les incidences que peuvent avoir certains projets urbains locaux sur une échelle plus vaste (départementale, nationale...). En effet, l'augmentation des prix du foncier dans les zones appliquant des politiques de développement durable (écoquartiers, centre-ville piétonnier...) a un impact social néfaste. Cela écartera les populations les moins aisées et favorisera la ségrégation sociale et la gentrification (embourgeoisement). Pour conclure, Donzel (2015) qui a comparé trois villes méditerranéennes en termes de développement durable, estime que *« Les options politiques les plus vertueuses en matière de développement durable finissent souvent par s'émousser »*. Les acquis positifs engendrés restent fragiles face aux impératifs économiques.

Le développement durable et son application locale sont alors des notions qui posent débat de par leur vaste définition et leur application provoquant des retombées quelquefois inattendues ou controversées, qui vont dans certains cas même à l'encontre de la durabilité. Cela n'empêche pas les objectifs du développement durable d'être louables dans le sens où ce dernier vise à contrer les effets du changement climatique. Le développement durable avec ses trois piliers (environnemental, social et économique) est dans ce sens accepté par tous, mais reste toutefois un concept immature ou mal maîtrisé. On voit alors de nouveaux termes apparaître (ou ressurgir) et de plus en plus usités telle que : « la transition écologique et énergétique » ou « la croissance verte ». Ces autres termes se présentent comme une réponse à l'urgence climatique ou écologique et favorisent clairement par leur dénomination le volet environnemental pour le premier et le volet économique pour le deuxième.

Pour conclure, en réponse au changement climatique induit principalement par les activités humaines intensives et à ses effets néfastes sur la planète et ses occupants, des concepts fondamentaux notamment le « développement durable » ont tracé un vaste cadre qui a guidé, les pouvoirs publics comme les acteurs pivots, dans leurs démarches rectificatives. Cependant, le développement durable (et le développement urbain durable plus particulièrement) de par sa définition⁵ « *fait consensus parce qu'elle reste théorique et abstraite. Le développement durable demeure polysémique et flou et fait l'objet d'une lutte permanente pour l'orienter en pratique dans certaines directions plutôt que d'autres* » (Kahn, 2019). D'ailleurs, le schéma standard du développement durable (à 3 sphères : environnemental, social et économique) présente en réalité une « *très forte asymétrie de taille et de capacité* » souvent en faveur d'une sphère économique surdimensionnée.

Pour un développement durable, des objectifs (à court, moyen ou long terme) et des mesures (réglementaires, normatives, technologiques, concrètes) ont été pris de l'échelle la plus globale (mondiale) à l'échelle locale. À l'échelle urbaine, par exemple, on assiste à un changement des principes guidant la politique de la ville et à l'apparition d'aménagements nouveaux (aménagements cyclables, vélos en libre service, réintroduction du tramway...). Ces changements ont certains effets positifs, notamment dans le sens économique très privilégié, mais aussi des impacts négatifs inattendus ou ignorés, particulièrement au niveau social souvent relayé au second plan (ségrégation sociale, gentrification...).

Finalement, l'évaluation des conséquences des politiques de développement durable reste complexe et difficile étant donné que ce concept intervient à différentes échelles et dans différents domaines (énergétique, mobilité, industrie...) interconnectés et parfois interdépendants.

⁵ « *Le développement durable doit répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité des générations à venir, de satisfaire les leurs* » (Brundtland, 1987)

1.2. DU DEVELOPPEMENT DURABLE A LA MOBILITE URBAINE DURABLE

Les dernières décennies, le développement durable a eu une influence sur les activités humaines à différentes échelles (de la plus globale à la plus locale) et dans différents domaines. En milieu urbain, le développement durable s'attache à de nombreux aspects : Densification urbaine, préservation de l'environnement, économie de proximité... La mobilité en constitue un volet essentiel.

1.2.1. EXTERNALITES NEGATIVES LIEES AU TRANSPORT TERRESTRE ET EMERGENCE DE LA MOBILITE URBAINE DURABLE COMME SOLUTION PROBABLE

Le secteur des transports dégage plusieurs externalités négatives. La pollution de l'air en est probablement la plus importante⁶. Selon C. Deluzarche, en 2016, le domaine du transport est le deuxième émetteur de CO₂ derrière la production d'énergie et d'électricité avec 24,4 % des diffusions planétaires de ce gaz à effet de serre. Le transport routier présente à lui seul 74 % des émissions mondiales de CO₂ imputables au transport. « *Les trois quarts des émissions liées au transport sont dus aux camions, bus et voitures.* » (Deluzarche, 2017). En France, en 2017, 38 % des émissions de CO₂ sont suscitées par les transports, positionnant ainsi le secteur comme le premier émetteur de CO₂ sur le territoire. En 2016, selon le ministère des Solidarités et de la Santé, 15 % des particules fines PM_{2.5}, 58 % d'oxyde d'azote et 48 % de carbone de suie ont été entraînés par le transport routier (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2019).

⁶ « Il existe deux catégories de polluants provenant des transports :

- « Les polluants primaires émis directement à l'échappement : monoxyde de carbone (CO), composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), hydrocarbures (HC) dont le benzène (C₆H₆), plomb (Pb), oxydes d'azote (NO et NO₂), composés soufrés, micro-particules (PM₁₀), dioxyde de carbone (CO₂).
- Les polluants secondaires qui résultent de la transformation chimique des premiers dans l'atmosphère : ozone (O₃), acide sulfurique (H₂SO₄), acide nitrique (HNO₃). » (Sebek & Servant, 2004)

Si la pollution provoquée par les transports routiers concerne principalement la qualité de l'air, participant ainsi de façon significative à la crise écologique et au changement climatique, il convient d'ajouter qu'une qualité de l'air médiocre, voire mauvaise, peut induire de graves effets sur la santé publique tels que l'aggravation de maladies respiratoires, des allergies, pouvant quelques fois aboutir à des morts prématurées (notamment chez les individus fragiles principalement les enfants et les personnes âgées...). En plus de la pollution de l'air qui a un impact sur la santé, le transport terrestre a plusieurs autres externalités négatives, surtout en ville, telles que l'imperméabilisation du sol, l'engorgement des villes, les nuisances sonores, les accidents...

L'imperméabilisation est une forme d'artificialisation du sol due aux surfaces bâties en général et aux infrastructures routières en particulier (routes, parkings...). « *Un sol imperméabilisé est un sol détruit, avec une réversibilité limitée et coûteuse : la biodiversité souterraine et aérienne est affectée par la perte d'habitats naturels, la banalisation et la contamination des milieux et la fragmentation de l'espace. [...] Quoi qu'il arrive, la biodiversité est modifiée : les espèces spécialistes (auxquelles appartient la biodiversité remarquable) disparaissent au profit d'espèces plus généralistes, voire invasives. Les impacts de l'artificialisation [par imperméabilisation ou par urbanisation] se manifestent également sur l'hydrologie (ruissellement), la création d'îlots de chaleur urbains, la pollution des sols, des eaux et de l'air, le bruit...* » (INRA, 2017). Les infrastructures de transport et leur extension, particulièrement les installations routières ont alors un effet environnemental négatif et très difficilement réversible. Contrer ces effets passe principalement par la limitation de l'élargissement des sols imperméabilisés et dans un second lieu par la limitation des conséquences dangereuses et la compensation de l'artificialisation.

Parmi les externalités néfastes du transport routier, la congestion des villes et des grandes agglomérations est l'un des plus visibles et des plus médiatisés. Chacun s'est déjà probablement trouvé coincé dans des embouteillages ou entendu à la radio aux heures de pointe parler des kilomètres de bouchons dans les environs des villes importantes. L'engorgement est, entre autres, le fruit de la saturation des axes routiers et donc de leur incapacité à écouler le trafic d'une façon fluide. Des afflux se forment par la suite obligeant les automobilistes à des arrêts et des démarrages répétitifs. Les véhicules thermiques consomment alors plus de carburant, émettent plus de polluants qui se concentrent autour des

axes congestionnés et génèrent plus de bruit. Les usagers quant à eux voient leur temps de trajets s'étirer et subissent des situations stressantes conduisant parfois à des incivilités ou à des comportements dangereux qui risquent de causer des accidents. Différentes statistiques (différentes, mais avec des résultats proches) concernant les encombrements en villes sont régulièrement effectuées. Elles se basent principalement sur le temps passé aux embouteillages par an ou par la longueur des bouchons formés. En 2018, suite à une étude menée par Tomtom⁷, en France, « Avec 150 heures perdues dans les embouteillages, les habitants de la capitale sont les plus touchés par les bouchons [...]. Les villes de Marseille et Bordeaux talonnent la Ville lumière avec seulement quatre heures de moins chaque année (146). Suivent par la suite les villes de Nice, Grenoble et Lyon. » (Marchal, 2019). Selon la même étude, plusieurs grandes villes et métropoles figurent parmi les plus engorgées du monde. On cite à titre d'exemple par ordre de saturation décroissant Mumbai, Bogota, Lima, New Delhi, Moscou et sa région, Istanbul, Jakarta, Bangkok... (TomTom, 2019).

Les accidents de la route font partie des externalités négatives les plus redoutées en raison de leurs impacts plus larges telles que les pertes financières (dans les meilleurs des cas), les diminutions physiques ou encore les décès (dont la conséquence dépasse souvent la victime pour atteindre ces proches). D'après Tedros Adhanom Ghebreyesus, directeur général de l'OMS⁸, « Ces décès représentent un prix inacceptable pour la mobilité ». En effet selon une étude par l'OMS concernant la sécurité routière, une hausse de la mortalité routière a été constatée à l'échelle mondiale. Elle est passée de 1,2 million de décès en 2009 à 1,35 million en 2018 (Figaro, 2018). La densité de la mortalité par accidents de la route (nombre de décès par 100 000 habitants) expose de grandes disparités. Les pays à faibles revenus (principalement africains) présentent les têtes de mortalité routière les plus élevées et les pays aux rémunérations fortes (Europe, Australie et Amérique du Nord) profitent des têtes les plus basses. Cela s'expliquerait probablement par la qualité des véhicules (plus récents et mieux équipés) la qualité des infrastructures routières et l'investissement des États aisés dans les dispositifs de sécurité routière et dans la sensibilisation routière, dans les pays à revenus élevés. La Norvège, la Suisse, Singapour, la Suède, le Royaume-Uni ont par exemple déploré 4 décès sur la route pour 100 000 habitants, l'une des valeurs les plus basses du

⁷ Spécialiste de l'analyse du trafic automobile

⁸ Organisation Mondiale de la Santé

classement. Le Libéria, Sainte-Lucie, le Zimbabwe, Burundi, et la République dominicaine quant à eux occupent le haut du classement en déplorant en 2016 entre 35 et 36 morts sur la route pour 100 000 habitants (La banque mondiale, 2019).

Parmi les externalités négatives de la circulation routière, on ne peut ignorer le bruit et les nuisances sonores : « *L'excès de bruit a des effets sur les organes de l'audition (dimension physiologique), mais peut aussi perturber l'organisme en général, et notamment le sommeil, le comportement (dimension psychologique).* » (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017). Selon le Centre d'information sur le Bruit (CidB), « *Les transports terrestres, le trafic routier surtout, sont la cause principale de nuisances sonores, pour les citoyens comme pour les ruraux.* » (CidB, 2019). La lutte contre ces nuisances sonores passe entre autres (en plus des traitements acoustiques des bâtiments ou de la mise en place de dispositifs antibruit aux abords des axes routiers bruyants) par la réduction des flux routiers, l'abaissement des vitesses, la limitation des bruits émis par les véhicules...

Face à ces impacts dommageables du transport routier, diverses politiques de mobilité durable ont émergé depuis les années 90 (en France) à différents niveaux des plus globaux (mondial, européen), aux plus locaux (métropoles, communes), visent à améliorer le secteur en restreignant ses externalités négatives. De nouvelles technologies apparaissent et sont de plus en plus généralisées (et/ou imposées) pour réduire progressivement la consommation des ressources fossiles et les émissions néfastes des voitures. Des énergies censées être moins polluantes (électrique, hydrogène, gaz...) sont aussi encouragées pour ces véhicules. De nouveaux modes de déplacements urbains continuent à affleurer (trottinettes et vélos à assistance électriques, téléphérique urbain...) et d'autres sont au fur et à mesure favorisés (notamment les modes doux tels que la marche et le vélo) ou réintroduits (métros, tramway et transports en commun en général). Ces nouvelles politiques urbaines de mobilité qui invoquent souvent le développement durable font partie des politiques de mobilité urbaine durable. Pour la mise en application de ces politiques, des mutations urbaines ont été nécessaires (densification urbaine, lignes de tramway, aménagements cyclables, zones piétonnes...).

1.2.2. LA MOBILITE URBAINE DURABLE, UNE DEFINITION LARGE COUVRANT DES REGISTRES VARIES

Basée sur la notion du développement durable, la mobilité durable souffre d'une signification vaste, qui reste floue. En effet « *la MD [Mobilité Durable] n'est pas un domaine de recherche et de pratique stabilisé, ni du point de vue épistémologique (définition, étude scientifique), ni du point de vue professionnel des projets techniques, ni même des cadres d'organisation sociopolitiques. Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait une grande diversité d'approches et que l'on puisse identifier parmi la multitude des projets et des expérimentations en cours, des orientations conceptuellement et méthodologiquement très différentes.* » (Kahn & Brenac, 2018). Les impacts de la mise en application de politiques de mobilité urbaine durable restent mitigés et similaires à ceux des politiques de développement durable en général déployées dans les parties précédentes.

Comme le développement durable, la mobilité durable est censée concilier les 3 volets : environnementale, sociale et économique. L'OCDE définit la mobilité durable comme « *une mobilité qui ne met pas en danger la santé publique et les écosystèmes respecte les besoins de transport tout en étant compatible avec une utilisation des ressources renouvelables à un taux inférieur à celui nécessaire à leur régénération et une utilisation des ressources non renouvelables à un taux inférieur à celui nécessaire à la mise au point de ressources renouvelables de remplacement* » (OCDE, 2004). Dans le même sens, mais en insistant sur les objectifs et les résultats attendus de la mobilité durable, selon le ministère québécois des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, « *Pour être durable, la mobilité doit être efficace, sécuritaire, pérenne, équitable, intégrée au milieu et compatible avec la santé humaine et les écosystèmes. La mobilité durable limite la consommation d'espace et de ressources, donne et facilite l'accès, favorise le dynamisme économique, est socialement responsable et respecte l'intégrité de l'environnement* » (Ministère des Transports de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, 2018). En France, la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) fait la distinction dans sa vision de la mobilité durable entre les entreprises et les individus. Elle met l'accent sur la satisfaction des besoins d'accès et de déplacement et les dimensions intra et intergénérationnelles : « *Le transport et la mobilité durables visent à permettre aux per-*

sonnes et aux entreprises de satisfaire leurs besoins d'accès et de déplacement d'une manière compatible avec la préservation de l'environnement et de façon équitable à la fois au niveau intra et intergénérationnel. L'enjeu est donc d'apporter des pistes de réponse satisfaisantes aux besoins de déplacements de personnes et de marchandises, tout en réduisant drastiquement l'impact environnemental des transports notamment en termes d'émissions de CO2. Pour être durable, la mobilité doit tendre à réduire son impact environnemental, à devenir accessible en toute sécurité au plus grand nombre et être compatible avec les objectifs et contraintes économiques de tous ses acteurs, les pouvoirs publics et les entreprises notamment » (DREAL Grand Est, 2018).

1.2.3. LES REGISTRES DE LA MOBILITE DURABLE

La mobilité durable couvre un registre large. Il peut intégrer toutes les réglementations, les actions, les aménagements, les modes de déplacements... qui ont pour but de limiter les externalités néfastes des déplacements en voiture thermique. Nous nous intéressons ici particulièrement aux démarches individuelles, aux modes de déplacements urbains et aux aménagements urbains pour la mobilité durable.

Nous entendons par actions individuelles, l'ensemble des actes et des efforts fournis à l'échelle de la personne pour réduire les externalités négatives générées par ses propres déplacements. Nous citons le covoiturage, l'autopartage ou la pratique de la multimodalité...

- Le covoiturage est défini par la loi du 17 août 2015 relative à la Transition Energétique pour une Croissance Verte (TECV) (article L. 3132-1 du code des Transports) comme : *« l'utilisation en commun d'un véhicule terrestre à moteur par un conducteur et un ou plusieurs passagers, effectuée à titre non onéreux, excepté le partage des frais, dans le cadre d'un déplacement que le conducteur effectue pour son propre compte. »* (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017). Les individus pratiquant le covoiturage ont pour but principal de réduire le coût monétaire de leurs déplacements (relatif à la possession d'une automobile, ou à l'usage d'un autre mode). L'avantage du covoiturage est l'augmentation du taux d'occupation des voitures et par conséquent leur nombre et les nuisances qu'elles engendrent.

- L'autopartage est quant à lui, est le fait de profiter d'un ou d'une flotte de véhicules mis à disposition. L'autopartage est défini par l'article L.1231-14 du code des transports comme : « *la mise en commun d'un véhicule ou d'une flotte de véhicules de transport terrestre à moteur au bénéfice d'utilisateurs abonnés ou habilités par l'organisme ou la personne gestionnaire des véhicules. Chaque abonné ou utilisateur habilité peut accéder à un véhicule sans conducteur pour le trajet de son choix et pour une durée limitée.* » (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017). L'utilisateur de l'autopartage ne possède pas souvent de voiture et profite de ce service ponctuellement pour une période restreinte en cas de besoin (ou absence d'alternative à la voiture). Parmi les objectifs principaux de l'autopartage, on cite la réduction de la dépendance à la voiture en faveur de modes alternatifs.
- La pratique de la multimodalité ou de l'intermodalité est la combinaison de plusieurs modes de transports pour effectuer un déplacement dans le but d'éviter le recours à l'automobile tout en jouissant des privilèges de chaque mode. « *On tire ainsi profit de la complémentarité des différents moyens de transport et de leurs avantages et atouts respectifs. Par exemple, c'est se rendre avec sa voiture à la gare, puis prendre le train pour rallier le centre-ville et enfin prendre un vélo pour rejoindre son bureau* » (Nouvelles mobilités et véhicules écologiques, 2013).

Les modes de déplacement dit durables sont nombreux. Ce sont les modes de déplacement avec moins d'externalités négatives que la voiture « classique » (thermique : essence ou diesel) notamment en termes d'émission de polluants. On peut cependant dégager deux grandes familles :

- Les modes motorisés : Les modes motorisés durables sont ceux qui émettent moins de polluants (par véhicule ou par personne) que la voiture thermique. On cite dans ce cas :
 - les transports en commun (quelle que soit l'énergie utilisée) tels que les bus, les Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), les tramways, les trolleys, les téléphériques urbains...
 - Les modes qui exploitent une énergie plus propre (que le diesel ou l'essence) comme les véhicules fonctionnant grâce au gaz ou à l'hydrogène...

- Les véhicules électriques regroupent « *les véhicules à traction électrique (voiture, mais aussi vélos à assistance électrique, deux roues, ou même bus)* » (Territoires à Energie Positive, 2016) ou les engins de déplacement personnels (EDP) motorisés électriques (Trottinettes électriques, gyropodes, hoverboard, monoroues...) (Service-Public.fr, 2019).

La « durabilité » de ces modes demeure relative est difficilement mesurable que ce soit économiquement, socialement ou environnementalement. Economiquement, seuls les transports en commun, quand ils existent sur le territoire, restent abordables. Les véhicules avec une énergie alternative telle qu'au gaz sont rares. Ceux électriques ou à l'hydrogène se vendent encore à des prix beaucoup plus élevés que leurs équivalentes thermiques. Cependant, le marché des voitures électriques est en pleine expansion et le coût d'achat tend à se réduire et des aides existent pour les démocratiser. Concernant l'impact environnemental des véhicules électriques (véhicules ou les engins de déplacement personnels motorisés électriques), cela reste aussi flou. On assiste par exemple à des phénomènes de délocalisation de la pollution de la ville aux zones de production de l'électricité...

- Les modes non motorisés sont les modes actifs ou autogènes (Illich, 1973). En d'autres termes « *tous les modes de locomotion qui se fondent sur l'énergie métabolique de l'Homme [ou de l'animal], par opposition aux modes de déplacement motorisés.* » (Reigner, Brenac, & Hernandez, 2013). On emploie souvent le terme « modes doux » pour qualifier les modes de déplacement non agressifs pour l'environnement et pour la ville telle que, principalement la marche et le vélo. La communication autour de ces modes doux/actifs met l'accent particulièrement sur l'activité physique et ses bienfaits pour la santé.

Les aménagements pour la mobilité durable sont considérés, ici, comme la totalité des aménagements urbains qui ont pour but soit de réduire/décourager l'utilisation de l'automobile soit de favoriser un ou plusieurs modes de déplacements alternatifs. Parmi les aménagements restrictifs à l'usage de la voiture on site (Reigner, Brenac, & Hernandez, 2013) :

- le partage ou le repartage de la voirie d'une manière à restreindre l'espace alloué à ce mode en faveur des modes doux et/ou des transports en commun.
- Les zones de rencontres, « *zones où la vitesse est limitée à 20 km/h, ouvertes à tous les modes de circulation, au sein de laquelle les marcheurs sont prioritaires sur l'ensemble des véhicules à l'exception des tramways.* ».
- Les zones de circulation apaisée, favorables à la ville « lente » comme les zones 30. Ces zones sont défavorables à l'usage de l'automobile du fait des vitesses de circulations réduites et à la possibilité de circulation des modes doux (piétons et cyclistes) sur la chaussée en étant prioritaires.

Parmi les aménagements favorables aux modes durables alternatifs à la voiture, on évoque les « sites propres ». Il s'agit de tous les aménagements conçus pour la circulation d'un mode donné uniquement. On cite par exemple les voies de tramway, les couloirs de bus, les pistes cyclables et les zones piétonnes.

1.3. EVALUATION DIFFICILE ET MULTITUDES D'INDICATEURS DE LA MOBILITE DURABLE MILIEU URBAINS

L'objectif principal des politiques urbaines de mobilité est de réduire les effets néfastes engendrés par les voitures sur l'environnement tels que les émissions de polluants, les consommations d'hydrocarbures... Cela sans toutefois perdre de vue la performance économique et l'équité ou l'amélioration des conditions sociales des individus. Le but majeur des politiques de mobilité urbaine durable est alors d'abaisser le recours à l'automobile en ville au profit de modes moins polluants (transports en commun et modes doux). Evaluer les politiques de développement urbain durable ou de mobilité urbaine durable en particulier n'est pas une simple affaire. Cette complexité réside à la fois dans le fait que ces concepts sont assez généraux et surtout, dans la difficulté d'aboutir à un indicateur global de durabilité (qui prend en compte à la fois le volet environnemental, économique et social) et l'articulation floue entre l'échelle locale et des échelles plus globales (régionale, nationale, européenne, mondiale). Pour résumer, *« Les outils d'évaluation de ces politiques manquent encore. Comment juger du caractère durable d'un système de déplacements urbains [...] ? La connaissance en ce domaine est encore fragmentaire. [...] De même, les lacunes dans la connaissance sont encore importantes pour les aspects environnementaux et économiques »* (Nicolas, Pochet, & Poimboeuf, 2002).

Plusieurs travaux de recherche ont essayé d'évaluer la mobilité durable à travers divers indicateurs. Le projet SIMBAD⁹ a mis l'accent sur une douzaine d'opérations¹⁰ et à chaque fois sur les indicateurs utilisés pour l'estimation de la mobilité durable. Les auteurs ont constaté malgré une grande différence d'indicateurs que certains étaient récurrent et présent dans toutes les études particulièrement celles relatives aux externalités des transports : *« Il s'agit essentiellement des émissions de polluants et de consommation énergétique attribuées aux systèmes de transports étudiés, le nombre d'accidents (ou de blessés) et les coûts financiers qui leur sont associés. Les unités de mesure retenues : indice, unités physiques ou financières varient selon la nature du projet »* (Verry & Nicolas, 2005).

Le but de cette recherche n'est pas d'évaluer la mobilité urbaine durable ou le développement urbain durable. Mais il est bon de rappeler que si les politiques de mobilité durable en environnement urbain parviennent à atteindre leur objectif principal qui est la réduction de la voiture en ville, c'est qu'en quelque sorte les méthodes adoptées par les villes fonctionnent et sont efficaces. C'est pour cela que le recours à l'étude de la part modale de chaque mode de déplacement semble pertinent pour refléter la « durabilité » de la mobilité en milieu urbain. C'est d'ailleurs cet indicateur qui est souvent utilisé pour faire des classements tels que « meilleures villes cyclables », « meilleure ville marchable »... et qui a été exploitée par certains pour identifier les 100 meilleures villes européennes en matière de vélo (Carfree, 2017).

⁹ SIMBAD : Simuler les MoBilités pour une Agglomération Durable

¹⁰ **T. E. R. M** (Transport and Environnement Reporting Mechanism) de A. E. E (Agence Européenne de l'Environnement)

« **Indicateurs pour l'intégration des préoccupations environnementales dans les politiques de transports** » de l'OCDE

STPI « Sustainable Transportation Performance Indicators » mené par Centre pour un Transport Durable

« **A comparison of the sustainability of public and private transportation systems: Study of the greater Toronto Area** » de Chistopher A. KENNEDY

« **Indicateurs de mobilité durable : Application à l'agglomération lyonnaise** » du Laboratoire d'Economie des Transports (LET)

« **Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine** » de Caroline Gallez. INRETS-DEST
« **Observatoire des plans de déplacements urbains** » du CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques)

PROSPECTS (Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems) coordonné par Institute for Transport Studies, University of Leeds

PROPOLIS (Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability) coordonné par Kari LAUTSO, LT Consultant (Finlande)

TRANSPLUS (Transport Planning Land-Use and Sustainability) coordonné par ISIS (Rome, Italie)

The Ecological Footprint of Passenger Transport in Merseyside de John Barrett, Anthony Scott, Harry Vallack

Dans ce sens, des statistiques, par comptage ou par enquête, existent pour évaluer les parts modales. Ainsi, une comparaison de différents espaces urbains, en un temps donné, sur la base des parts modales peut fournir une idée sur la « durabilité » et permettrait de classer les territoires par « durabilité » de leur mobilité. Plus la part modale de la voiture est faible, plus la part modale des transports en commun ou des modes doux est élevée, donc, conformément à l'objectif principal de la mobilité urbaine durable qui est la réduction de la domination de l'auto en ville, plus la mobilité est durable. Une analyse diachronique, par exemple avant et après la mise en application de politiques pour la mobilité durable dans une agglomération donnée, permettrait d'examiner sommairement l'évolution des parts modales. Ainsi, dans ce cas, plus la part modale de l'automobile diminue, plus les politiques (au sens large : densification urbaine, implantation de commerces, mise en place de lignes de tramway...) mises en place sur le territoire ont été efficaces et ont amélioré la « durabilité » des déplacements. Le recours à la part modale sert aussi, comme le montre l'exemple ci-dessous d'un support de communication clair et simple pour la communication (politique et/ou médiatique) autour des mobilités durables et des politiques urbaines les privilégiant :

« En une décennie, la part modale de la voiture est passée de 53 % à 46 %, cédant des parts de marché — tout comme les deux-roues également en baisse — au vélo (8 %, en hausse de 2 points), aux transports en commun (12,5 %, en hausse de 3,5 points) et à la marche à pied (33 %, en progression de 2 points). “En vingt ans, les évolutions sont globalement favorables, observe Roland Ries, maire (PS) de Strasbourg. [...] La part de l'automobile se réduit par rapport à tout le reste. La part importante du vélo nous place devant toutes les autres villes françaises, mais nous restons loin de nos modèles européens, Fribourg et Copenhague. Il reste des efforts à réaliser dans les infrastructures et les mentalités.” » (Mirguet, 2010).

Parmi les statistiques existantes en France, mais qui doivent être davantage affinées et étoffées, nous pouvons citer les enquêtes dites « enquêtes ménages déplacements », lesquelles sont produites dans toutes les grandes agglomérations plus ou moins tous les 10 ans¹¹. Ainsi, « *Sur un plan méthodologique [...], les enquêtes ménages constituent un matériau suffisant pour élaborer certains indicateurs pertinents du caractère plus ou moins durable de la mobilité urbaine, pour peu que l'information concernant les revenus ait été recueillie, que l'on effectue une estimation des distances parcourues à partir des origines-destinations, et que l'on complète cette principale base de données par d'autres sources d'informations.* » (Nicolas, Pochet, & Poimboeuf, 2002).

1.4.POLITIQUES DE LA MOBILITE DANS LE CONTEXTE DU DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE

Pour amener à une fin de la domination de l'automobile en ville en faveur des modes de déplacements plus durable, et ainsi aboutir à des déplacements plus respectueux de l'environnement et de la santé humaine. Selon D. Pinson, les politiques urbaines mènent différentes actions et stratégies¹² :

¹¹ « Ces enquêtes prennent en considération toutes les personnes de 5 ans et plus des ménages sondés qui sont représentatifs de la population du périmètre étudié. Elles recueillent leurs caractéristiques socioéconomiques ainsi que l'ensemble des déplacements réalisés la veille du jour d'enquête. » (Nicolas, Pochet, & Poimboeuf, 2002)

¹² Grandes orientations dans le domaine des transports (DREAL Centre-Val de Loire, 2019) :

- l'accès aux services et à la mobilité pour tous et sur tout le territoire en recherchant l'amélioration de l'accessibilité, le développement économique et touristique, le désenclavement et l'aménagement des territoires aux différentes échelles ;
- l'efficacité énergétique et le renforcement de l'indépendance énergétique de la France ;
- l'adaptation des systèmes de transport aux défis énergétiques et climatiques ;
- la réduction des temps de parcours, l'amélioration de la fiabilité, la limitation des périodes de congestion ou de saturation des réseaux ;
- la réduction des impacts des infrastructures sur l'environnement en agissant sur la réduction des effets de coupure, le maintien de l'organisation des milieux aquatiques et des réservoirs en eaux superficiels et souterrains, la préservation de la biodiversité ordinaire et exceptionnelle, la préservation des ressources non renouvelables ;
- le rééquilibrage modal sur les modes non routiers, en développant la multi-modalité ;
- l'incitation à de meilleurs usages avec l'augmentation du taux de remplissage, ou de la massification, et du taux d'emploi ou de rotation des moyens de transport ;
- l'amélioration de l'efficacité, de la sécurité et de la cohérence des systèmes de transport ;
- la bonne utilisation des moyens financiers publics ;
- la bonne utilisation des possibilités de déplacement en vue d'un développement social équilibré et de la réduction des vulnérabilités ;
- la réalisation des objectifs d'accessibilité des personnes à mobilité réduite ;
- la promotion d'un aménagement équilibré du territoire et la maîtrise de l'étalement urbain ;

- « diminuer la mobilité et limiter au maximum les besoins de déplacement ;
- assurer un transfert de l'automobile vers d'autres modes de transport plus respectueux de l'environnement ;
- encourager la pratique du vélo ou de la marche à pied ;
- réduire les effets externes de chaque mode de transport en adoptant un Plan de mobilité urbaine » (Pinson, 2004).

1.4.1. REDUCTIONS DES DISTANCES DES DEPLACEMENTS QUOTIDIENS

Une première stratégie vise la réduction des distances parcourues pour les différents motifs de déplacement en utilisant (ou en combinant) différentes modes. En effet, plus les longueurs de déplacement sont élevées et plus la probabilité du recours à la voiture augmente : « En France, 1 trajet en voiture sur 4 fait moins de 3 km¹³. Dans les agglomérations, cette part est plus grande encore :

- 4 trajets en voiture sur 10 font moins de 3 km¹⁴. Ces trajets "courts" représentent près de 10 % de la distance totale parcourue en voiture.
- Dans les unités urbaines¹⁵ définies par l'INSEE en 2010, la part des trajets effectués en tant que conducteur ou passager d'une voiture sur une distance inférieure à 3 km varie relativement peu. » (Delorme, 2015).

• la préservation et l'amélioration de la santé publique (réduction du bruit, qualité de l'air,...)

¹³ Source : Le Service de l'observation et des statistiques (SOeS), Enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD) 2008.

¹⁴ Calcul basé sur le regroupement des données recueillies en face-à-face lors des enquêtes ménages déplacements de Caen (2011), Angers (2012), Valence (2014), Clermont-Ferrand (2012), Douai (2012), Montpellier (2014), Bordeaux (2009), Grenoble (2010), Saint - Étienne (2010), Bayonne (2010), Valenciennes (2011), Amiens (2010) et Cayenne (2010).

¹⁵ L'unité urbaine est un regroupement de communes basé sur la continuité du bâti, sans coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions (et de plus de 2000 habitants).

Parmi les stratégies de réduction des distances de déplacements employées, on cite à titre non exhaustif :

La densification urbaine. En effet, selon S. Munafò et M. Bierlaire, « *la densité est la forme territoriale la plus à même de générer une mobilité durable, c'est-à-dire une mobilité basée essentiellement sur de courtes distances et une utilisation faible de la voiture* » (Munafò & Bierlaire, 2017). Ces villes accordent alors, en changeant leurs règles d'urbanisme à travers principalement leur Plan Local d'Urbanisme (PLU), d'augmenter la hauteur des bâtiments de leurs domaines (par conséquent le nombre d'étages), le Coefficient d'Occupation au Sol (COS) (par conséquent autoriser une extension horizontale des édifices ou d'augmenter le nombre de bâtiments dans la même parcelle de terrain)... Une densité urbaine élevée couplée à la mixité fonctionnelle permet aux résidents de parcourir des distances plus courtes pour accéder aux aménités qui leur sont nécessaires dans la vie quotidienne (travail, école, commerces...).

Cette politique vise également à restreindre l'étalement urbain vers les zones périurbaines et ainsi diminuer le nombre et la longueur des déplacements centre-périphérie. Par contre, la densité élevée peut avoir des effets pervers (tels que le bruit, l'insécurité, la flambée des prix des logements, la réduction des espaces verts en ville...) incitant les ménages recherchant du calme et de l'espace à s'établir à la périphérie. D'ailleurs, d'après une enquête de l'Union Nationale des Entrepreneurs du Paysage (UNEP) en 2008, sept Français sur dix choisiraient leur logement en fonction de la présence d'espaces verts à proximité et ce quel que soit leur âge (Maas, Verheij, Groenewegen, Vries, & Spreeuwenberg, 2006).

La mixité fonctionnelle et sociale. Il s'agit de rompre dans la limite du possible avec la spécialisation urbaine et le zonage traditionnel (zones d'habitation, commerciale, industrielle...). Par exemple, l'installation de nouvelles ressources de proximité (de taille et de nature différentes) ou de noyaux de vie de quartier (groupement de plusieurs ressources rapprochées : boulangerie, épicerie, tabac/presse...) devient envisageable et permettra d'animer les zones résidentielles (parfois dortoirs). Les habitants ne sont plus obligés de parcourir de grandes distances pour répondre à leurs besoins (commerces, services, établissements de santé...).

Cette stratégie semble plus facilement applicable dans les zones urbaines denses. En effet, les commerces et les services implantés par exemple dans un quartier résidentiel doivent être rentables pour assurer leur pérennité. Cette rentabilité est davantage garantie s'il y a plus de clients potentiels, chose qui n'est pas évidente dans les zones urbaines à faible densité. Pour cela, l'installation de ce genre d'équipements est fortement encouragée.

L'incitation des ménages à se localiser à proximité de leurs lieux de travail.

L'objectif est de permettre aux travailleurs de limiter les distances parcourues lors de leurs migrations pendulaires. De surcroît, cela participerait à la réduction des externalités négatives dues aux voitures en ville (pollution de l'air, bruit, embouteillages, risques d'accident...) et rendrait les déplacements domicile-travail plus à même d'être effectués par des modes doux. Cette incitation passe généralement par la communication et la sensibilisation des ménages au moment de leur choix de résidence (achat ou location) aux coûts (monétaire, temps, fatigue...), souvent sous-estimés, des déplacements quotidiens (surtout s'ils sont réalisés en automobile).

Cette stratégie ne semble pas évidente au vu de la conjoncture : la localisation des emplois et le prix de l'immobilier qui flambe à proximité obligent les plus démunis à s'installer plus loin vers le périurbain. L'instabilité et la précarité des emplois nécessitent une flexibilité de l'endroit d'habitation. Cela est plus facile pour les locataires qui peuvent déménager à proximité de leur endroit de travail que pour les propriétaires de leur résidence (souvent engagés dans le remboursement du prêt pour l'achat du logement). Le choix de l'emplacement du lieu de résidence résulte d'un compromis entre les membres du même ménage travaillant généralement à des localisations différentes (voire dans des villes/pays différents) ce qui engendre des distances de déplacements élevées. Ces distances sont parfois accentuées avec la localisation des établissements d'enseignement des enfants (école, lycée professionnel, centre de formation, université...). Le recours au travail à distance, à domicile ou dans des centres de télétravail, est alors une solution possible qui commence à prendre de l'ampleur. Cela permettrait effectivement de réduire les distances des déplacements domicile-travail au strict minimum, mais pourrait avoir des effets négatifs pour l'employé tels que le sentiment d'isolement.

Améliorer l'accès aux stations de transports en commun. Cela passe par la réorganisation urbaine de la ville de manière à optimiser la desserte des transports en commun. Cela se traduit, par exemple, par l'implantation des stations importantes de transports en commun, le plus souvent possible, à proximité des ménages et des aménités. On cite alors le modèle de Transit-Oriented Development (TOD) (Bentayou, 2015) dont l'origine est attribuée à l'architecte-urbaniste californien Peter Calthorpe (Calthorpe, 1993). Selon G. Bentayou et al « *Le modèle d'aménagement qu'il propose permet de concilier écologie et urbanisme, avec en arrière-plan l'idée qu'une composition urbaine judicieuse permettra de générer des pratiques de mobilité plus durables¹⁶. Son célèbre schéma d'aménagement [...], inscrit dans un rayon de 600 mètres autour d'une station de transport public¹⁷, propose d'implanter commerces, activités et logements avec des densités décroissantes à mesure que l'on s'éloigne de la station. [...]C'est à partir de ce modèle théorique que les principes du TOD se sont largement diffusés. Par la suite, le périmètre de référence du TOD a été étendu à 800 mètres* » (Bentayon, Perrin, & Richer, 2015).

1.4.2. REDUCTION DE L'USAGE DE LA VOITURE

La deuxième stratégie a pour but de dissuader par des aménagements physiques (zones de rencontre, zones 30...), des restrictions (zones à circulation restreinte, circulation différenciée...), les individus à l'utiliser la voiture personnelle en particulier thermique. Cette stratégie passe notamment par la diminution de voies de circulation automobile : si certaines sont supprimées au profit de modes considérés comme plus durables et plus doux (créations de voies cyclables, de voies de tramways, de rues piétonnes, élargissement des trottoirs...), d'autres deviennent réservées aux bus et/ou aux cyclistes et aux taxis.

Des places de stationnement se font plus rares en centre-ville, remplacées par des attaches à vélo ou des emplacements pour les voitures partagées en libre-service... Celles qui restent se voient progressivement absorber par les zones à stationnement à durée

¹⁶ Le TOD est contemporain du Smart Growth et du New Urbanism, Peter Calthorpe étant d'ailleurs l'un des inspirateurs de la charte fondatrice de ce second mouvement (disponible à l'adresse <http://www.cnu.org/charter>, consultée le 9 septembre 2015) (Bentayon, Perrin, & Richer, 2015).

¹⁷ Soit 2000 pieds, qui constituent selon Calthorpe une « distance confortable pour une majorité de gens » (Bentayon, Perrin, & Richer, 2015).

limitée (stationnement en zone bleue) ou par celles à stationnement payant dont les tarifs s'accroissent souvent au fur et à mesure qu'on s'approche du centre-ville.

À cela s'ajoutent des baisses des vitesses dans les centres-villes, passant de 50 km/h à 30 km/h voire à 20 km/h. Grenoble en est le parfait exemple, depuis 2016 elle fut la première commune en France à limiter la vitesse à 30 km/h en centre-ville. Le but est non seulement de ralentir l'automobile en agglomération, mais surtout d'apaiser la circulation en ville et ainsi réduire le bruit, les accidents et leur gravité. Les zones 30, zones limitées à 30 km/h dans lesquelles les marcheurs ont le droit de traverser la route même en l'absence de passage piétonnier, s'étendent de plus en plus. Les zones à 20 km/h sont généralement des zones de rencontre, caractérisées par une voie unique partagée entre les différents modes de déplacement (marche, vélos, voitures...). Dans ces zones de rencontres, la priorité est accordée aux tramways puis aux usagers les plus vulnérables (piétons et cyclistes).

Enfin, les normes antipollution et les contrôles techniques des voitures sont de plus en plus exigeants en vue d'éliminer les véhicules les plus pollués et rajeunir le parc automobile. Ce procédé est complété par la création de Zones de Protection de l'Air (ZPA) et de Zones à Circulation Restreinte (ZCR) dans les grandes villes afin de limiter ou d'interdire certaines catégories de véhicules en fonction de leur âge et de leurs émissions. Cette discrimination se base sur un système de vignettes dites « Crit'air », mis en place le 1er janvier 2017 dans plusieurs agglomérations françaises (similaire au système de vignettes allemandes) évoluant de 1 (désignant les véhicules hybrides rechargeables c'est-à-dire combinant, un moteur essence ou diesel et un moteur électrique, les véhicules gaz, les véhicules essence les plus récents, après 2011 et les plus propres), à 5 (pour les véhicules diesel les plus vieux, d'après 1997 et les plus polluants. Les véhicules électriques et hydrogènes bénéficient quant à eux d'une vignette zéro émission) (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2018).

D'un autre côté, les villes encouragent le covoiturage en aménageant des aires de covoiturage, ou en proposant un ticket groupé à tarif réduit dans les parkings relais afin de se garer aux abords de la ville et emprunter les transports en commun pour aller vers le centre-ville ou pour traverser la ville¹⁸. L'autopartage est aussi promu en mettant à disposition des voitures en libre service/accès (pour des usages particuliers ou professionnels) qu'on peut louer pour une courte durée. Ces services de covoiturage et d'autopartage sont facilités par les outils numériques qui permettent, entre autres, de réserver une place dans un covoiturage ou une voiture partagée. Le but de ces dispositifs est de permettre aux citadins de se passer de la voiture personnelle, en faveur des transports en commun ou des modes doux, tout en leur laissant la possibilité d'en bénéficier en cas de nécessité.

1.4.3. ENCOURAGEMENT DES MODES ALTERNATIFS A LA VOITURE DANS LES ZONES URBAINES

Cette dernière stratégie vise à promouvoir les modes alternatifs moins polluants que la voiture en ville à travers trois axes : des aménagements urbains, des incitations à de nouvelles pratiques et des aides sociales.

Dans le cadre des aménagements urbains, on assiste à l'accroissement de l'offre en transports en commun (l'introduction/la réintroduction ou l'extension du tramway dans certaines villes, la mise en œuvre de bus à haut niveau de service ou des bus en site propre), à la mise en place d'aménagements cyclables (pistes cyclables, bandes cyclables, attaches vélos, parkings vélos...), à l'augmentation de l'emprise des aménagements piétonniers en ville (élargissement des trottoirs, zones de rencontres, zones piétonnes...). En effet, la longueur des lignes de tramway à Paris par exemple, a presque triplé en 7 ans. Elle est passée de 4 lignes et 42 km en 2009 à 9 lignes et 105 km en 2016 (Statista, 2019). « *Perpignan a [...] réalisé : 180 km de zones 30 et d'aménagements cyclables, sur les 7 dernières années, soit un total de plus de 239 km d'aménagements réalisés (contre 59,43 km en 2008). Ainsi 55 % de la voirie [est] aménagée pour les piétons et [les cyclistes] (contre 13,21 % en 2008).* » (Ademe, 2019). À cela s'ajoute la mise en place d'aires de covoiturage, de pôles modaux (liant diff-

¹⁸ A Strasbourg par exemple la CTS propose le stationnement pour la journée et un aller-retour en tram pour tous les passagers du véhicule (7 personnes maximum), pendant une heure après validation pour un trajet Bus ou Tram avec ou sans correspondance, à un tarif réduit entre 4,20 et 4,70 euros.

rents modes de transports en commun tels que le train, le tramway, le bus...) ou de parkings relais afin d'encourager les automobilistes venant de la périphérie de garer leurs véhicules à l'extérieur des centres-villes et d'emprunter à la place les transports en commun.

Pour l'incitation à de nouvelles pratiques, les villes tablent sur la communication. Son but est de responsabiliser les individus en les sensibilisant aux externalités négatives de la voiture et de placer en avant les avantages des modes alternatifs à la fois économiques, environnementaux et sur la santé. Elle se passe souvent par les moyens de communication des villes comme les affiches, les articles dans les journaux (de quartier, ou journaux locaux), les radios locales... ou bien par des événements ponctuels (courses à pied, à vélo, journée sans voiture...).

Concernant les aides sociales, plusieurs villes proposent, en accompagnement, des tarifs réduits en fonction de l'âge, de la situation professionnelle (étudiant, chômeur...) des revenus ou du quotient familial pour les transports en commun ou les vélos en location ou en libre-service. A Strasbourg, les tarifs d'abonnements mensuels aux transports en commun incluant les bus et les tramways du réseau de la CTS (Compagnie des transports strasbourgeois) varient de 3,4 euros pour le tarif le plus bas (Quotient familial jusqu'à 350 euros et âges entre 4 et 25 ans et plus que 65 ans) à 50,80 euros pour le tarif le plus élevé (Quotient familial supérieur à 750 euros et âge entre 26 et 64 ans) (CTS, 2019). Concernant la location annuelle de vélos, l'offre présente un tarif réduit de 68 euros pour la première année contre un tarif plein à 84 euros (Vélhop, 2019). Les employeurs, quant à eux, remboursent la moitié des abonnements de transports en commun (utilisés dans les déplacements domicile-travail) et sont encouragés par l'Etat à verser une indemnité kilométrique aux salariés venant au travail à vélo (Ministère du Travail, 2019). Enfin, l'Etat français et les régions proposent, sous conditions, une aide financière n'excédant pas 200 euros pour l'achat de vélos à assistance électrique (Bercy infos, 2019).

1.5. MISE EN APPLICATION DES POLITIQUES POUR UNE MOBILITE PLUS DURABLE

La mise en application des politiques en termes de mobilité durable, détaillées dans les parties précédentes, passe par différents moyens juridiques, techniques, pédagogiques, promotionnels...

1.5.1. CADRE ET OUTILS REGLEMENTAIRES POUR UNE MOBILITE DURABLE

La mobilité durable fait partie intégrante du développement durable. Elle est alors soumise au même cadre réglementaire (conventions internationales, chartes, lois...) que le développement durable ou que la transition énergétique et écologique. En plus, un cadre réglementaire plus spécifique existe, notamment en France¹⁹. En effet « *La politique européenne de mobilité durable s'est traduite dans plusieurs documents : un livre vert intitulé vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine, publié le 25 septembre 2007, suivi, le 30 septembre 2009, d'une stratégie nationale de développement durable et d'un plan d'action pour la mobilité urbaine.* » (Ademe, 2016).

La loi de référence en vigueur depuis le 30 décembre 1982 est la loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI) n° 82-1183. Elle a été modifiée à plusieurs reprises notamment à la suite du projet de Loi Grenelle 2. La dernière modification, à ce jour²⁰, date du 14 décembre 2018. Cette loi cite le droit au transport et des principes généraux applicables aux transports intérieurs, les dispositions applicables aux différents modes de transports

¹⁹ Les textes législatifs de références pour la mobilité durable (DREAL Centre-Val de Loire, 2017) :

- Loi d'orientation sur les transports intérieurs (1982)
- Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (1996)
- Loi relative à la solidarité et aux renouvellements urbains (2000)
- La loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté personnes handicapées (2005)
- Loi de programmation sur la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (2009) et Loi portant engagement national pour l'environnement (2010)
- Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (2014)
- Loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (2014)
- Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (2015)
- Loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques (2015)
- Loi sur la nouvelle organisation territoriale de la République (2015)

²⁰ 11 juin 2019

(principalement les transports en commun)... (Loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs, 1982). Elle affirme « *un droit au transport devant permettre de se déplacer dans des conditions raisonnables d'accès, de qualité et de prix ainsi que de coût pour la collectivité* » (DREAL Centre-Val de Loire, 2017).

Actuellement, un projet de loi structurante relatif aux orientations des mobilités a été adopté par le Sénat le 2 avril 2019 (Sénat, 2019). « *Ce texte revisite, 35 ans après la très pertinente Loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI), l'architecture des transports publics et de toutes les mobilités en France. Il recherche à la fois la réduction des inégalités territoriales béantes que nous connaissons aujourd'hui dans l'accès à la mobilité, mais aussi à favoriser des transports propres.* » (ANATEEP, 2019). Cette loi qui réforme fondamentalement les politiques de mobilité vise 4 objectifs principaux : l'élimination de la dépendance à la voiture, l'accélération de la croissance des nouvelles mobilités, atteindre les ambitions de la transition écologique et la programmation des investissements en infrastructures de transport (Vie-Publique, 2019).

1.5.2. OUTILS TERRITORIAUX, TECHNIQUES ET URBAINS POUR UNE MISE EN PLACE D'UNE MOBILITE URBAINE DURABLE

Nous nous intéresserons ici particulièrement aux outils qui permettent aux autorités françaises chargées de l'aménagement de mettre en application les actions nécessaires pour une mobilité plus durable sur leur territoire afin de répondre aux exigences juridiques et réglementaires. Ces documents de portée juridique constituent des outils de mise à une échelle plus locale des réglementations nationales ou internationales pour la mobilité. Nous évoquons ici à titre non exhaustif quelques outils urbains : les Schémas Directeurs Régionaux, les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), les Schémas Régionaux de l'Intermodalité (SRI), les Plans de Mobilité Rurale, les Plans des Déplacements Urbains (PDU), Les Schémas Directeurs par mode de déplacements, à pied (plan piéton), à vélo ou en transports en commun, les Plans de Mobilité/de Déplacement...

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) a été créé par la loi no 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République, également connue en tant que Loi NOTRe (Legifrance, 2015). « *Il intègre le schéma régional d'aménagement et d'égalité des territoires (SRADT) auquel il se substitue, mais également d'autres documents de planification : schéma régional des infrastructures et des transports, schéma régional de l'intermodalité, schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) et plan régional de prévention des déchets.* » (Actu-Environnement, 2019).

C'est un document élaboré par les régions qui définit et détaille les objectifs de développement de la région en question, à moyen et à long terme, dans différents domaines : le transport, l'énergie, la biodiversité et les déchets.

Les buts du SRADDET en matière de transport (qui portent sur les personnes et les marchandises) sont déterminés en fonction des évolutions prévisibles. Ils visent l'optimisation de l'utilisation des infrastructures existantes, la complémentarité entre les modes et la coopération des opérateurs. Un accent est mis sur l'intermodalité pour améliorer l'articulation entre les différents modes, la cohérence de l'offre de transport et de mobilité sur le territoire régional et la coordination des politiques de transports (offre de service, informations des usagers, tarification et billetterie) (legifrance, 2016).

Le Schéma Régional de l'Intermodalité (SRI), intégré dans le SRADDET, a été créé à la suite de la loi de modernisation de l'action publique territoriale des métropoles du 27 janvier 2014. Il s'intéresse particulièrement aux transports en commun publics à l'échelle de la région, à leurs interconnexions et à la cohérence de leurs offres et leurs services. « *Il définit les principes guidant l'articulation entre les différents modes de déplacement, notamment en ce qui concerne la mise en place de pôles d'échange. Il prévoit les mesures de nature à assurer une information des usagers sur l'ensemble de l'offre de transports, à permettre la mise en place de tarifs donnant accès à plusieurs modes de transport et la distribution des billets correspondants* » (Legifrance, 2019).

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) est un document d'urbanisme qui remplace les Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) et les Schéma Directeurs (SD). Il a été instauré par la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) en fin d'année 2000. L'objectif est alors d'assurer une coopération des collectivités territoriales sur un territoire continu (large bassin de vie ou une aire urbaine) pour leur développement durable. « *Le SCOT est destiné à servir de cadre de référence pour les différentes politiques sectorielles, notamment celles centrées sur les questions d'organisation de l'espace et d'urbanisme, d'habitat, de mobilité, d'aménagement commercial, d'environnement.... Il en assure la cohérence, tout comme il assure la cohérence des documents sectoriels intercommunaux* » (Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales, 2014). Il est composé de 3 documents : un rapport de présentation de diagnostic et d'évaluation environnementale du projet d'aménagement, un Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), un Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO) (Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales, 2014).

Le Plan de Mobilité Rurale, régit les déplacements dans les territoires ruraux et faiblement urbanisés avec une demande de transport modeste et diffuse. Il résulte de la Loi Transition Énergétique pour une Croissance Verte n° 2015-992 du 17 août 2015. Il s'intéresse aux déplacements, particulièrement à leur longueur et aux modes de déplacements qu'il essaye d'équilibrer et de concilier (CEREMA, 2018). Son but est de prendre en compte les spécificités de son territoire pour améliorer la mise en œuvre du droit au transport et veiller à la complémentarité entre les différents modes de mobilité. « *Les actions pouvant être mises en œuvre sont variées :*

- *développement de cheminements continus et sécurisés pour piétons et vélo ;*
- *mise en place de système de location de vélo ou d'aide à l'achat ;*
- *incitation au covoiturage ou à l'autopartage ;*
- *instauration de zones apaisées dans les centres-bourgs ;*
- *création d'une plate-forme de mobilité ;*
- *définition d'une politique de stationnements ;*

- *incitation au développement des plans de mobilité pour les entreprises ou administrations* » (DREAL Centre-Val de Loire, 2017).

Le Plan de Déplacements Urbain (PDU) fut évoqué la première fois dans la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (LOTI) n° 82-1153 du 30 décembre 1982. Il devint obligatoire pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) du 30 décembre 1996. Il fut renforcé par la Loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) n° 00-1208 du 13 décembre 2000. Le PDU a 8 objectifs majeurs :

- *« l'amélioration de la sécurité de tous les déplacements ;*
- *la diminution du trafic automobile ;*
- *le développement de l'usage des transports collectifs, des moyens de déplacements économes et moins polluants, comme les modes doux, piétons, vélos, rollers... ;*
- *l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération afin de rendre plus efficace son usage ;*
- *l'organisation du transport et la livraison des marchandises de façon à réduire les impacts sur la circulation et l'environnement ;*
- *l'organisation du stationnement sur voirie et dans les parcs publics ;*
- *l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques à établir un plan de mobilité et à favoriser le transport de leur personnel par les transports en commune et le covoiturage ;*
- *la mise en place d'une tarification et d'une billettique intégrées pour l'ensemble des déplacements.* » (Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 2019).

Les Schémas Directeurs par mode de déplacements, à pied, à vélo ou en transports en commun. Ce sont des documents d'urbanisme à l'échelle d'une agglomération qui concernent chacun un mode de déplacement donné. Souvent, ils sont connus sous les termes « plan piéton » ou « plan vélo ». Ils dressent un état des lieux pour un mode de déplacement donné, visent des objectifs pour améliorer les déplacements et les rendre plus durables et font des recommandations pour atteindre les buts à court terme (de 5 ans à 10 ans en général). Parmi les 10 finalités du plan piéton de l'Eurométropole de Strasbourg, on cite :

- la promotion de la marche,
- l'accord de plus de places aux piétons,
- le désamorçage des conflits piétons-vélos,
- le renforcement de la perméabilité piétonne des axes 50,
- le traitement et la planification d'ouvrages d'art pour les piétons,

- la création d'un réseau piétonnier magistral reliant les centralités de quartier,
- l'amélioration du traitement des croisements pour les piétons... (Eurométropole de Strasbourg, 2012)

A ces outils urbains, précédemment évoqués s'ajoutent les Plans de Mobilité élaborés obligatoirement par les entreprises de plus de 100 personnes pour rendre la mobilité de leurs salariés plus durables.

1.5.3. OUTILS SOCIAUX D'ENCOURAGEMENTS A L'ADOPTION DE MODES DE DEPLACEMENTS PLUS DURABLES

Le but est d'évoquer, ici, quelques techniques d'incitation de la population à la pratique d'une mobilité plus durable. Les encouragements financiers tels que la tarification solidaire ou la participation de l'employeur à l'abonnement de transports en commun ont été rappelés dans les parties précédentes. L'intérêt portera ici, principalement sur les outils plus pédagogiques qui ont pour objectif de sensibiliser les individus aux problématiques environnementales en général et à la mobilité durable en particulier. La finalité de ces politiques, menées indifféremment par les autorités locales et/ou par les associations, est d'inculquer de nouveaux comportements/automatismes de mobilité.

L'encouragement à la mobilité durable à l'échelle locale commence par une communication massive autour de l'offre de la mobilité durable disponible sur le territoire. L'ambition de ces communications est de démontrer, premièrement, que le recours à la mobilité douce est possible pour effectuer les différentes tâches dans la vie de tous les jours. Le vélo et la marche sont ainsi présentés comme modes de mobilité à part entière disposant des infrastructures nécessaires (aménagements cyclables, trottoirs larges, zones piétonnes...) et non comme modes occasionnels de loisirs uniquement. Deuxièmement, le but est d'expliquer que le recours aux transports en commun est adapté aux usages quotidiens de par la localisation des stations, des horaires ou des fréquences de passage... Troisièmement, l'objectif est de démontrer que les modes les plus durables sont les moins coûteux (au sens large) et les moins contraignants en ville notamment en termes de stationnement, de prix kilométrique ou de risques d'accident.

La ville et les associations peuvent de même encourager la pratique d'une mobilité plus durable à travers des opérations pédagogiques. Pour le vélo par exemple, l'Eurométropole de Strasbourg en collaboration avec plusieurs associations cyclistes organise périodiquement des sessions d'apprentissage au vélo pour enseigner à chacun l'utilisation de ce mode actif et les règles de circulation et de sécurité à respecter. Cette initiation au vélo est généralement proposée à l'école. Les associations locales offrent aussi des ateliers solidaires de réparation des cycles. Ces ateliers mettent à dispositions l'expertise, les outils et les pièces nécessaires pour la réparation et l'entretien des vélos. Le marquage des vélos, c'est-à-dire la gravure d'un code unique équivalent à un numéro de châssis ou d'une plaque d'immatriculation, y est souvent possible et permet d'identifier un vélo et ainsi de réduire les risques de vol. Et même, en cas de vol, un vélo marqué aura plus de chance d'être retrouvé et restitué à son propriétaire grâce à la traçabilité garantie par ce dispositif. D'ailleurs, les villes peuvent également afficher, sur un site internet dédié, les vélos volés et retrouvés pour les restituer à leurs propriétaires. Les associations présentent aussi à la vente des vélos d'occasion, qui peuvent correspondre aux différentes exigences et utilisations (Eurométropole de Strasbourg, 2019).

Certaines villes, comme Genève, encouragent la création de pédibus pour permettre aux écoliers d'aller à pied à l'école en étant accompagnés d'adulte/s en respectant un itinéraire bien défini. En effet, en plus de l'incitation à l'activité physique et la socialisation des enfants, « *le pédibus permet à l'enfant d'intégrer des règles de sécurité et de comportements ; un apprentissage essentiel pour le rendre autonome et l'amener ensuite à se déplacer seul, à pied, en sécurité.* » (Pedibus Genève, 2019). Ces villes prodiguent des conseils de sécurité et proposent un accompagnement pour la création de pédibus...

Pour encourager la marche, des cartes sont souvent affichées pour permettre au piéton de se localiser et de visualiser l'espace de proximité accessible à pied en un temps court. Ces cartes font partie d'un ensemble plus vaste de mobilier urbain facilitant la mobilité douce. On cite à titre d'exemple, les bancs publics, les abris, les points d'eau, les toilettes publiques, les poubelles, les casiers à consigne... Ces aménagements, rajoutés aux infrastructures dédiées, permettent aux utilisateurs de modes doux de circuler dans des conditions confortables, de se reposer ou de se protéger si nécessaire. Les aménagements proposés par

les villes peuvent aussi, grâce à leur conception ou leur design rendre les déplacements en modes doux plus amusants et plus ludiques.

Les villes encouragent par ailleurs la combinaison de différents modes de transports pour une mobilité plus durable. Souvent, les tramways peuvent être empruntés avec un vélo. Certains pôles de transports en commun offrent également des parkings vélos sécurisés. Pour contenir les flux autos vers les centres-villes et assurer un report modal vers un mode plus durable, certaines villes mettent alors à disposition à la périphérie des parkings relais permettant d'y garer sa voiture et de prendre les transports en commun à un tarif fortement attractif... Les villes mettent aussi à disposition des véhicules (vélos, trottinettes, automobiles) en libre service pour encourager les individus à abandonner l'achat d'une voiture et d'en emprunter une facilement en cas de besoin pour une courte durée. Les autorités locales souhaitent donc que les modes de déplacements soient choisis selon leur pertinence (notamment en fonction de la distance à parcourir) et que l'utilisation de l'automobile soit réduite au strict minimum. Ainsi un trajet de court (1 km) peut être effectué à pied, moyen (3 km) à vélo et plus long en transports en commun. Et finalement, elles encouragent, en l'absence d'alternatives, au cas où la voiture est indispensable et en absence d'alternatives, le covoiturage, en mettant à disposition des aires de covoiturage ou des voies réservées.

D'autres actions sont aussi faites pour sensibiliser les individus aux modes durables et aux méfaits de la voiture. On cite à titre d'exemple les journées sans voiture aux centres-villes (malheureusement toujours le dimanche ou un jour non travaillé) ou des défis entre villes/entreprises, donnant lieu à un palmarès, comme « au boulot à vélo » lors duquel chaque personne d'une entreprise note la distance parcourue à vélo pour le motif du travail.

1.5.4. COMMUNICATION ET PROMOTION DE LA MOBILITE DURABLE

Pour promouvoir la mobilité durable, en plus des dispositifs d'encouragement aux modes alternatifs à la voiture et de freins à l'automobile, les villes et les associations utilisent des outils de communication et de « marketing » classiques (journaux, radio, télévision, affiches...). Nous ne nous intéresserons pas ici aux supports de communication, mais plutôt aux arguments récurrents. Parmi ces arguments, on cite brièvement :

- l'argument « environnemental » : on a souvent recours à une comparaison des émissions néfastes avec un rappel de leurs répercussions sur l'environnement et le changement climatique dans le but de responsabiliser les individus vis-à-vis de l'environnement.
- L'argument « santé » : nécessité de faire au moins 30 minutes d'activité physique (marche ou vélo) par jour pour rester en bonne santé, pour lutter contre l'obésité les maladies qui en découlent... tout en remémorant l'impact de la voiture sur le manque d'activité physique. Sans oublier d'évoquer la pollution automobile et sa responsabilité dans les maladies respiratoires voire la mort prématurée.
- L'argument « engorgement et l'occupation de l'espace urbain » : en comparant l'espace occupé par un certain nombre d'automobilistes à celui occupé par le même nombre d'individus utilisant d'autres modes plus durables (bus, tramway, vélo et piétons). L'objectif est de faire naître un sentiment de culpabilité chez les automobilistes qui causent les embouteillages et qui par leur « égoïsme » envahissent plus d'espace (qu'ils privatisent) que nécessaire dans l'espace urbain collectif.
- L'argument « vitesse » : en mettant l'accent sur le fait qu'on peut parcourir la même distance plus rapidement en mobilité durable (en particulier à vélo ou en transports en commun surtout s'ils sont en site propre) qu'en voiture en ville à cause de l'encombrement des axes routiers.
- L'argument « stationnement » : en évoquant la difficulté de stationner en centre-ville et les coûts monétaires de stationnement en comparaison aux modes plus durables ne nécessitant pas de stationnement notamment la marche et les transports en commun.
- L'argument « accidents » : en rappelant le chiffre d'accidents sur la route qui impliquent au moins une voiture en insistant sur leur gravité et la mortalité routière et en comparant aux autres modes dont les accidents sont plus rares ou souvent moins graves.
- L'argument « qualité des modes durables » : en communiquant par exemple sur le nombre de lignes et de stations des transports en commun, la longueur des aménagements cyclables et le nombre de stationnements vélos, la longueur des zones piétonnes ou apaisées, les innovations pour la mobilité durable.

1.6. APPLICATION DES POLITIQUES DE MOBILITE DURABLE, DES EFFETS DOM-MAGEABLES

La mise en application des politiques de mobilité urbaine durable se heurte généralement, sur le terrain, à la logique de rentabilité économique d'attractivité ou de compétitivité territoriale. Aussi, certaines recherches mettent en doute les impacts environnementaux des politiques locales de mobilité durable et conseillent d'agir sur d'autres leviers tels que les technologies des véhicules sur des échelles plus vastes c'est-à-dire nationales ou Européenne (Kahn & Brenac, 2018).

En effet, l'application de politiques de mobilité urbaine durable a été/est souvent accueillie avec réticence par la population. *« Ainsi, alors que ces options s'inscrivent plutôt dans une vision politique de la mobilité durable, elles n'échappent pas aux effets marchands, d'adaptation de l'offre et de la demande, qui peuvent remettre en cause l'efficacité environnementale ou aller à l'encontre de la finalité sociale de la mobilité durable »* (Kahn & Brenac, 2018). La mise en place de freins pour la voiture (réduction des places de stationnement, stationnement payant...) et la piétonnisation des centres-villes par exemple, sont accompagnés par la crainte d'une baisse de la fréquentation des commerces, et donc une inquiétude de mettre en péril leur existence. En effet, les automobilistes pourraient désertier le centre-ville en faveur des zones commerciales périphériques.

Les transports en commun, point central des politiques de mobilité urbaine durable, sont de plus en plus à la charge d'entreprises privées. La mise en place de lignes de transports en commun (ou modification de leurs itinéraires) est corrélée à leur rentabilité économique. Rares sont les villes qui proposent des transports en commun gratuits (Niort, Dunkerque...), ou disponibles sans interruption de jour comme de nuit notamment en fin de semaine (New York, Berlin, Barcelone, Copenhague...). Bien au contraire, des études préalables à toute opération de transports en commun prennent en compte plusieurs paramètres d'efficience tels que le taux d'occupation des véhicules (nombre de voyageurs). Fréquemment, les tickets de transports en commun sont vendus moins cher à l'utilisateur que leur coût réel ou leur seuil de rentabilité. Les villes compensent alors cette différence tarifaire pour l'exploitant afin de lui garantir sa pérennité financière.

Pour des raisons économiques, les politiques urbaines de mobilité durable gardent souvent en ligne de mire l'attractivité territoriale et la concurrence spatiale et font passer en second ordre l'objectif environnemental. En conséquence, selon R. Kahn (2018), en ce référent, à des travaux de T. Brenac et al (2013) concernant les aménagements piétons en centres-villes *« Ce contexte contribue à privilégier, dans la plupart des dimensions des politiques urbaines, les exigences d'attractivité et de compétitivité. Ainsi, même s'agissant d'outils d'aménagement parés des vertus de la durabilité, comme la piétonnisation, les objectifs d'attractivité et de concurrence spatiale sont prédominants pour les acteurs locaux, et relèguent au second plan les finalités environnementales »* (Brenac, Reigner, & Hernandez, 2013 ; Kahn & Brenac, 2018).

A l'instar des politiques de développement durable plus générales, en privilégiant le volet économique, les politiques pour une mobilité urbaine durable peuvent avoir des impacts sociospatiaux dommageables. En effet, les quartiers dits verts/durables/écoquartiers... peuvent participer à la flambée des prix du foncier et de l'immobilier. De ce fait, cela tend à exclure les populations les moins favorisées, aboutissant à un effet de gentrification et de marginalisation sociospatiale. Suivant le même modèle, les politiques des mobilités urbaines durables peuvent avoir des répercussions similaires. Ainsi, V. Kaufmann et al (2007), en comparant les politiques de transports adoptées par différentes villes européennes, a mis l'accent sur certains effets ségrégatifs. En effet, réguler les prix du stationnement dans certaines villes comme Zurich a restreint l'accès en voiture pour certaines populations, mais l'a augmenté pour les individus les plus aisés (Kaufmann, Pflieger, Jemelin, & Barbey, 2007). De même, la mise à disposition d'aménagements en faveur des modes doux peut aboutir à des résultats distincts en fonction des catégories socioprofessionnelles. Ainsi *« L'enquête nationale transports déplacements de 2007-2008 montre [...] que la bicyclette obtient son meilleur score chez les garçons de 11 à 17 ans et les hommes de 65 à 74 ans. La marche est, elle aussi, pratiquée par les plus jeunes et les plus âgés, mais elle est plus féminine. Les inactifs, retraités et étudiants sont les utilisateurs privilégiés des modes doux. Du côté des actifs, l'utilisation du vélo est la plus élevée chez les ouvriers agricoles et les personnels de service aux particuliers. »* (Reigner, 2013).

En plus des difficultés fréquemment rencontrées pour la mise en application des politiques de mobilité urbaine durable, la favorisation du volet économique et les effets de ségrégations sociospatiales, les impacts environnementaux sont souvent mitigés. « *Dans un tel contexte, il n'est malheureusement pas certain que les stratégies de mobilité durable, quels que soient les modèles qui les inspirent, soient à même d'atteindre leurs buts.* » (Kahn & Brenac, 2018). En effet, plusieurs villes ont réussi à réduire les flux des voitures dans leur hypercentre, les rendant ainsi plus apaisés, mais ont en contrepartie engendré un trafic plus dense dans les espaces plus éloignés (périurbains, régionaux...). Cette délocalisation du flux automobile s'accompagne tout naturellement par un transfert des externalités négatives (pollution de l'air, bruit, engorgement...). Alors, comme s'interroge T. Brenac et al (2013) « *Les politiques d'aménagement des centres-villes en faveur des piétons (piétonnisation, piétonnisation partielle, aménagement de "zones de rencontre", etc.), contribuent-elles, dans leur ensemble, à un développement urbain durable ? S'agissant des conséquences environnementales, l'analyse de la littérature scientifique montre que cela reste très incertain.* » (Brenac, Reigner, & Hernandez, 2013).

Finalement, la mise en application de politiques de mobilité urbaine durable ne garantit pas forcément aux aménageurs d'atteindre les objectifs escomptés tant au niveau écologique qu'à celui de la réduction de l'usage de la voiture particulière. Selon H. Reigner, en évoquant le concept de « libre choix modal », certaines politiques de mobilité urbaine durable supposent que les individus ont le choix de leur mode de transport. Or « *nous serions captifs de l'automobile aujourd'hui. Le paradigme du "libre choix" serait obsolète dès lors que le taux d'équipement automobile des ménages atteint 80 % et que l'automobile exercerait un monopole radical par rapport aux autres modes. Un système automobile est à l'œuvre ; la ville et les modes de vie contemporains ont été et sont façonnés par ce système.* ». Alors les politiques de mobilité urbaine durable qui misent sur le libre choix modal ne sont pas très prometteuses. (Reigner, 2013). Souvent, les diverses actions entreprises en faveur d'une mobilité durable n'assurent pas un report modal important de la voiture vers d'autres modes plus durables. En se référant aux travaux de Bonnel (2003) et Gagnière (2012), R.Kahn et T.Brenac (2018) affirment que « *certaines outils symboliques de la mobilité durable, comme les tramways, ne parviennent pas réellement à réduire la part modale de l'automobile à l'échelle de l'agglomération* » (Kahn & Brenac, 2018). Dans le même contexte,

« les bilans des expériences de vélo en libre service montrent que ce transfert de choix modal ne concerne que très marginalement des déplacements précédemment effectués en automobile. Les déplacements en vélo en libre service se substituent principalement à la marche à pied et à des déplacements effectués en transports en commun » (Reigner, 2013).

1.7.A RETENIR

La mobilité urbaine durable est une politique qui découle du concept du développement durable dont les principes ont été repris dans la mobilité à échelle urbaine. Elle se base principalement sur les 3 piliers fondamentaux : environnemental, social et économique. D'après la littérature scientifique, ces concepts restent flous et leurs définitions larges. Les politiques urbaines de mobilité durable souffrent d'une mise en application imprécise, aux effets parfois dommageables, et de résultats difficilement quantifiables, notamment en ce qui concerne les impacts environnementaux (délocalisation de la pollution et difficulté de mesure globale). L'évaluation de la « durabilité » demeure aussi difficile notamment en termes d'impacts sociaux. Bien que les politiques de mobilité urbaine durable partent de la bonne intention de réduire la domination de la voiture en ville et ses externalités négatives, elles arrivent rarement à atteindre leurs buts. Ainsi « *Le caractère faiblement opératoire des politiques de transport et de mobilité durable, et en particulier leur incapacité à engendrer, à l'échelle de l'espace urbain ou de l'agglomération, un report massif des usages de l'automobile vers d'autres modes de déplacement — en dépit des quelques signes de diminution des déplacements automobiles dans le centre des grandes agglomérations — sont interprétés, dans certains travaux, comme découlant de contradictions ou de manques de cohérence.* » (Kahn & Brenac, 2018). Le volet économique semble souvent privilégié au détriment du volet social principalement. Ce dernier souffrirait même des effets négatifs des politiques de développement ou de mobilité durable telles que la ségrégation sociospatiale, qui se traduit par le déplacement des populations les moins aisées en dehors des espaces qui ont subi une inflation de la valeur de l'immobilier à la suite de ces politiques.

Depuis des années, un cadre réglementaire a été construit à différentes échelles de la plus globale (mondiale) à la plus locale (urbaine) pour définir les objectifs du développement durable. Des outils ont été élaborés pour la mise en application des efforts nécessaires pour atteindre leurs finalités. L'intérêt pour la mobilité durable en tant que part entière du développement durable est relativement récent, en particulier à échelle urbaine, datant des années 1990. Cela a engendré des mutations urbaines et des changements profonds de la ville, notamment en termes d'infrastructures et de politiques urbaines. Il paraît alors évident, ou tout du moins logique que la mobilité durable doive se faire de façon

homogène à l'échelle de la totalité d'une agglomération, voire à l'échelle du pays entier, afin de protéger de manière optimale l'environnement ainsi que les populations. Néanmoins, il s'avère qu'à l'heure actuelle, les politiques de mobilité durable semblent se focaliser sur des zones particulières : les centres urbains principalement, mais également d'autres zones vitrines comme les écoquartiers, les technopoles... Par ailleurs, « *les ressources sont inégalement distribuées dans l'espace, et n'exigent pas les mêmes compétences de mobilité dans la vie courante sur l'ensemble du territoire* » (Orfeuil, 2015). Cela signifie que les citoyens ne sont pas égaux vis-à-vis du coût/effort au sens large, à consentir pour l'accès aux ressources de la vie quotidienne, notamment à cause de la disponibilité et de la répartition de ces ressources sur le territoire.

Ce contexte nous conduit alors à nous interroger sur les nouvelles circonstances d'accès des populations aux ressources de la vie quotidienne (commerces, loisirs, écoles...) via les modes doux et leurs disparités au sein des grandes agglomérations.

2. CHAPITRE 2 : L'ERGONOMIE DE L'ESPACE URBAIN, UN CONCEPT OPERATOIRE POUR EVALUER LES CONDITIONS D'ACCES AUX RES- SOURCES EN MOBILITE DURABLE

2.1. Cadre conceptuel de l'ergonomie spatiale

- 2.1.1. Histoire de l'ergonomie et évolution des définitions**
- 2.1.2. Domaines de l'ergonomie**
- 2.1.3. Interventions et objectifs de l'ergonomie**
- 2.1.4. Le concept d'ergonomie en géographie suite aux transferts conceptuels**
- 2.1.5. Cadre conceptuel de l'ergonomie spatiale comme concept fondateur et modèle opératoire**

2.2. Ergonomie spatiale, accessibilité, capacité : des liens étroits, mais des objectifs différents

- 2.2.1. Ergonomie spatiale et accessibilité**
 - 2.2.1.1. existence d'une liaison entre deux points**
 - 2.2.1.2. Moyens de déplacement adaptés à l'utilisateur**
 - 2.2.1.3. Prise en compte des contraintes de l'utilisateur**
- 2.2.2. Ergonomie spatiale et capacité**

2.3. Modélisation territoriale de l'ergonomie d'accès aux ressources

2.4. A retenir

Dans ce chapitre, l'intérêt sera porté sur les concepts fondamentaux de ce projet de recherche. Dans un premier temps nous exposerons le cadre conceptuel de l'ergonomie spatiale en nous concentrerons sur le concept d'ergonomie et ses différentes déclinaisons en géographie. Dans un deuxième temps nous expliciterons la distinction entre l'ergonomie spatiale et l'accessibilité, la capabilité, la motilité, la marchabilité... Finalement nous aboutirons au concept d'ergonomie d'accès.

2.1.CADRE CONCEPTUEL DE L'ERGONOMIE SPATIALE

Rappelons les questionnements de base : les modes doux peuvent-ils se substituer à la voiture dans la vie quotidienne pour accéder aux ressources dont tout un chacun a besoin ? Dans quelles conditions (matérielle et immatérielle) et pour quel coût au sens large, peut-on accéder aux ressources de la vie quotidienne en fonction de sa localisation en modes doux ?

Afin de répondre à ces questionnements soulevés par l'injonction de la mobilité durable en milieu urbain et la préoccupation de l'accès aux ressources du quotidien nous nous sommes appuyés sur le concept d'« ergonomie spatiale » développé par T. Saint-Gérard. , le concept d'ergonomie, ses origines, sa mobilisation en géographie et en urbanisme sont présentés dans cette partie.

2.1.1. HISTOIRE DE L'ERGONOMIE ET EVOLUTION DES DEFINITIONS

L'ergonomie est un domaine/une science à part entière. Le concept d'ergonomie, selon (Fasla, 2013), puise ses sources dans la langue grecque, « ergon » signifiant « travail » et « nomos », « loi ». Ce concept fut exploité pour la première fois en 1857 dans le « précis d'ergonomie » de W.Jastrzebowski, œuvre dans laquelle il fut défini comme étant la science du travail (Jastrzebowski, 2000). L'auteur distingua par ailleurs deux types de travail : le travail « utile », celui qui permet à l'opérateur d'effectuer la tâche qui lui est demandée, et le travail « malfaisant », qui constitue tout l'effort fourni en dehors de la tâche demandée et qui peut avoir un impact sur l'opérateur.

En 1858, J-G. Courcelle-Seneuil fit évoluer le concept. Dans son ouvrage, « traité théorique et pratique d'économie politique », l'ergonomie y fut présentée comme l'art qui recherche les outils généraux d'augmenter la richesse des sociétés et des individus (Courcelle-Seneuil, 1858).

L'intérêt public pour l'ergonomie commença donc au XXe siècle. Il visa d'abord à améliorer les conditions de travail, la sécurité et la santé des travailleurs des mines, puis lors de la Seconde Guerre mondiale (1939-1945), à adapter les moyens technologiques aux besoins des opérateurs.

Le terme d'ergonomie débuta à se généraliser au commencement des années 50 dans le secteur industriel. Une des dates-clés fut 1959, avec la création de « l'Association Internationale d'Ergonomie » à Oxford en Angleterre (Kuorinka, 2000), laquelle, aujourd'hui encore, regroupe une quarantaine d'organisations d'ergonomie à travers le monde. Cinq ans après se déroula la première conférence internationale d'ergonomie à Leningrad durant laquelle fut déclaré que « *l'ergonomie est constituée par un ensemble de disciplines pour l'adaptation du travail à l'homme, la sauvegarde de sa santé et sa sécurité tout en répondant aux critères de productivité* » (Kuorinka, 2000).

Certains auteurs, tels que A. Laville (1976) mirent l'accent sur « *le fonctionnement de l'homme en activité professionnelle (...) les critères d'application s'orientèrent vers le domaine de la protection de la santé physique, morale, psychique et sociale des travailleurs, ainsi que vers celui du développement de leurs capacités professionnelles au cours de leur vie active, dans le cadre d'objectifs de production* » (Laville, 1976). D'autres, tels que M. Montmollin (1986) accordèrent quant à eux une dimension plus grande à l'ergonomie en développant le concept de macro-ergonomie, pour « *comprendre et évaluer l'organisation et les conditions du travail dans leur ensemble* » (Montmollin, 1986).

En 2000, l'association internationale d'ergonomie développa une définition plus systémique de l'ergonomie. Cette dernière fut dès lors estimée comme « *une discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, et la profession qui applique des principes théoriques, des données et des méthodes en vue d'optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes* » (IEA, 2000).

Aujourd'hui, le CNRS voit l'ergonomie comme la science du travail ayant pour objectif l'ajustement du travail à l'homme (amélioration des conditions de travail). L'ergonomie considère, ainsi, tous les aspects du travail : physiologiques, psychologiques, sociaux, facteurs objectifs et subjectifs. Elle a pour finalité une meilleure adaptation du travail à l'homme afin d'aboutir non seulement à la satisfaction des opérateurs, leur confort, leur santé, mais aussi à l'efficacité de leurs conduites opératoires.

2.1.2. DOMAINES DE L'ERGONOMIE

D'après R. Chaït, deux familles d'ergonomie existent : La première dite américaine ou « human factors », plutôt normative et utilisant des connaissances scientifiques pour améliorer l'équipement des opérateurs, les standardiser et créer des banques de données ; et une deuxième, dite Européenne, qui s'intéresse au travail, essaye de l'adapter aux opérateurs et prend en compte la réalité du déroulement du travail et la diversité des situations (Chaït, 2006).

L'IEA (International Ergonomics Association) définit officiellement trois domaines de l'ergonomie :

- Le premier domaine est **l'ergonomie physique** qui se focalise sur la physiologie et l'anatomie de l'Homme. Elle se soucie, entre autres, de la posture de l'opérateur, de la disposition du poste de travail et à la manière de manipuler les objets. Son objectif est alors d'assurer la sécurité et la santé physique des travailleurs.
- Le deuxième domaine est **l'ergonomie cognitive**. Elle étudie les processus mentaux, le raisonnement et les interactions nécessaires pour effectuer un travail. Elle s'intéresse particulièrement à la charge mentale, à la performance des travailleurs et à l'impact des décisions sur les salariés. Elle vise la fiabilité humaine au sein de la société (éviter les burnouts/épuisement professionnel), la bonne santé mentale en réduisant le stress, les relations entre les personnes et les systèmes.
- Le troisième est **l'ergonomie organisationnelle**. Elle a pour objectif principal d'organiser le travail, les processus et les règles du travail. Elle se spécialise donc par son intérêt apporté à l'optimisation des systèmes sociotechniques. En se concernant à l'environnement général du travail. L'ergonomie examine le contexte global de

l'entreprise (son activité, sa méthode de travail, sa composition hiérarchique), l'environnement physique des lieux de travail (leur forme, leurs dimensions, les couleurs utilisées...) et les opérateurs (leurs formations, leurs grades, leurs habitudes...).

L'ergonomie a alors pour but principal de définir les plages de conditions optimales de travail (niveau sonore, charge de travail...) afin de ne pas dépasser la capacité d'ajustement de l'être humain à l'activité qui lui est demandée. Elle s'attache à toutes les dimensions de l'analyse du travail (Fleury, 2009). Selon D. Fleury, 4 ampleurs sont à distinguer :

- **L'analyse du poste de travail**, « *Il s'agit d'adapter l'environnement spatial aux contraintes du travailleur.* ». Cela nécessite l'intervention de divers professionnels (des médecins, des ingénieurs, des psychophysiologistes, des psychologues, des designers...) mobilisant des connaissances différentes (médicale, mécanique...) pour l'adaptation du poste et de l'environnement de travail (atelier, entreprise...) à l'opérateur. L'objectif est d'assurer la meilleure productivité avec le moindre coût au sens large (accidents, maladie...) à la fois pour l'opérateur et pour son entreprise.
- **L'analyse de la tâche et la dimension cognitive de l'activité**. Elle « *distingue différents niveaux selon que cette tâche est prescrite par le concepteur ou qu'elle se fonde sur les buts de l'opérateur. Elle est également décomposée en différentes sous-tâches qui sont analysées en tant que telle. L'analyse de l'activité, quant à elle, s'intéresse aux différentes fonctions en jeu dans la réalisation, y compris les fonctions cognitives.* ». L'ergonome se penche sur la charge de travail pour les différents opérateurs et le désagrège en contraintes et en astreintes, les contraintes étant alors les exigences de l'entreprise et le travail demandé, et les astreintes l'effort d'adaptation ou l'effort réel fourni par le travailleur pour répondre à la tâche qui lui est requise. Un intérêt particulier sera porté aux différents types de charges de travail. Trois genres de charges sont spécifiquement étudiées (Chaït, 2006). La charge prescrite par l'entreprise à savoir les objectifs fixés, la charge réelle induite par l'activité de l'opérateur et la charge ressentie comme le stress. Les tâches évoquant le travail prescrit et les activités qui reflètent le travail effectif accompli sont finement analysées.

- **L'ergonomie des postes de conduite**, « *intègre les caractéristiques de l'activité de l'opérateur, ses représentations du processus de travail, les différentes fonctions en œuvre, et surtout les fonctions cognitives* ». Cette dimension de l'ergonomie s'est démocratisée grâce au secteur informatique et au développement des ordinateurs en tant qu'interface Homme-Machine. C'est une conception d'aides intelligentes qui expliquent l'activité mentale de l'individu qui fera le sujet de l'aide. « *La conception des interfaces [Homme-Machine] devient l'objet de soins particuliers, de dossiers guides, de normalisation.* ».
- **La sécurité au travail** en examinant le déroulement normal des processus, les erreurs de fonctionnement, les accidents et leur environnement. « *Cette dimension de l'analyse fit l'objet de nombreuses discussions en particulier sur l'intérêt d'étudier les accidents eux-mêmes. Ces débats se sont aujourd'hui apaisés et la communauté accorde un intérêt à chacune des approches, l'analyse du fonctionnement normal et celle des accidents (les retours d'expériences, REX).* ». Cette portée de l'ergonomie a permis d'améliorer efficacement la sécurité.

2.1.3. INTERVENTIONS ET OBJECTIFS DE L'ERGONOMIE

Du point de vue de l'entreprise, avoir recours à des études d'ergonomie vise tout d'abord à assurer une productivité satisfaisante pour le moindre coût global. « *L'objectif est d'optimiser à la fois le "bien-être performant" des personnes et l'efficacité globale des systèmes. L'ergonome adopte dès lors une démarche systémique cherchant à analyser les interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, afin d'obtenir de l'individu la meilleure productivité de travail pour le moindre coût global (énergie, temps, argent, effort, stress, exposition au danger). L'analyse se rapproche ainsi des logiques de type économique coût/performance.* » (Saint-Gerand, 2002). Le travailleur n'est alors plus considéré comme une charge pour l'entreprise, mais comme une ressource à préserver dans le but d'exploiter au mieux le potentiel qu'il a avec le minimum de répercussions négatives. Pour l'opérateur, l'ergonomie lui garantit de meilleures conditions de travail pour assurer sa sécurité en réduisant les risques et lui préserve sa santé physique et mentale.

L'ergonomie intervient dans différents domaines tels que l'industrie dans les chaînes de fabrication, l'informatique dans la conception de logiciels spécifiques à chaque utilisation, l'architecture pour le dimensionnement et la répartition des différentes pièces, les transports en s'intéressant entre autres aux postes de conduite... L'approche ergonomique est variable et chaque fois spécifique. Elle dépend de plusieurs facteurs comme la technologie utilisée, l'environnement du travail, le pays...

La figure 1 schématise les différentes interactions à différentes échelles de l'opérateur dans le cadre de réalisation d'un travail (au sens large) et ses impacts sur la productivité et la santé physique et mentale. L'opérateur est ainsi au centre de l'intérêt de l'ergonomie où il est considéré comme une ressource à préserver (santé physique et mentale) afin d'aboutir aux résultats souhaités du processus de travail aux moindres coûts et d'efforts. L'ergonomie peut intervenir à différents moments (conception, évolution, correction...) et à différentes échelles (poste de travail, atelier, entreprise...). Elle est multiscalaire. La micro-ergonomie tend à améliorer le rapport entre l'opérateur et son outil de travail direct tandis que la macro-ergonomie voit le processus de travail dans sa globalité et se focalise sur l'environnement du travail.

Pour les entreprises, le but principal de l'ergonomie est de diminuer les coûts au sens large du travail effectué. Elles visent ainsi à assurer une meilleure productivité, non seulement en adaptant les différentes interfaces aux opérateurs pour plus d'efficacité, mais aussi en réduisant l'écart entre le travail demandé et le travail réalisé effectivement (effort d'adaptation). Leur objectif est également de garantir la sécurité des opérateurs en offrant un environnement de travail sain et confortable, et en mettant en place des dispositifs pour éviter les accidents.

L'ergonomie s'est progressivement étoffée depuis la Deuxième Guerre mondiale. C'est un concept qui est actuellement applicable à de nombreux domaines tels que l'industrie, l'architecture, l'urbanisme, l'informatique...

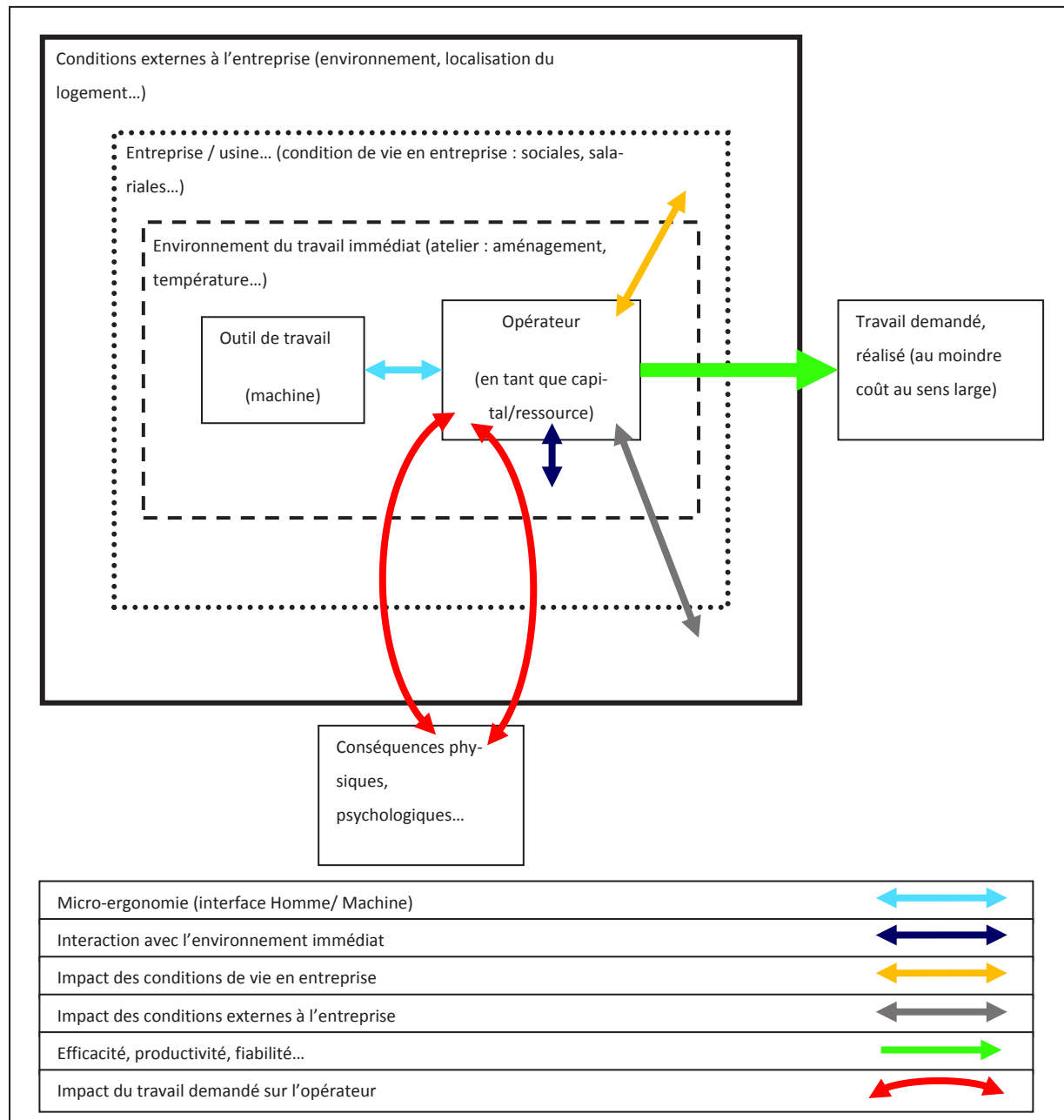


Figure 1 : Schéma récapitulatif du concept d'ergonomie (W.Hached, 2016)

2.1.4. LE CONCEPT D'ERGONOMIE EN GEOGRAPHIE SUITE AUX TRANSFERTS CONCEPTUELS

A l'origine et de façon courante, l'ergonomie se pratique au sein des ateliers, des usines et des entreprises. Elle s'intéresse comme vu précédemment au rapport de l'opérateur avec son outil et son environnement ou bien aux différents processus de travail. Progressivement, l'ergonomie a commencé à s'appliquer à différents processus assimilables à du travail. Des transferts conceptuels ont conduit à son application à différents domaines et en particulier à la géographie.

La ville est considérée comme un système homme-machine (Montmollin, 1967) où la ville est assimilée à une usine et les activités pratiquées en ville à des processus visant la réalisation d'une tâche. Le citoyen devient ainsi l'opérateur.

Plusieurs chercheurs ont essayé d'appliquer l'ergonomie à la ville. Différents concepts sont donc apparus telle que « l'ergonomie spatiale » (Saint-Gerand, 2002), « l'ergonomie urbaine » (J-P. Antoni, 2014), « l'ergonomie de la mobilité quotidienne » (R. Lanteri et G. Ignazi CERTU, 2005), « l'ergonomie au service de l'espace public » (Bouché, 2014), « l'ergonomie de la ville » (S. Lejeune, 2004).

J-P. Antoni présente « *l'ergonomie urbaine* » comme « *l'aménagement d'un espace donné en compatibilité avec les diverses caractéristiques des activités ou des utilisateurs en vue d'un plus grand confort ou d'une plus grande efficacité* » (J-P. Antoni, 2014). L'ergonomie revoit la manière dont les individus « *bougent* » pour effectuer un travail ou une tâche. Elle s'intéresse plus spécifiquement à l'accessibilité, notamment à travers l'étude des distances, des paysages urbains et des risques en ville. L'objectif de ce type d'ergonomie est de maximiser les proximités afin d'améliorer le confort et diminuer les efforts. L'auteur propose une réflexion théorique concernant la mobilité tridimensionnelle dans l'espace urbain en évoquant en particulier les travaux de (Reymond, 1998) se rapportant à la « ville tridiastatique » ou encore les recherches de (Frankhauser, 1994) relatives à l'urbanisme fractal.

Selon une approche plus concrète, « l'ergonomie de la ville » a été abordée dans les débats du Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU), pour évaluer des aménagements urbains existants ou pré-évaluer un projet urbain dès sa conception (Lejeune, 2004). Le CERTU s'appuie sur le postulat stipulant que la ville, et en particulier l'espace public, est comparable à des machines dont les citoyens font usage pour atteindre les buts qu'ils se sont donnés. Parmi les objectifs de l'ergonomie de la ville, on trouve, entre autres, l'amélioration de l'accessibilité, des pratiques et des usages de l'espace urbain. Ce type d'ergonomie met l'Homme au centre de l'espace et de l'aménagement urbain avec lesquels il interagit.

Dans une même approche, d'autres auteurs ou professionnels, tels que G. Bouché, consultant en ergonomie et en conduite de projets architecturaux, se focalisent sur la dimension psychologique de l'espace urbain, les scénarios de vie, l'étude des attentes réelles des gens, la qualité du mobilier urbain (Bouché, 2014).

Plusieurs auteurs ont fait le lien entre l'ergonomie et la géographie, mais c'est T. Saint-Gérard qui fut le premier et de façon la plus globale et systémique qui formalisa le concept d'« ergonomie spatiale ».

2.1.5. CADRE CONCEPTUEL DE L'ERGONOMIE SPATIALE COMME CONCEPT FONDATEUR ET MODELE OPERATOIRE

L'ergonomie d'accès aux ressources, développée dans ce projet de recherche, prend appui sur le concept global d'ergonomie spatiale introduit dans la référence ci-dessous par T. Saint-Gérard en 2002. Pour cet auteur, « *l'ergonomie spatiale est le reflet de l'adéquation de l'espace à sa population, qui se traduit par la facilité que le territoire offre aux citoyens de disposer des ressources dont ils ont besoin au moindre coût/effort/risque* » (Saint-Gérard 2002). Le « coût » est entendu au sens large et recouvre toutes les contraintes liées à la mobilisation des ressources : distance, temps, argent, sécurité, confort. L'ergonomie d'accès a recours à un raisonnement basé sur l'ergonomie classique appliquée à l'espace géographique (figure 2).

Une translation sémantique et un changement de l'échelle conceptuelle ont été proposés par T. Saint-Gérard. L'action de travail est alors assimilée à une action de la vie quotidienne, le travailleur à la population, l'atelier à l'aire de vie quotidienne, les matériaux aux ressources, les outils aux équipements, le processus au comportement sociospatial, l'efficacité à l'adéquation aux besoins urbains.

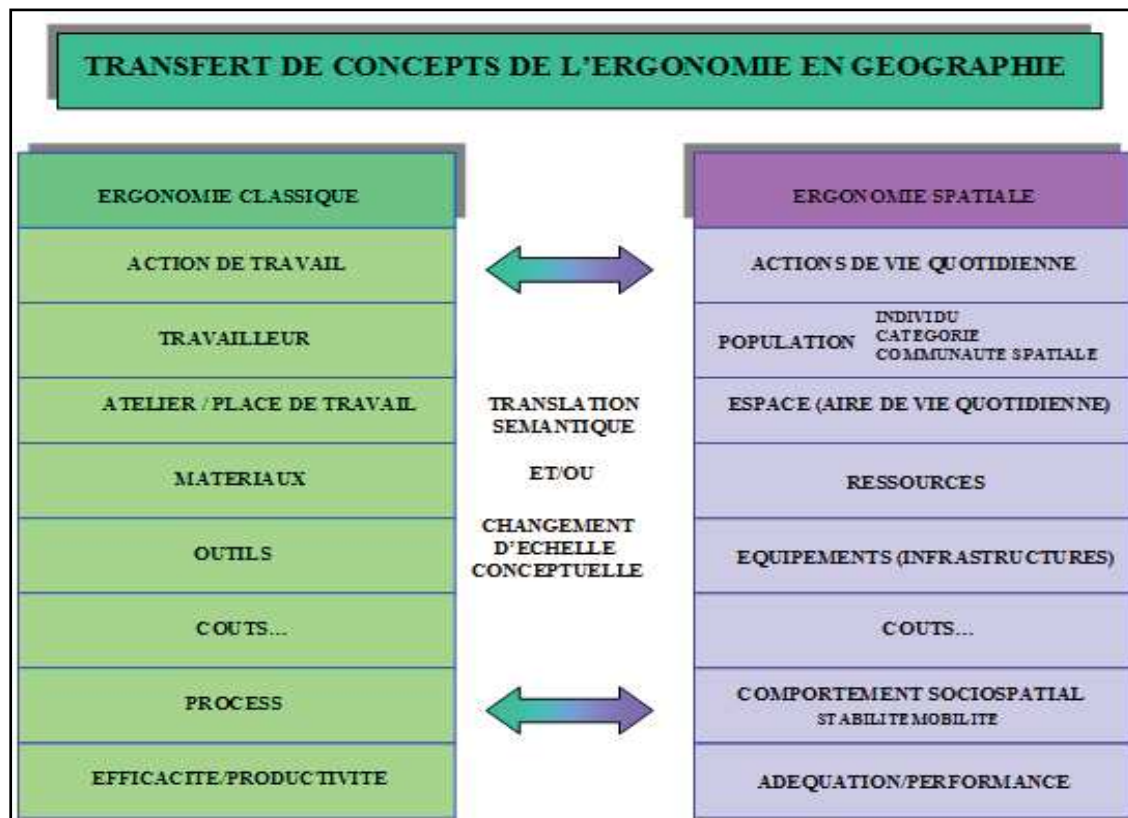


Figure 2 : De l'ergonomie à l'ergonomie spatiale (T. Saint-Gérard, 2001)

Pour donner suite au transfert conceptuel de l'ergonomie à l'ergonomie spatiale, T. Saint-Gérard (2002) a élaboré un schéma systémique et synthétique (figure 3) explicitant les dimensions liées à l'ergonomie spatiale. Le coût au sens large est considéré comme « *un facteur omniprésent dans les relations qui s'instaurent entre une population en quête de ressources et l'espace qui en contingente la disponibilité.* ». La population, les ressources socioéconomiques et l'espace forment une triade d'objets qui sont « *à intégrer dans une structure de données visant à modéliser des phénomènes géographiques sous l'angle ergonomique* ». La localisation spatiale est un facteur majeur conditionnant l'accès de la population aux ressources dont elle a besoin.

Le schéma distingue aussi deux éléments importants : la disponibilité des ressources d'un côté et son accessibilité de l'autre. La disponibilité d'une ressource signifie son existence « *locale ou plus ou moins distante* ». L'accessibilité de la ressource prend en compte les conditions géographiques (distance, infrastructures, modes de transport...) pour se procurer la ressource en question à la suite d'un déplacement physique. L'auteur soulève alors l'hypothèse suivante : « *l'effet de la localisation peut être fortement modulé par le niveau d'accessibilité de l'espace qui augmente plus ou moins le prix de base des ressources selon la dépense nécessaire pour les faire venir (ex. : marchandises) ou, à l'inverse, aller à leur rencontre (emplois).* ».

La disponibilité des ressources joue un rôle considérable dans l'ergonomie spatiale. En effet si une ressource indispensable est absente ou difficilement disponible, cela peut engendrer des réactions importantes : « *l'individu, le groupe, la société, et – l'on peut même dire parfois l'espace tout entier – selon l'expression de D. Rettaillé – "entrent en mouvement". Mouvements de déplacement géographique lorsqu'il s'agit de personnes, de fonctions ou d'activités, mouvements de mutation lorsqu'il s'agit de paysages, de mentalités, de modes et rythmes de vie* ». Ces variations occasionnent alors des actions « *d'optimisation du rapport coût/performance* » à différents niveaux ce qui implique des changements spatiaux variables en fonction de l'échelle des décisions. La contrainte économique s'exerce dans les différents niveaux. Mais, malgré l'importance du critère économique, d'autres éléments sont également pris en compte dans la stratégie spatiale des ménages. On peut citer, à titre d'exemple, des variables immatérielles telles que l'effet d'image sociale.

Tous ces éléments interagissent et interfèrent dans la gestion de l'espace-temps par les usagers. Ils ont aussi un impact indéniable sur le coût au sens large à consentir en fonction de leurs localisations géographiques pour accéder aux ressources.

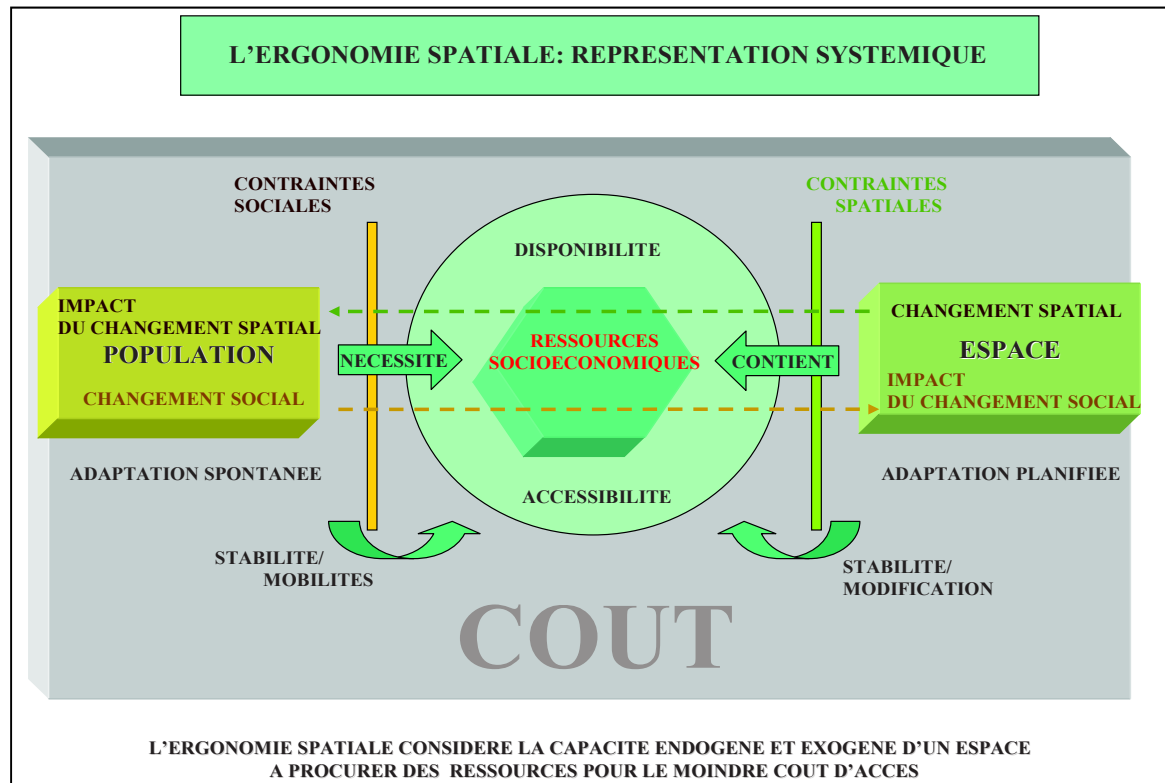


Figure 3 : La triade Espace-Ressources-population : les ressources au centre de l'interaction espace/population. (T. Saint-Gérard, 2001)

Dans ce cadre, l'ergonomie spatiale cherche à comprendre les phénomènes, en ville, dans leur fonctionnement global. Elle vise à construire une logique globale de description (caractéristiques physiques du territoire, distribution des ressources, praticabilité, alternatives...) afin d'établir des mesures multicritères de l'espace en matière de mise à disposition de ressources. Des espaces urbains ergonomiques sont alors des espaces conçus et aménagés pour répondre aux besoins des usagers (de différentes catégories, habitants, entreprises...) en minimisant les efforts tout en maximisant leur confort (Propeck-Zimmermann, Saint-Gérard, Haniotou, Lizard, & Medjkane, 2018). L'étude de l'ergonomie spatiale a aussi pour but de mettre en évidence et à expliciter les inégalités sociospatiales et de contribuer à la connaissance des morphologies fonctionnelles de l'espace urbain.

L'ergonomie spatiale s'intéresse globalement aux conditions de vie des habitants. Elle entretient des liens avec d'autres concepts tels que l'accessibilité, la capabilité. Mais elle cherche à en englober les différents facteurs afin de caractériser l'aptitude de l'espace à faciliter l'appropriation réelle de l'éventail des ressources par l'utilisateur en demande.

Pour résumer, l'idée maîtresse de l'ergonomie spatiale est l'adéquation du territoire/espace à la vie de sa population. Cette adéquation dépend en grande partie de la facilité qu'offre le territoire d'accéder aux ressources dont cette population a besoin. Elle tient en compte des contraintes spatiales, contraintes sociales, de la disponibilité des ressources et de leur accès au moindre coût au sens large. Tous ces éléments sont en interaction et forment un système complexe. L'objectif de l'ergonomie spatiale est alors de minimiser les contraintes pour diminuer les coûts au sens large et de maximiser l'efficacité tout en minimisant l'effort à consentir.

2.2. ERGONOMIE SPATIALE, ACCESSIBILITE, CAPABILITE : DES LIENS ETROITS MAIS DES OBJECTIFS DIFFERENTS

L'étude de l'ergonomie spatiale pose la question de ces liens avec des notions telles que l'accessibilité, la capabilité, la motilité, la marchabilité... L'objectif est ici d'explicitier les liens et les différences entre ces différents concepts.

2.2.1. ERGONOMIE SPATIALE ET ACCESSIBILITE

L'accessibilité est une notion largement utilisée, notamment dans les domaines du transport, de l'urbanisme ou de la géographie. Elle paraît simple jusqu'à ce qu'on essaye de la définir ou de la mesurer. Pour exister formellement, en géographie, « *l'accessibilité ne nécessite, en effet qu'un espace topographique* » (Dumolard, 1999), c'est une mesure d'espacement qui détermine les distances entre différentes entités de l'espace. L'accessibilité peut s'établir comme « *La possibilité, la capacité d'un lieu ou de tout autre chose d'être accessible à un individu ; c'est-à-dire que l'on est en mesure d'atteindre, d'utiliser, de comprendre...* » (Richer & Palmier, 2011) ou encore comme « *la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu [peut] être atteint à partir d'un ou plusieurs autres lieux, par un ou plusieurs individus susceptibles de se déplacer à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existant* » (Chapelon, 2004). Il s'agit donc d'une vaste notion qui induit le caractère accessible de quelque chose ou d'un endroit.

L'étude de l'accessibilité permet notamment d'évaluer la capacité qu'offre le milieu urbain, avec ses différentes composantes et infrastructures pour « *atteindre un lieu dans le but d'y effectuer une activité* » (Richer & Palmier, 2011) ou pour subvenir à un besoin.

Nous avons évoqué l'accessibilité comme étant la caractéristique d'un lieu qu'un individu peut atteindre. Cependant, pour qu'un endroit soit considéré comme effectivement accessible, plusieurs conditions doivent être réunies. Ces conditions peuvent alors être étudiées afin de réaliser une évaluation de l'accessibilité des lieux, notamment dans un espace urbain.

2.2.1.1. EXISTANCE D'UNE LIAISON ENTRE DEUX POINTS

Tout d'abord, un point de départ ainsi qu'un point d'arrivée doivent exister, ce dernier correspondant à la destination ou à la ressource que l'individu souhaite atteindre.

Pour que l'individu puisse se rendre de son point de départ à sa destination, il faut alors qu'une liaison existe et assure « *un franchissement spatial entre deux points répondant au motif du déplacement de la personne* » (Cerema, 2015). Se retrouvent ici les voies de circulation : les routes, les aménagements cyclables, les voies de chemin de fer... Le cheminement du point de départ au point d'arrivée peut cependant faire face à des obstacles infranchissables : rivières sans pont, absence de franchissement, d'une voie de chemin de fer ou d'une route importante. Les modes doux non motorisés sont les plus sensibles aux effets de coupure. Les cyclistes et « *les piétons dans leur ensemble apparaissent comme les premières victimes des effets de coupure. Peu mobiles, ils sont contraints d'effectuer des détours ou de franchir des passages dénivelés* » (Héran, 2011).

2.2.1.2. MOYENS DE DEPLACEMENTS ADAPTES A L'USAGER

L'individu, pour se rendre à sa destination, doit également pouvoir se déplacer par des moyens adaptés, aussi bien à lui-même, mais également au milieu dans lequel il se trouve : marche, vélo, transports en commun, voiture... Cette condition dépend alors de paramètres variés, comme l'existence et la qualité des infrastructures de transport (fréquence de passage, sécurité, horaires de fonctionnement...) et leurs correspondances aux capacités de l'utilisateur en termes de temps, de distance, de coût, de qualité, d'aménagements pour les personnes à mobilité réduite (PMR), de ses capacités physiques (âge, handicap...) et de ses moyens financiers. Ainsi, « *Accessibility can be measured by evaluating the area individuals can potentially reach within their time and mobility limits, or their (PPA) Potential Path Area* » (Weber & Kwan, 2003). La « *qualité de service de l'offre de transport et l'appréhension de la chaîne complète de déplacement d'un usager* » (Baptiste, 2003) font partie intégrante de l'évaluation de l'accessibilité. Cette évaluation « *traduis également la pénibilité du déplacement, la difficulté de la mise en relation appréhendée le plus souvent par la mesure des contraintes spatio-temporelles* » (Chapelon, 2004).

2.2.1.3. PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES DE L'USAGER

Enfin, l'accessibilité d'un lieu dépend de la capacité de l'utilisateur à supporter les contraintes des trajets offerts par les réseaux urbains (capacité physique, effort fourni, distance, durée...) et sa capacité « *d'atteindre les biens, les services et les activités désirés par un individu* » (Cerema, 2015).

En considérant tous ces éléments, nous pouvons dès lors remarquer que l'accessibilité peut subir une variation à un même endroit donné. En effet, elle dépend tout d'abord de l'individu, de ses exigences, de ses propres contraintes (en termes de capacités physiques et intellectuelles et de son emploi du temps...) qui peuvent ne pas correspondre ou ne pas être compatibles avec la ressource visée (par exemple à ses horaires d'ouverture), aboutissant de ce fait à une perte d'accessibilité. « *En complément, il convient d'intégrer une composante temporelle dans l'interprétation de l'accessibilité, puisque celle-ci est influencée par les temps d'ouverture qui régissent l'accès aux biens et aux services à différents moments de la journée, par le temps que les individus accordent à ces activités et par la qualité du système de transport en fonction des moments de la journée (période de pointe, période creuse, soirée...).* » (Cerema, 2015).

Par ailleurs, l'accessibilité dépend également des variations du système d'infrastructure de liaison (tunnel ou pont fermé, absence d'éclairage la nuit pour un piéton...) et des contraintes posées par les moyens de transport utilisés (horaires TC, absence d'offre de stationnement...). « *Il y a particularisation parce qu'au lieu d'être une mesure éternellement vraie (la distance euclidienne entre a et b sera toujours la même), l'accessibilité résulte de la conjonction d'éléments modifiables dans le temps et l'espace. Elle implique en effet : un opérateur de déplacement (caractérisé par une vitesse et une dépense d'énergie) ; une infrastructure de déplacement (infrastructure sophistiquée ou simples sentiers) ; une connaissance de l'ailleurs à atteindre et du trajet pour ce faire. Chaque mode de déplacement a ses propriétés (un opérateur, un graphe, une vitesse, un coût). Son accessibilité peut donc être modifiée en changeant l'opérateur ou le réseau ou le moment du déplacement* » (Dumolard, 1999).

L'accessibilité est un domaine vaste. La littérature, qui propose une approche globale de l'histoire, des définitions, des mesures de l'accessibilité et des applications pratiques, est abondante. Cependant, 4 catégories de mesures d'accessibilité ont été dégagées (Geurs & Van Wee, 2004 ; Salze, et al., 2011) :

1. **Mesures basées sur les infrastructures (Infrastructure-based)** : Ce type de mesure est utilisé principalement pour la planification de réseaux de transports. Son but est d'évaluer l'efficacité des réseaux de transport par des simulations ou des observations. Pour cela, les études prennent souvent en compte des indicateurs tels que « le degré de congestion », « vitesse moyenne sur le réseau »...
2. **Mesures basées sur la localisation (location-based)** : Ces mesures sont souvent utilisées dans les domaines de l'urbanisme et la géographie. Ils prennent en compte disponibilité et la répartition spatiale des aménités sur un territoire donné telle que le nombre de boulangeries accessibles en 20 minutes. D'autres paramètres plus compliqués peuvent être aussi pris en compte tels que les caractéristiques des activités proposées par les aménités ou la prise en compte de la concurrence entre les différentes ressources.
3. **Mesures basées sur la personne (person-based)** : Souvent utilisée dans la géographie espace-temps (space-time geography), elle s'intéresse l'évaluation de l'accessibilité spatio-temporelle au niveau individuel, tel que « les activités auxquelles un individu peut participer à un moment donné ». Ce type de mesure se base sur les travaux de Hägerstrand (1970). Elles évaluent les limites de la liberté d'action d'un individu selon, par exemple, sa localisation, la durée de l'activité à effectuer, le budget temps-déplacements, la vitesse permise par le système de transport en place.
4. **Mesures basées sur les utilités (utility-based)** : utilisée souvent dans les études économiques, elle évalue la capacité d'un individu ou d'un groupe d'individus d'effectuer un maximum d'activité d'un programme donné. Elle analyse aussi les bénéfices (économiques) que les individus gagnent en accédant aux activités distribuées sur le territoire.

En fonction de son objectif, chacune des 4 catégories des mesures de l'accessibilité s'intéresse particulièrement à des composantes bien définies de l'accessibilité, mais en ignore d'autres. K.Geurs et B. Van Wess proposent un tableau comparatif entre les différentes catégories de mesures d'accessibilité en fonction des indicateurs qu'elles prennent en compte (tableau 1) :

Tableau 1 : Perspectives on accessibility and components (Geurs & Van Wee, 2004)

	Transport component	Land-use Component	Temporal component	Individual component
Infratructure-based measures	Travelling speed; Vehicule-hours lost in congestion		Peak-hour period; 24-hr period	Trip-based stratification, e.g. home-to-work, business
Location-based measures	Travel time and/or costs between locations of activities	Amount and spatial distribution of the demand for and/or supply of opportunities	Travel time and costs may differ, e.g. between hours of the day, between days of the week, or seasons	Stratification of the population (e.g. by income, educational level)
Person-based measures	Travel time between locations of activities	Amount and spatial distribution of supplied opportunities	Temporal constraints for activities and time available for activities	Accessibility is analyzed at individual level
Utility-based measures	Travel costs between locations of activities	Amount and spatial distribution of supplied opportunities	Travel time and costs may differ, e.g. between hours of the day, between hours of the days of the week, or seasons	Utility is derived at the individual or homogeneous population group level

Pour résumer, le concept d'ergonomie spatiale et celui de l'accessibilité présentent des liens et des similitudes. L'accessibilité dans ses sens les plus larges considère la plus ou moins grande facilité pour les habitants d'un territoire à réaliser des activités (Huriot & Perreur, 1994 ; Conesa & L'Hostis, 2010). Cependant, malgré des similitudes probables dans les méthodes et les données utilisées, les objectifs de l'ergonomie et de l'accessibilité sont différents. D'un côté, l'ergonomie considère le territoire comme un système complexe où des interactions multiples existent. L'objectif est alors de comprendre le fonctionnement global du territoire à travers différents éléments : l'agencement de son potentiel de ressources et sa capacité à répondre aux perturbations... De l'autre côté, l'accessibilité s'intéresse à un aspect bien particulier du fonctionnement du territoire, celui des déplacements et des transports. Si, des éléments comme les emplois du temps individuels (Fosset, et al., 2016) ou les risques d'accident (Cui & Levinson, 2018) sont pris en compte dans les

études d'accessibilité, les implications systémiques à l'échelle du territoire ne sont généralement pas envisagées.

2.2.2. ERGONOMIE SPATIALE ET CAPABILITE

Des concepts tels que la capabilité²¹, la motilité, la marchabilité²² et la cyclabilité ont aussi des connexions avec l'ergonomie. La capabilité (en géographie) est considérée dans ce sens comme la capacité (au sens large : physique, psychologique, cognitive, culturelle...) d'un individu ou d'un groupe d'individus à accéder à un lieu qui correspondant à ces besoins. En effet, un individu peut avoir à disposition des ressources (cinéma, théâtre...), mais il n'en profite pas, car ces ressources ne correspondent pas à ces besoins ou elles ne tiennent pas compte de ces capacités (par exemple, pour un individu en fauteuil roulant un commerce non aménagé pour accueillir des personnes à mobilité réduite). Vincent Kaufmann considère que « *Chaque acteur dispose d'un potentiel de mobilité, prémices du mouvement, qu'il peut transformer ou non en mouvement au gré des envies et des circonstances. Ce potentiel peut d'ailleurs ne pas être fortement lié à la mobilité...* ». Il introduit alors le concept de motilité qu'il définit comme « *la capacité d'une personne ou d'un groupe à être mobile, spatialement et virtuellement.* » (Kaufmann, 2007). La marchabilité et la cyclabilité sont le potentiel piétonnier/cyclable d'un territoire. Ils reflètent la capacité d'un endroit à faciliter l'accès à pied ou à vélo. La notion de marchabilité est apparue au début des années 2000 quand « *des chercheurs américains commencent à s'intéresser à ce qu'ils ont appelé la "marchabilité" des cités, leur potentiel piétonnier. [...] En Europe du Nord où l'usage du vélo est courant, des recherches ont été faites sur la "cyclabilité".* » (Miserey, 2013). Le potentiel piétonnier (ou cyclable) d'un endroit est déterminé par 5 principaux éléments : la densité d'habitations, la diversité des activités, la bonne localisation des activités, le design urbain et la localisation des transports en commun (Vivre en Ville, 2019). Il peut être évalué à diffé-

²¹ « *La notion de capabilité apparaît pour la première fois dans une conférence donnée par [Amartya] Sen à l'université Stanford en mai 1979. Il commence par critiquer trois conceptions de l'égalité [...] puis en propose une autre en partant du constat : "qu'il manque à tous ces cadres d'analyse (...) une notion de "capabilités de base" : la capacité d'une personne à faire certaines choses de base"* » (Bénicourt, 2007).

²² Traduction du terme anglais : walkability

²³ « *Ils ont mis au point plusieurs méthodes de calcul dont trois sont désormais reconnues au niveau international, le PEDS (Pedestrian Environment Data Scan), le Spaces (Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan) et l'IMI (Irvine-Minnesota Inventory).* »

rentes échelles, celle de la parcelle²⁴, de la rue ou de l'unité de voisinage²⁵ et celle du quartier²⁶.

Comme l'accessibilité, les concepts de capabilité, de motilité, de marchabilité ou de cyclabilité, s'intéressent à un aspect particulier du fonctionnement du territoire or l'ergonomie a pour but de comprendre le fonctionnement global du territoire pour répondre aux besoins de ses occupants au moindre coût au sens large.

²⁴ « L'évaluation s'attardera à l'accessibilité du bâtiment en prenant en compte, notamment, les allées reliant le trottoir au bâtiment, la localisation des entrées et la présence ou non d'équipements favorables aux piétons (rampes d'accès, bancs, etc.). » (Vivre en Ville, 2019).

²⁵ « L'évaluation considérera d'autres éléments concernant les infrastructures et leurs usagers (trottoirs et traverses piétonnes, largeur de la chaussée, débit de la circulation et vitesse des automobilistes). » (Vivre en Ville, 2019).

²⁶ « L'accessibilité aux différentes activités et la connectivité des rues feront partie de l'évaluation. » (Vivre en Ville, 2019)..

2.3. MODELISATION TERRITORIALE DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RES-SOURCES

Accéder aux ressources est l'une des problématiques qui se posent quotidiennement à tout citoyen, et ce quels que soient sa localisation, ses revenus, ses besoins ou ses moyens de transport. Dans le cadre de cette étude et afin de déterminer si le système urbain dans sa globalité permet aux modes actifs de se substituer à la voiture dans la vie de tous les jours, en fonction de sa localisation, l'approche par l'accessibilité et les notions qui lui sont voisines (capabilité, marchabilité...) semble avoir des limites. Nous tentons alors une approche différente et plus systémique basée sur l'ergonomie d'accès.

L'ergonomie d'accès aux ressources ne peut exister sans que la condition d'accessibilité soit validée. L'accessibilité est entendue, dans cette étude, comme le potentiel de déplacement c'est-à-dire la plus ou moins grande facilité avec laquelle un lieu peut être atteint à partir d'un ou plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou parties des moyens de transport existants (Huriot & Perreur, 1994 ; Bavoux, Beaucire, Chapelon, & Zembri, 2005). L'ergonomie va cependant au-delà des critères d'accessibilité. Son évaluation ne se limite pas à la capacité à atteindre un type de ressources, mais englobe l'étude du territoire en tant que système complexe avec entre autres, les conditions d'accès aux ressources dont la population a besoin, selon différents modes de déplacement et selon l'offre en ressources sur le territoire (Propeck-Zimmermann, Saint-Gérard, Haniotou, Liziard, & Medjkane, 2018). Une ressource ergonomiquement accessible doit correspondre aux besoins du citoyen, être localisée à moindre distance, offrir une liaison efficace, au moindre coût, dans des conditions confortables et un environnement de qualité.

L'ergonomie d'accès aux ressources (au cœur de cette recherche) résulte d'une application du concept d'ergonomie spatiale à l'accès par la population aux ressources du quotidien. Le but est de répondre à la question centrale (figure 4) : dans quelles conditions la population peut-elle s'approprier les ressources dont elle a besoin là où elle est localisée dans l'espace ? Les demandes/besoins des populations et acteurs du territoire sont mises en rapport avec le potentiel de ressources. La structure du territoire influe sur les conditions d'accès aux ressources de proximité ; la plasticité du territoire détermine les alternatives de ressources et d'accès dans un rayon d'action acceptable ; ces deux ensembles de critères

complémentaires interfèrent avec les demandes/besoins des populations et acteurs et le potentiel de ressources pour former le potentiel local de mobilisation.

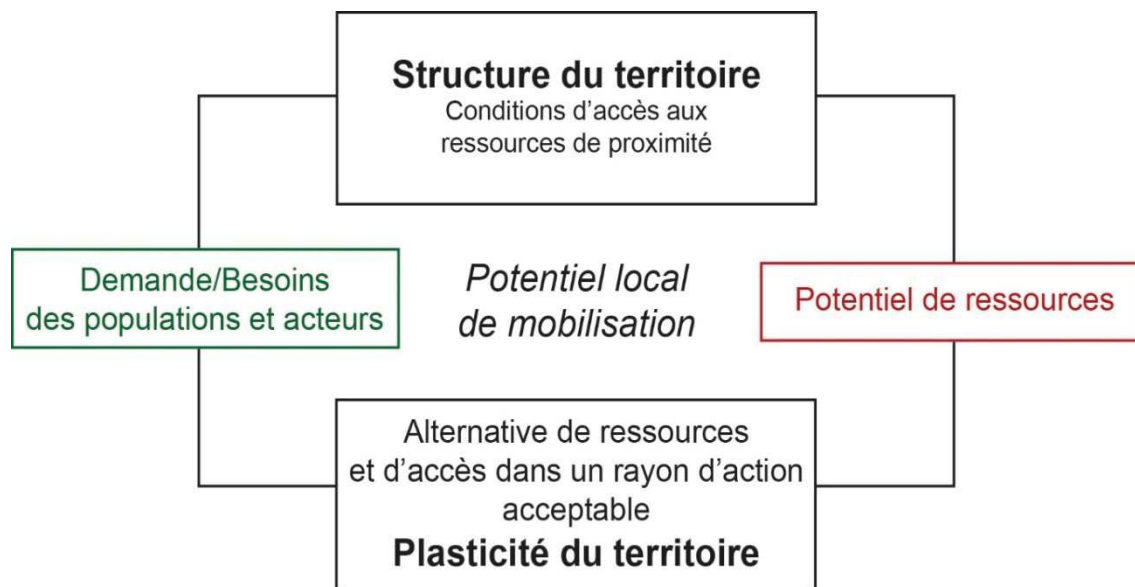


Figure 4 : Modèle général de l'ergonomie d'accès

L'ergonomie d'accès aux ressources s'attache à la distribution des ressources dans la ville, aux déplacements en milieu urbain, aux conditions d'accès aux ressources de proximité comme des alternatives offertes par le territoire. L'ergonomie d'accès considère ainsi les conditions matérielles (infrastructures, ressources, distances...) et immatérielles (trame bleue, trame verte...) du déplacement de la population pour accéder, dans un temps raisonnable, aux ressources dont elle a besoin dans la vie quotidienne au moindre coût/effort/risque. Elle souligne l'importance d'un espace urbain de qualité pour l'accès aux ressources et rappelle en ce sens la démarche HQE²⁷ en architecture qui vise à améliorer le confort et la santé des usagers d'un bâtiment tout en limitant son impact sur l'environnement.

²⁷ Cette démarche comporte 14 cibles relatives à l'écoconstruction, l'éco-gestion, le confort et la santé. Parmi les cibles on cite, à titre d'exemple, le confort hygrothermique, le confort acoustique, le confort visuel, le confort olfactif, la qualité de l'air, la qualité de l'eau et la qualité des espaces.

L'ergonomie d'accès aux ressources s'intéresse ainsi à la qualité « agréable » d'un espace urbain dans le cadre de la mobilité durable, elle s'attache autant aux conditions matérielles et physiques du système de mobilité (infrastructures, ressources, distances...), qu'aux variables plus immatérielles de l'espace urbain (paysage, environnement sécuritaire...), aux accidents et au coût monétaire.

2.4.A RETENIR

Il existe en géographie différentes notions d'ergonomie. Celles-ci sont généralement le fruit de transferts conceptuels à partir de la notion d'ergonomie prise dans son sens premier. L'objectif commun entre les différentes notions d'ergonomie en géographie est la prise en considération de l'échelle humaine, l'Homme devenant ainsi un élément parmi les éléments majeurs de la conception urbaine. Les buts principaux sont alors de réduire les coûts et les efforts des citoyens, dans l'accomplissement de leurs tâches quotidiennes, l'ergonomie est multiscalaire et peut étudier différentes démarches pour la réalisation d'une tâche en ville tout en se focalisant sur les interactions des citoyens avec leur environnement (physique, psychologique...).

L'idée maîtresse de l'ergonomie spatiale est l'adéquation du territoire/espace à la vie de sa population. Cette adéquation dépend en grande partie de l'existence et de la disponibilité des ressources nécessaires à cette population qu'offre le territoire. L'ergonomie spatiale tient compte des contraintes spatiales, et sociales, de la disponibilité des ressources ainsi que de leur accès au moindre coût au sens large. Tous ces éléments sont en interaction, formant de ce fait un système. L'objectif de l'ergonomie spatiale est alors de minimiser les contraintes pour diminuer les coûts et de maximiser l'efficacité tout en minimisant l'effort à consentir. Ainsi, l'ergonomie d'accès est considérée comme le potentiel d'un territoire de permettre à sa population d'accéder aux ressources dont elle a besoin au moindre coût/effort en prenant en compte la disponibilité des ressources et les conditions pour y accéder.

Dans le cadre des politiques de mobilité durable, l'ergonomie spatiale peut contribuer à produire des outils de diagnostic pour améliorer les connaissances des morphologies fonctionnelles de l'environnement urbain, des inégalités sociospatiales et *in fine* apporter une aide pour définir les opérations et aménagements adaptés à un niveau local. L'ergonomie d'accès constitue en fait, une première étape, et une entrée parmi d'autres, de la mise en application du concept d'ergonomie spatiale. L'objectif de ce travail de recherche sera alors de développer une méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne par la population en chaque point de l'espace.

3. CHAPITRE 3 : DEVELOPPEMENT ET CONCRETISATION D'UNE DEMARCHE D'EVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESOURCES

3.1. Démarche méthodologique et hypothèses de travail

3.2. Indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès et sa déclinaison à différents niveaux d'informations

3.2.1. Mise en œuvre de deux approches conjointes

3.2.1.1. Diagnostic d'ensemble

3.2.1.2. Approche locale détaillée

3.3. Concrétisation de la démarche au sein d'un SIG

3.3.1. Choix des ressources de la vie quotidienne

3.3.2. élaboration d'une base de données géo-localisées

3.3.3. Calcul des itinéraires

3.3.4. Indicateurs d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources et leur calcul

3.3.5. Scores et indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès

3.4. A retenir

Le développement d'une méthode d'analyse et d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne est une approche exploratoire et expérimentale qui ouvre une piste pour appréhender la complexité qui prévaut sur le terrain dans l'exercice de la vie quotidienne. L'étude, menée dans le cadre de cette thèse, a cependant nécessité dans un premier temps de faire des choix fondamentaux pour simplifier la démarche, choix qui devront bien évidemment être pris en considération lors de l'évaluation de ces premiers résultats.

3.1. DEMARCHE METHODOLOGIQUE ET HYPOTHESES DE TRAVAIL

La localisation géographique est d'évidence une donnée essentielle conditionnant l'accès aux ressources de toute population. La localisation géographique est une donnée essentielle conditionnant l'accès aux ressources de toute population. L'ergonomie considère ainsi les conditions d'accès aux ressources au moindre coût/effort qu'offre un territoire à ses occupants à l'endroit où ils vivent (Propeck-Zimmermann, Saint-Gérard, Haniotou, Lizard, & Medjkane, 2018).

Un niveau d'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne peut être évalué en s'appuyant sur deux ensembles de critères complémentaires (figure 5) :

1. La répartition spatiale des ressources et les conditions d'accès aux ressources de proximité, dans le sens courant où la proximité évoque le voisinage, la contiguïté, la faible distance (Huriot & Perreur, 1998). L'ergonomie d'accès est conditionnée par la répartition spatiale des ressources et par les moyens d'y accéder et donc par la structure du territoire.
2. Les alternatives de ressources et d'accès dans un rayon d'action acceptable. Il s'agit d'un potentiel de choix de ressources et de modes d'accès alternatifs considérés comme de « *proches substituts, c'est-à-dire qui sont capables de satisfaire un même besoin* » (Huriot & Perreur, 1998). L'ergonomie d'accès est ici conditionnée par la notion de ductilité/plasticité de l'espace, ou « Plastic space » (Wood, 1978).

Les ressources de la vie quotidienne sont visées par cette étude en considérant qu'elles correspondent à un besoin universel²⁸. L'ergonomie d'accès est alors étudiée pour évaluer l'accès des citoyens aux commerces, aux écoles, aux loisirs, aux services de santé aux services publics.

Les caractéristiques sociales des populations doivent être intégrées dans le modèle, elles jouent également un rôle important pour évaluer les besoins (ou demandes) et la capacité des individus à accéder et à s'approprier ces ressources en fonction de leur situation (âge moyen, mode de vie, revenus...). Les caractéristiques de la population sont prises en compte dans un deuxième temps.

Le niveau d'ergonomie d'accès évalue la plus ou moins grande capacité à minimiser les coûts (au sens large) d'appropriation des ressources dont la population a besoin au quotidien.

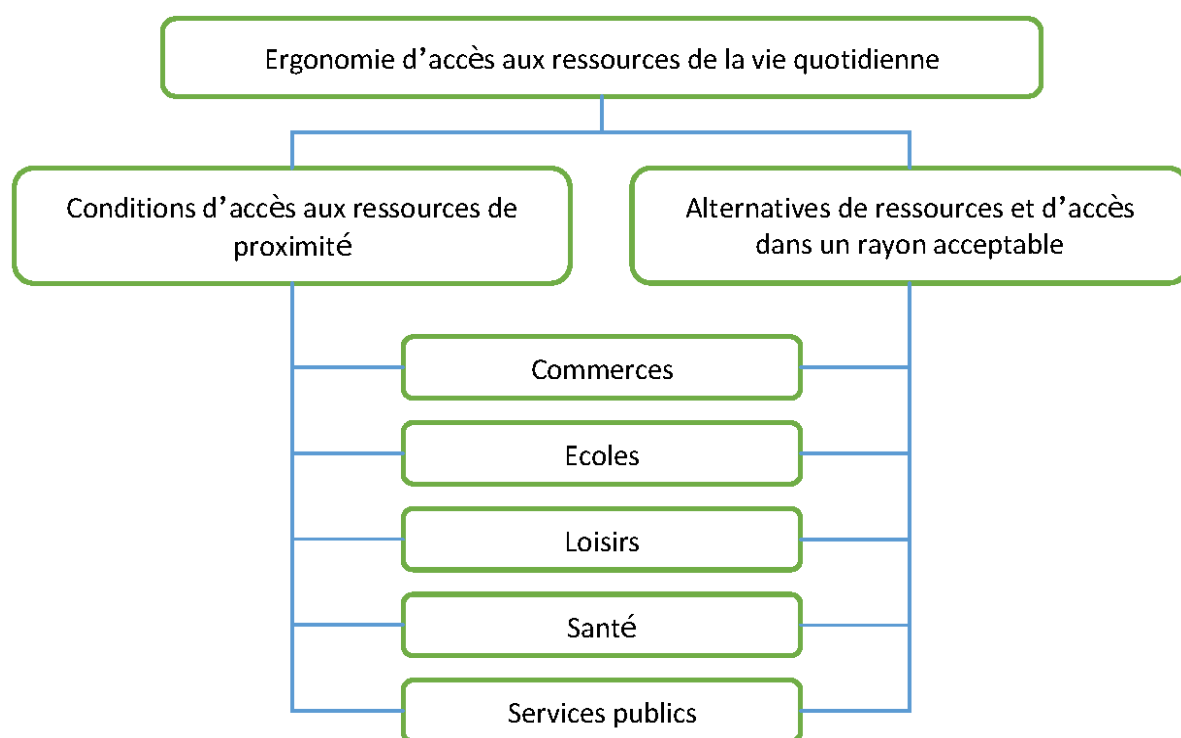


Figure 5 : Indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès

²⁸ Le terme de ressources (équipements et services) est ici privilégié à celui d'aménités.

Bien que l'accès aux ressources puisse concerner différentes catégories d'acteurs, nous nous sommes intéressés uniquement à l'accès des personnes aux ressources dont elles ont besoin au quotidien.

De nos jours, grâce au développement d'internet, des offres proposent de faire parvenir les ressources (services, marchandises...) jusqu'à l'habitant ou jusqu'à un point de retrait. Ce type d'offre, en progression, mais encore peu exploité, bien qu'il puisse répondre à certains besoins quotidiens n'a pas été pris en compte. Par ailleurs, seul un éventail standard d'équipements et de services a été considéré. Les commerces d'habillement ou d'esthétique notamment n'ont par exemple pas été pris en compte.

Les différentes populations, de catégories sociales ou professionnelles distinctes, peuvent avoir des besoins ou des demandes en ressources différents. En outre, le niveau de recours (quotidien, hebdomadaire...) peut sensiblement changer d'une catégorie à une autre. La sélection des ressources de la vie quotidienne dans cette étude fait abstraction de ces différences dans la mesure où elle est censée correspondre à la plupart des habitants du territoire. Or l'âge de la personne, son état de santé ou ses handicaps ont un impact sur ses capacités de déplacements quotidiens. Cela est particulièrement vrai pour les déplacements réalisés en modes doux : les vitesses des déplacements réalisés par ces modes peuvent particulièrement varier en fonction de l'âge, tandis que l'accessibilité peut être compromise en cas de handicap et d'absence d'aménagement adapté. Ainsi, nous considérons — momentanément — dans cette recherche que les individus étudiés sont adultes, en bonne santé et sans handicaps. Les spécificités propres aux catégories âgées, appelées à être d'ailleurs de plus en plus nombreuses, seront introduites ultérieurement. Nous supposons évidemment que les ressources étudiées sont disponibles et prenons donc en compte les déplacements en journée et en un jour de la semaine.

Nous supposons aussi que les citoyens effectuent un déplacement à partir d'un point de départ (lieu d'habitation) pour atteindre une seule ressource à la fois. Les programmes d'activités cumulant plusieurs ressources à la fois, bien qu'ils constituent souvent le quotidien des ménages, n'ont pas été pris en compte pour l'instant. Ils nécessiteraient un développement de modèle de déplacement dépassant les contraintes de délai présidant à cette recherche. Cependant, un indicateur de dispersion des ressources a été pris en compte

pour remédier partiellement à cette limitation, traduisant le fait que les ressources les plus regroupées améliorent l'ergonomie d'accès et que les ressources les plus dispersées la détériorent.

Nous supposons aussi que les déplacements des citoyens s'effectuent d'une manière logique, réfléchie et qui privilégie le moindre effort (Lynch, 1960). Les itinéraires étudiés sont alors les plus courts chemins pour accéder aux ressources les plus proches. Ces itinéraires sont étudiés dans le sens de recherche des ressources à partir des points de départ en supposant que le chemin de retour est identique à celui de l'aller.

Les modes de déplacements étudiés sont les modes doux (ou modes actifs tels que la marche et le vélo classique). Ils ont bénéficié d'aménagements spécifiques dans les villes. (D'autres modes doux, non motorisés existent tels que les trottinettes, les rollers, les vélos à assistance électrique...) Les trottinettes et les vélos à assistance électrique peuvent avoir un impact sur l'ergonomie d'accès, en particulier sur les temps d'accès. Malgré le fait que leur usage se développe rapidement aujourd'hui, cette pratique récente reste pour le moment difficile à estimer. S'il s'avère que ce travail ne les prend pas en compte, la méthode développée ici pourra être toutefois facilement adaptée à ces autres modes de déplacement en adaptant, entre autres, les vitesses de déplacements prises en compte.

3.2. INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE D'ACCES ET SA DECLINAISON A DIFFERENTS NIVEAUX D'INFORMATIONS

En considérant le cadre de l'étude prédéfini, la démarche consiste à calculer un indicateur synthétique en chaque point de l'espace, selon différents modes (à pied et à vélo comparativement à la voiture), à partir de critères appliqués aux deux ensembles ci-dessus (proximité et alternatives). L'indicateur synthétique mis en perspective avec les aménagements de la mobilité durable et les types d'environnements sociospatiaux permet d'évaluer l'impact de la politique de mobilité durable sur les potentialités d'accès aux ressources et de caractériser les disparités sociospatiales.

3.2.1. MISE EN ŒUVRE DE DEUX APPROCHES CONJOINTES

Afin d'étudier l'ergonomie d'accès, deux approches, différentes, mais complémentaires, ont été développées en parallèle.

1. La première approche est globale et vise à dresser un diagnostic d'ensemble et une vision à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg de l'ergonomie d'accès. Elle a été développée dans le cadre du projet de l'Agence Nationale de Recherche (ANR) portant sur les Risques Emergents de la mobilité Durable (RED).
2. La deuxième méthode développée dans cette thèse est plus détaillée. Elle se fonde sur les itinéraires et prend en compte davantage de critères, mais sur un nombre limité de zones tests.

3.2.1.1. DIAGNOSTIC D'ENSEMBLE

L'approche globale à l'échelle de l'Eurométropole (extrait du rapport ANR RED) consiste à calculer un indicateur synthétique en chaque point de l'espace à partir de mailles de 200 m x 200 m (maillage INSEE). Comme indiqué dans la figure 6, à partir du centroïde de chaque maille (ici en carré noir) et pour chaque mode de déplacement (à pied, à vélo ou en voiture) est calculée une zone (isochrone) accessible pour différents pas de temps (en 5, 10

ou 20 minutes de distance réseau)²⁹, définissant alors des polygones appelés zones de desserte.

Un indicateur de potentiel de ressources (les ressources retenues sont expliquées section 3.3.1, page 124) est évalué par deux critères : le nombre de ressources (représentées ici en points gris) et leur diversité au sein de la zone de desserte (isochrone).

L'indicateur des conditions d'accès aux ressources de proximité intègre trois critères : la zone de desserte (surface de l'isochrone de chaque mode, plus ou moins vaste selon le maillage et les caractéristiques du réseau), la sécurité (nombre d'accidents) et le confort (part des voies favorables à un mode de déplacement donné : zone piétonne, zone de rencontre, zone 30, piste cyclable...).

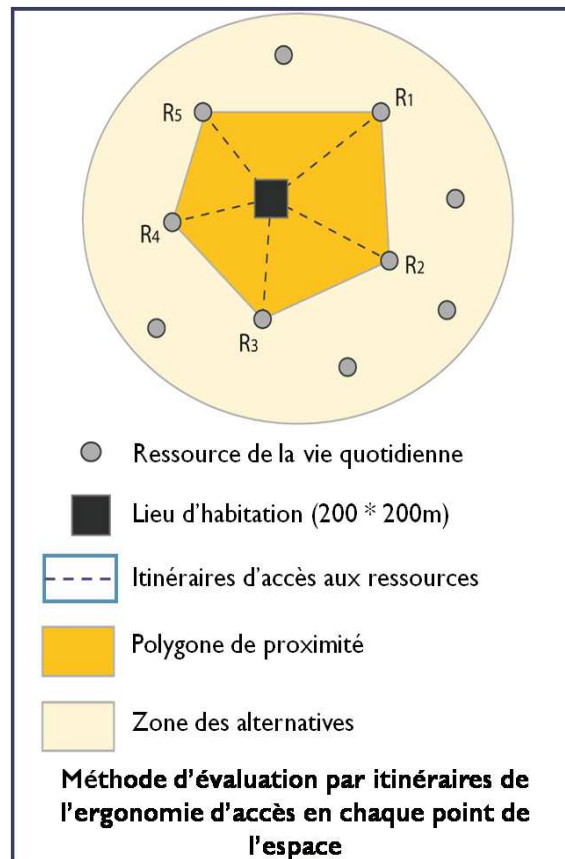
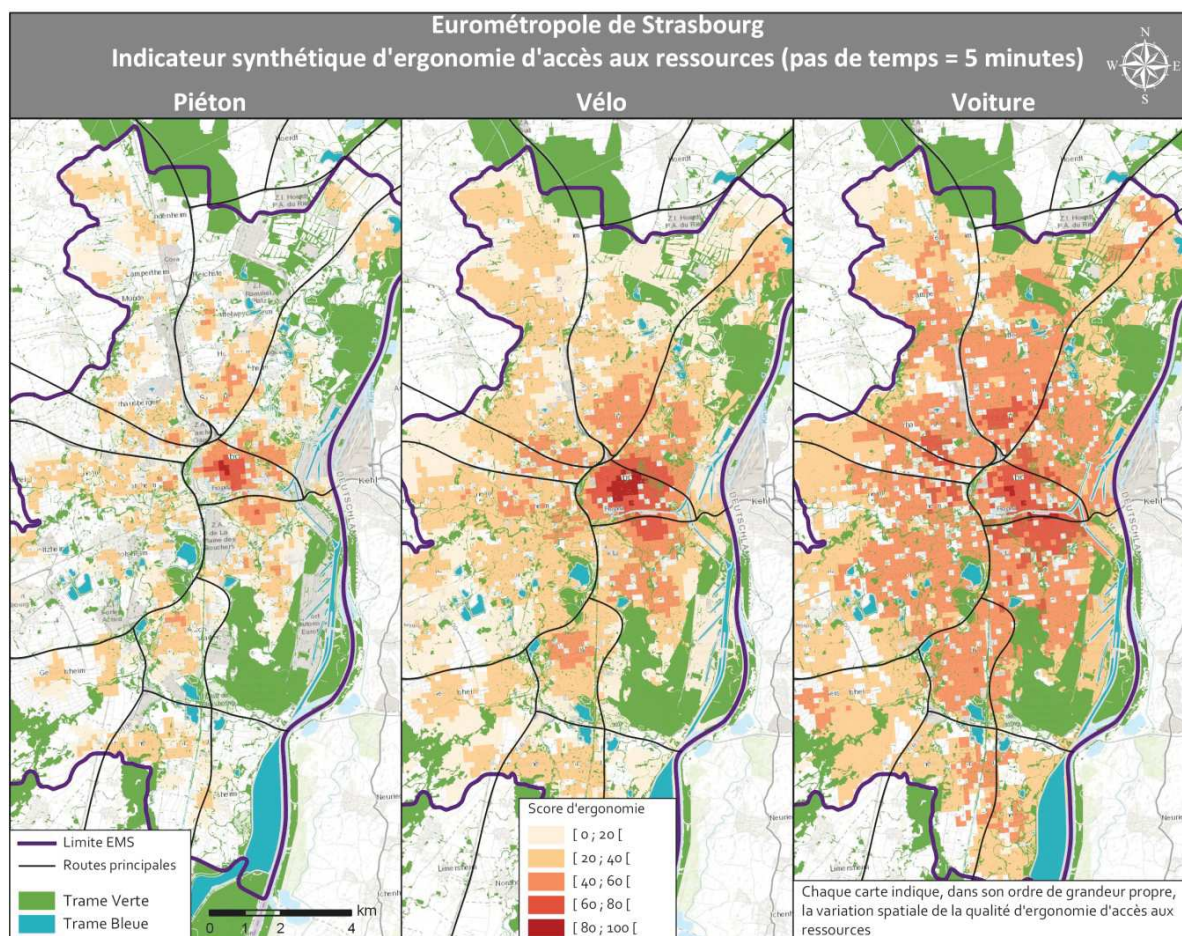


Figure 6 : Approche d'évaluation de l'ergonomie d'accès

²⁹ Les temps de déplacement « 5,10 et 20 minutes » ont été définis en fonction de la distribution des temps de déplacement relevés lors de l'enquête ménages-déplacements de notre territoire d'étude (EMD 2009). Ce sont également ceux habituellement utilisés dans les études d'accessibilité dans les espaces intra-urbains.

A titre indicatif, quelques résultats de cette démarche sont présentés ci-dessous.

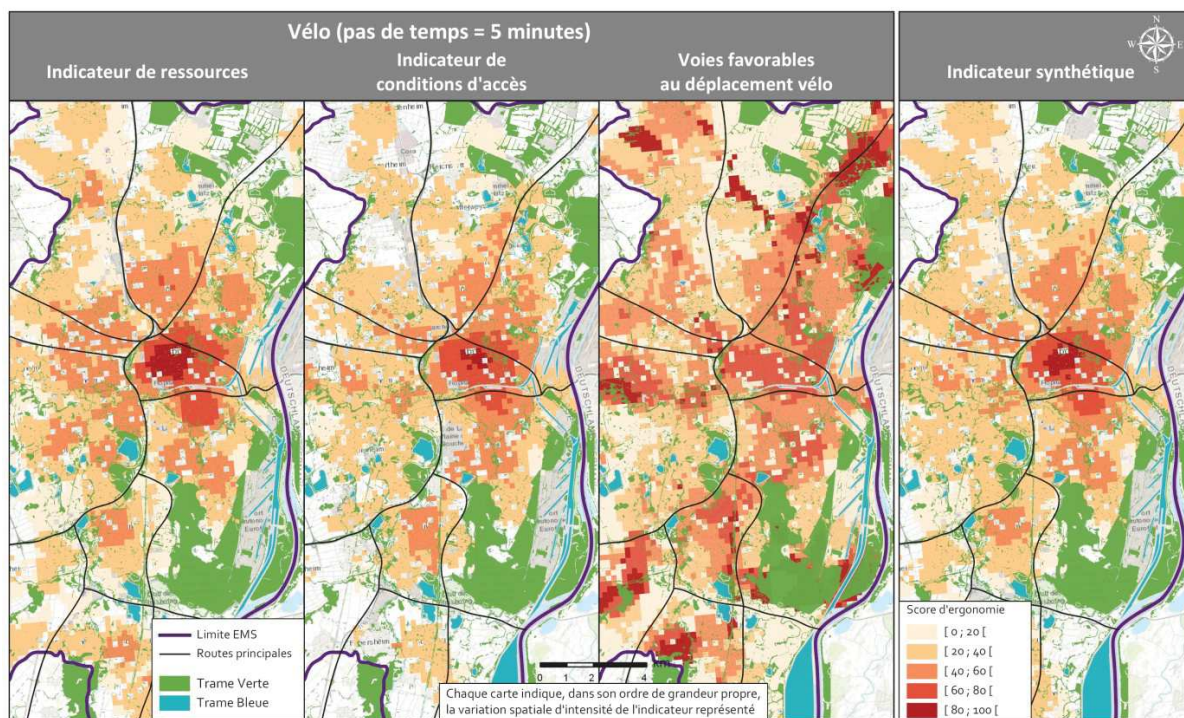
La carte 1 présente l'ergonomie d'accès aux ressources en 5 minutes à pied, à vélo et en voiture. Un dégradé centre/périphérie de l'indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès est clairement visible, notamment à pied ou à vélo. L'ergonomie atteint alors son plus haut niveau à l'hypercentre de Strasbourg grâce à la forte disponibilité et diversité des ressources d'un côté, et à l'abondance d'aménagements pour la mobilité durable de l'autre. Le niveau d'ergonomie reste cependant relativement élevé dans les quartiers péricentraux et la première couronne périphérique, mais décroît dans la deuxième couronne où ressortent les centres des communes qui regroupent souvent les ressources. Le gradient centre/périphérie est moins évident pour les déplacements en voiture. Les quartiers du centre de Strasbourg et les quartiers les plus denses de la première couronne présentent un niveau d'ergonomie analogue.



Carte 1 : Ergonomie globale d'accès aux ressources à l'Eurométropole de Strasbourg

Dans le cadre du projet RED, l'indicateur synthétique global de l'ergonomie d'accès aux ressources, par mode, a été décliné selon les deux indicateurs synthétiques de potentiel de ressources et de conditions d'accès, et critère par critère (desserte, sécurité, confort) telles les voies favorables à un mode, présentées dans la carte 2 pour les déplacements de 5 minutes à vélo.

« L'indicateur de ressources (nombre et diversité) fait clairement ressortir le gradient centre/périphérie mentionné plus haut. Les conditions d'accès (zone de desserte, sécurité, confort) présentent une forme plus allongée, influencée par les voies cyclables qui, en dehors de l'hypercentre, bordent souvent les principaux axes routiers. Les quartiers centraux et péricentraux de Strasbourg conservent les meilleures conditions d'accès à vélo, malgré des densités d'accidents plus élevées (comme le révèle le chapitre 2). La carte représentant les voies favorables au déplacement à vélo fait ressortir les zones périphériques où la longueur des voies cyclables est élevée proportionnellement à l'ensemble du réseau. Il peut s'agir de voies cyclables le long des canaux ou cours d'eau dans des environnements peu denses, empruntées pour des loisirs davantage que pour des déplacements quotidiens. Les zones de desserte en ces lieux sont cependant plus petites. » (Saint-Gérard, et al., 2019).



Carte 2 : Combinaison d'indicateurs d'ergonomie

3.2.1.2. APPROCHE LOCALE DETAILLEE

Une deuxième démarche complémentaire a été élaborée dans le cadre de cette thèse. Elle consiste à affiner l'analyse à une échelle plus locale de l'ergonomie d'accès. Elle analyse la répartition et les conditions d'accès aux ressources et les met en perspective avec les environnements sociourbains afin d'analyser les disparités sociales au sein du territoire.

Le territoire est découpé en mailles de 200 m sur 200 m, ce qui correspond au plus fin maillage de l'INSEE. À partir d'un point de départ (centroïdes d'une maille habitée), la démarche d'ensemble comprend 4 étapes :

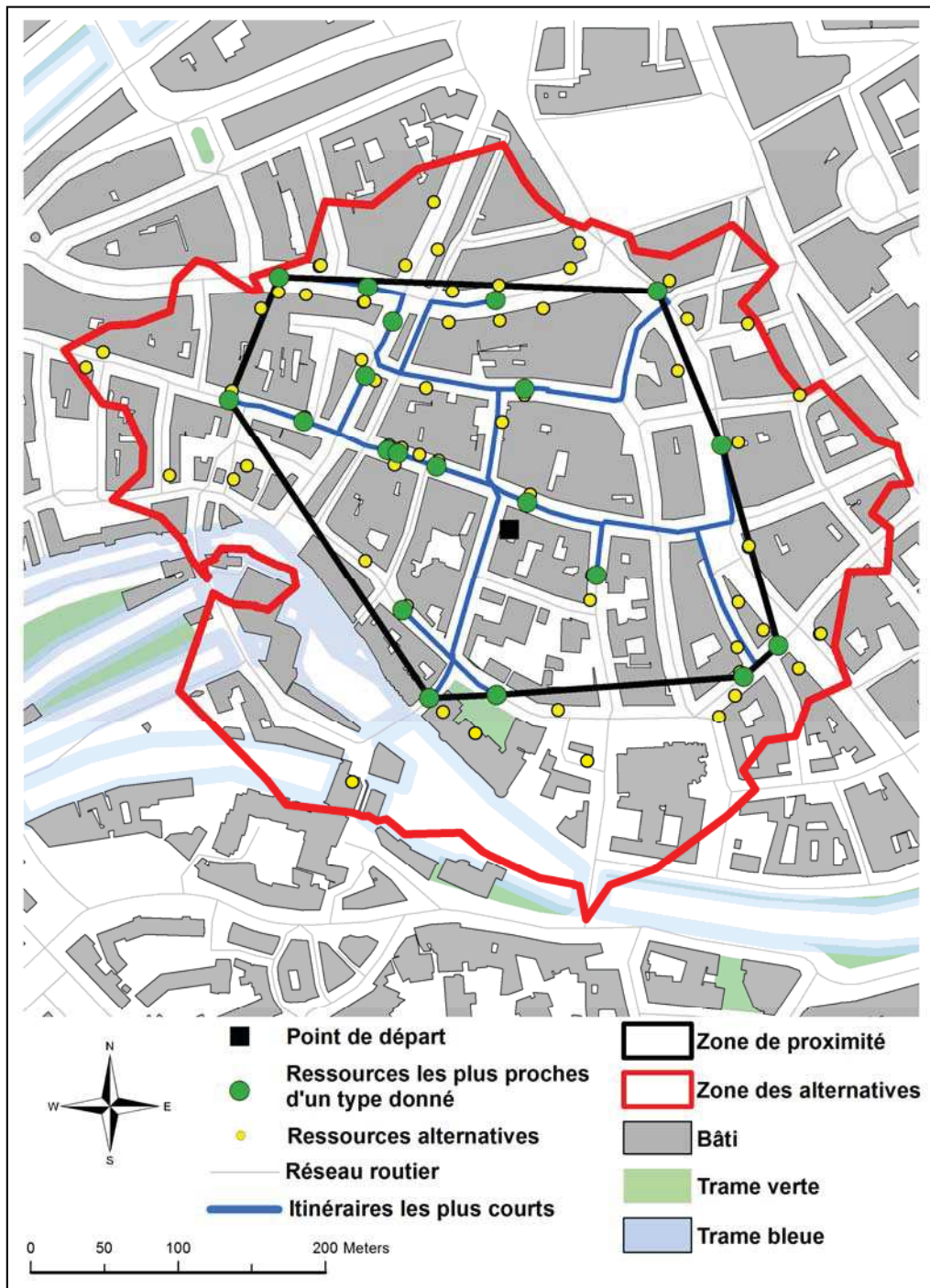
La première étape consiste à calculer, par le plus court chemin, les itinéraires d'accès aux ressources les plus proches du panel de ressources sélectionnées. Le calcul est effectué par mode (marche, vélo, voiture), et pour différents pas de temps (5, 10 et 20 minutes). Les ressources les plus proches pour chaque type donné, avec un pas de temps défini, forment une zone de proximité (Carte3). Les temps de déplacement « 5, 10 et 20 minutes » ont été définis en fonction de la zone de pertinence des modes de déplacement, de la capacité physique des citoyens, du budget temps-déplacement et du nombre de déplacements dans le territoire d'étude issus de l'enquête ménages-déplacements de 2009.

La deuxième étape consiste à déterminer la zone des alternatives représentant l'ensemble de l'espace accessible par les réseaux, à partir du point de départ, en un temps donné (isochrones 5, 10 et 20 minutes) et où serait probable de trouver des ressources supplémentaires (Carte3).

- Différents critères sont ensuite calculés, se rapportant, pour un pas de temps donné :
 - au nombre et à la diversité des ressources dans la zone de proximité ;
 - aux conditions d'accès aux ressources de proximité sur les itinéraires (répartition des ressources, sécurité, confort et coût monétaire) ;
 - au nombre et à la diversité des ressources alternatives ;

Les alternatives d'accès aux ressources (différents itinéraires, différents modes en particulier en transports en commun, ou en multimodalité) pourront être intégrées ultérieurement.

- Dans une dernière phase, un score entre 0 et 100 est attribué à chaque critère calculé précédemment, 100 représentant, pour un critère donné, le résultat le plus élevé de l'ensemble des mailles du territoire d'étude. Par exemple, le score du « nombre de ressources de la zone de proximité » sera égal à 100 pour la maille à partir de laquelle on accède au nombre le plus élevé de ressources dans le territoire étudié, et 0 pour la maille à partir de laquelle on n'a accès à aucune ressource. La moyenne des scores de l'ensemble des critères (telle que présentée plus loin) fournit l'indicateur synthétique d'ergonomie en chaque point de l'espace.



Carte 3 : Calcul de la zone de proximité et de la zone des alternatives en 5 minutes à pied (les ressources étudiées sont communes aux deux démarches, par isochrone et par itinéraire)

La démarche a nécessité une réflexion sur les indicateurs et l'élaboration d'une importante base de données localisées comprenant notamment la répartition des ressources, les infrastructures, la voirie, l'environnement urbain... et son exploitation à l'aide des fonctionnalités d'un Système d'Information Géographique.

3.3.CONCRETISATION DE LA DEMARCHE AU SEIN D'UN SIG

La mise en application de la démarche d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne par itinéraires expliquée dans les parties précédentes nécessite :

- La sélection de ressources de la vie quotidienne
- Le calcul des itinéraires en se basant sur le principe des plus courts chemins
- La sélection et le calcul de nombreux indicateurs participant à l'ergonomie d'accès
- L'élaboration d'un indicateur synthétique traduit en scores

Pour ce faire, une importante base de données localisées a dû être élaborée.

3.3.1. CHOIX DES RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE

Les déplacements liés au travail comptaient 26% de l'ensemble des déplacements à l'Eurométropole de Strasbourg selon l'Enquête Ménages Déplacements de 2009 (ADEUS, 2010). Malgré la part importante que cela représente pour les déplacements quotidiens, l'accès à l'emploi n'est pas pris en compte à ce stade, mais devrait être intégré dans des développements futurs. Les ressources de la vie quotidienne sont visées par cette étude. Elles sont entendues comme les ressources, en dehors du travail, dont chacun peut avoir besoin dans la vie courante. Elles sont considérées comme correspondant à un besoin universel sans distinctions quant aux catégories sociales ou professionnelles. Les ressources choisies sont ensuite classées selon une typologie qui vise à les regrouper par catégorie ou/et par classe.

Différentes typologies existent (Boudouda, 2019). Celle de l'INSEE distingue, pour l'ensemble des communes ou des iris, 10 catégories principales, classées en fonction de leur fréquence d'implantation (équipement de proximité, intermédiaire, supérieur) :

Service d'action sociale	Fonctions médicales et paramédicales
Commerce	Services santé
Enseignement du premier degré	Sports, loisirs et culture
Enseignement du deuxième degré	Services aux particuliers
Enseignement supérieur, formation et services de l'éducation	Transports, tourisme

Celle de l'institut d'aménagement et d'urbanisme — Île-de-France (tableau 2) énumère 5 grandes catégories (éducation, soins et santé, sport, services marchands, loisirs) dont chacune contient plusieurs types de ressources (Mangeney, Michel, & Philippon, 2014) :

Tableau 2 : Typologie des Équipements — IAU Île-de-France (Mangeney, Michel, & Philippon, 2014)

Catégorie	Type
Education	Ecole
	Collège
	Accueil des jeunes enfants
	Lycée
	Formation supérieure
	Formation post-bac
Soins et santé	Paramédicaux
	Médecins généralistes
	Dentistes
	Spécialistes
	Centres de santé
	Laboratoires d'analyse ou de radiologie
	Hôpitaux
Sport	Piscines
	Salles ou terrains de sports courants
	Pistes de roller ou de skate
	Vélodromes
	Centres équestres ou golfs
Équipements et services marchands	Commerces alimentaires
	Commerces et services non alimentaires
Loisirs	Restaurants
	Cinémas
	Théâtres

Finalement, le choix et la classification des ressources a fait l'objet de réflexions approfondies et de nombreux débats notamment dans le cadre du projet ANR RED. La sélection des ressources de la vie quotidienne parmi les données SIREN (2015) s'est appuyée sur plusieurs paramètres. D'abord, il s'agit de prendre en compte des ressources auxquelles les citoyens ont fréquemment recours dans la vie courante, et ce de façon quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle. A celles-ci s'ajoutent d'autres ressources d'usage peut-être plus rare, mais dont la présence à proximité du domicile est un atout souhaitable. On cite à titre d'exemple les services publics (mairie, pôle emploi...) et les services de santé (activité hospitalière, pratique dentaire...). Dès lors, certaines ressources, de demande occasionnelle ou qui ne sont pas nécessaires pour la vie courante, n'ont pas été prises en compte (vestimentaire, esthétique...). Il aurait été intéressant d'intégrer notamment d'autres ressources ayant trait à la sociabilité, telle que les aires de jeux pour enfants, les espaces verts, les associations ou les distributeurs de billets, les banques, les points relais.... Mais différentes difficultés se sont présentées : non-géoréférencement, classement confondu avec d'autres ressources, vérification des données difficile..., qui ont conduit à les écarter. L'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne est alors étudiée pour évaluer l'accès des citoyens aux 5 catégories de ressources suivantes : commerces, écoles, services publics, services de santé et loisirs. Des classes (sous-catégories de A à O) sont définies pour chaque catégorie en tenant compte plus précisément de la nature des activités, des surfaces d'activité, du nombre de salariés et des niveaux de recours par la population (C.Tannier, houot, & Epstein, 2014). Ces classes sont utiles pour calculer l'indicateur de diversité.

La liste des ressources de la vie quotidienne sélectionnées pour cette étude (tableau 3) peut être complétée en fonction des besoins et de la disponibilité des données.

Tableau 3 : Ressources de la vie quotidienne

catégories	classe	ressource de la vie quotidienne
Commerces	A	Boulangerie et boulangerie-pâtisserie
		Pâtisserie
		Commerce d'alimentation générale
		Commerce de détail de fruits et légumes en magasin spécialisé
		Commerce de détail de viandes et de produits à base de viande en magasin spécialisé
	B	Supérette
		Supermarché
	C	Hypermarché
	D	Commerce de détail de produits à base de tabac en magasin spécialisé
		Commerce de détail de journaux et papèterie en magasin spécialisé
	E	Commerce de détail de produits pharmaceutiques en magasin spécialisé
	F	Marché
Écoles	G	Enseignement préprimaire
		Enseignement primaire
	H	Enseignement secondaire général
Santé	I	Activités hospitalières
		Activités chirurgicales
	J	Activités des médecins généralistes
		Activités des infirmiers et des sages-femmes
	K	Activités de radiodiagnostic et de radiothérapie
		Pratique dentaire
		Laboratoires d'analyses médicales
Services publics	L	Mairie
		Commissariat — Gendarmerie
		Centres médico-sociaux
		Pôle Emploi
Loisirs	M	Cinéma
		Musée
		Salle de spectacle
	N	Bibliothèque — Médiathèque
	O	Activités de clubs de sports
		Infrastructure sportive

3.3.2. ELABORATION D'UNE BASE DE DONNEES GEO-LOCALISEES

Analyser l'ergonomie d'accès aux ressources nécessite d'étudier le déplacement d'une population ayant ses propres habitudes de mobilité, caractéristiques démographiques, professionnelles, fiscales... dans un territoire donné ayant lui-même des propriétés intrinsèques tant au niveau administratif (découpage, politiques publiques...) que géographique (relief, occupation du sol...). Ce territoire se distingue par son aménagement urbain, qu'il soit bâti ou non. Les déplacements pour accéder aux ressources s'effectuent avec des moyens de transport et sur des réseaux spécifiques adaptés aux besoins de la population et aux caractéristiques du territoire. Le déplacement quotidien de la population dans le territoire crée de la circulation et des flux tout en engendrant des accidents divers. L'Etat et les collectivités territoriales agissent sur tout le système de mobilité territoriale à travers des politiques publiques appliquées sur le territoire causant ainsi des mutations sociales, économiques...

La figure 7 résume la structure synthétique de ce modèle de données composée de 5 familles de données (hyperclasses) : les ressources, les acteurs territoriaux, les territoires (spécificités des territoires et occupation du sol), les infrastructures et les aménagements et finalement les coûts d'accès. La base de données développée contient alors les différents éléments nécessaires à l'évaluation de l'ergonomie d'accès dans le territoire d'étude en tenant compte de la méthode d'analyse. Les données utilisées pour cette étude concernent l'année 2015 et proviennent principalement de l'INSEE ou de l'Eurométropole de Strasbourg. Elles ont nécessité plusieurs mois de collecte :

- Les données concernant la population proviennent de l'INSEE³⁰
- Les données relatives au territoire et au réseau (découpage, routes...) proviennent de l'Eurométropole de Strasbourg
- Certaines ressources ont été géoréférencées manuellement (les marchés), mais la plus grande partie a été récupérée du fichier SIRENE³¹ de l'INSEE.
- Les données d'accidents proviennent du fichier BAAC³² administré par l'ONISR³³ fourni par le SIRAC³⁴ de l'Eurométropole de Strasbourg

³⁰ Institut National de la Statistique et des Études Économiques

³¹ Base Sirene des entreprises et de leurs établissements (SIREN, SIRET)

³² Base de données Accidents Corporels de la Circulation

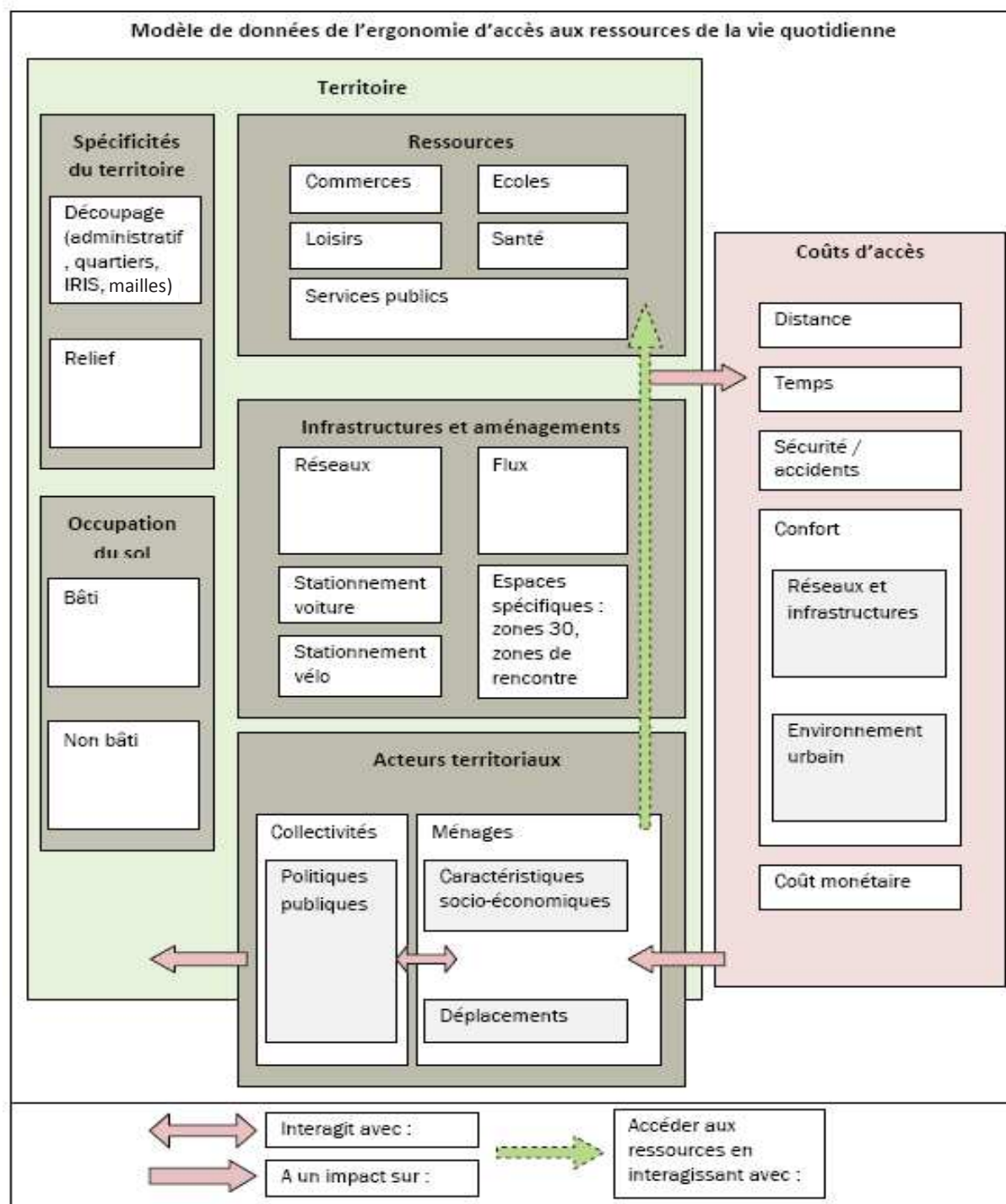


Figure 7 : Modèle de données

³³ Observatoire national interministériel de la sécurité routière

³⁴ Service de l'Information et de la Régulation Automatique de la Circulation

3.3.3. CALCUL DES ITINERAIRES

L'application de la méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources a nécessité le recours à un logiciel de Systèmes d'Informations Géographiques « ArcGis 10.6 » d'ESRI, et plus spécifiquement au module « Network Analyst » spécialisé dans le calcul des itinéraires. Les points de départ et les ressources ont été rattachés aux voiries les plus proches dans un rayon de 300 m. Pour le calcul des itinéraires, les critères suivants ont été retenus :

- Les déplacements effectués sont considérés de porte à porte, du point de départ à la ressource, comme si le mode de déplacement choisi est disponible immédiatement. Le stationnement fait néanmoins partie des critères d'évaluation de l'ergonomie d'accès. Pour les automobilistes, le déplacement jusqu'à la place de stationnement la plus proche à pied a été pris en compte.
- Le respect des sens de circulation a été nécessaire pour les voitures et les vélos.
- Des vitesses ont été choisies par mode. En effet la vitesse adoptée à pied est de 4 km/h, à vélo de 15 km/h et en voiture de 30 km/h au centre-ville élargi et vitesse réglementaire ailleurs.
- La possibilité de tourner aux jonctions (intersections) a été prise en compte
- La hiérarchisation des voies a été ignorée
- L'impédance choisie pour le calcul du plus court chemin est le temps. Les itinéraires ainsi calculés sont les plus courts en termes de distance-temps.

3.3.4. INDICATEURS D'EVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES ET LEUR CALCUL

De nombreux critères sont retenus pour évaluer l'ergonomie d'accès aux ressources. Le diagramme de la figure 8 synthétise les indicateurs pris en compte et explique leur hiérarchisation pour aboutir à un indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès. Pratiquement, les indicateurs ont été choisis pour leur caractère clivant sur le terrain d'étude (la pente par exemple n'a pas été prise en compte à l'Eurométropole de Strasbourg, car nos itinéraires sont tous situés dans un environnement plat). Ils sont aussi adaptés au mode étudié (le stationnement n'est pas par exemple étudié pour les piétons).

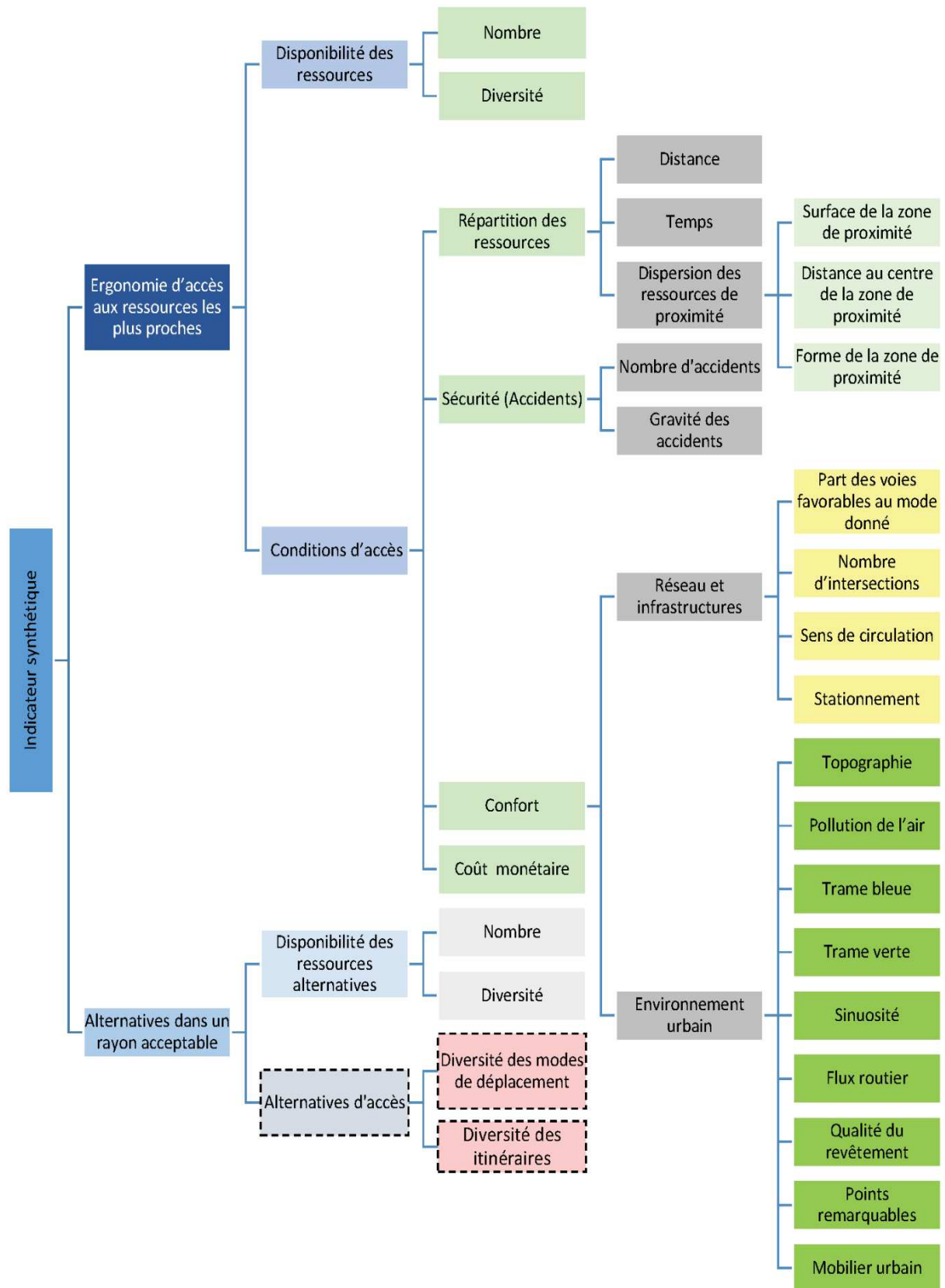


Figure 8 : Indicateurs d'ergonomie d'accès aux ressources

L'indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès dépend de la combinaison deux indicateurs :

- Le premier est relatif à l'ergonomie d'accès aux ressources les plus proches.
- Le deuxième aux alternatives dans un rayon donné (5, 10 ou 20 minutes).

Résultants eux même de la combinaison des niveaux inférieurs :

❖ **L'indicateur de l'ergonomie d'accès aux ressources les plus proches**

Il dépend de deux critères : la disponibilité des ressources dans la zone de proximité. Et les conditions d'accès à ces ressources.

- **La disponibilité des ressources dans la zone de proximité** est définie par :
 - **Le nombre de ressources accessibles** parmi la sélection de 32 ressources de la vie quotidienne
 - **La diversité de ces ressources.** Cette dernière prend en compte le nombre de classes accessibles par rapport au nombre de classes total (15 classes de ressources de A à O).
- **Les conditions d'accès aux ressources** les plus proches à travers 4 variables : la distribution des ressources, la sécurité, le confort et le coût monétaire :
 - **L'indicateur de distribution des ressources** a pour objectif d'étudier la répartition des ressources par rapport aux points d'études. Il prend en compte :
 - **La distance** totale pour accéder à toutes les ressources accessibles dans un pas de temps donné (5, 10 et 20 minutes). Plus les ressources sont éloignées plus cela nécessite d'efforts pour y accéder.
 - **Le temps** total pour accéder à toutes les ressources le plus rapidement possible. Le temps d'accès est proportionnel à la distance à pied et à vélo, mais peut varier considérablement en fonction de la vitesse pour les voitures.
 - **La dispersion** des ressources au sein du polygone de proximité. En effet si les ressources sont groupées elles permettent d'établir plus facilement un programme d'activités.
 - ♦ La dispersion des ressources étudie alors la surface de la zone de proximité. Plus cette surface est élevée, plus les ressources de proximité sont éloignées du point de départ et nécessitent de parcourir des distances plus élevées pour y accéder.

- ♦ La distance au centre de gravité de la zone de proximité informe sur la localisation de la plus grande concentration de ressources par rapport au point d'étude. Donc, si le centre de gravité des ressources de proximité est situé à une faible distance du point de départ, cela implique des déplacements quotidiens majoritairement de faible distance.
 - ♦ Et la forme de la zone de proximité reflète l'homogénéité de la distribution des ressources autour du point d'étude. Une forme circulaire signifie que les ressources sont réparties d'une manière homogène autour du point de départ, indiquant que le citoyen a une probabilité plus élevée de trouver des ressources, quelle que soit la direction de son déplacement. Une forme plus elliptique montre que les ressources sont concentrées dans une direction particulière qu'il faut alors suivre afin d'accéder à la majorité des ressources.
- **L'indicateur de sécurité** prend en compte les accidents, impliquant le mode étudié, sur les itinéraires d'accès aux ressources de proximité. Les accidents sont évalués pour chaque point d'étude, pour chaque mode (à pied, à vélo ou en voiture) par rapport :
- à leur nombre. Les accidents pris en compte sont ceux qui impliquent au moins un usager du mode étudié,
 - au taux d'accidents (nombre d'accidents par kilomètre)
 - à leur gravité qui prend en compte les accidents engendrant des blessés graves ou des morts.

En plus des accidents, l'indicateur de sécurité peut avoir des dimensions plus larges en tenant compte d'autres paramètres tels que les incivilités (agressions, vols, dégradation de vélos...), mais ces données n'étaient pas disponibles sur notre territoire d'étude.

- **L'indicateur de confort** évalue, d'une part, le confort lié aux réseaux et aux infrastructures et, d'autre part, la qualité de l'environnement urbain.
- Le confort lié aux réseaux et aux infrastructures regroupe 6 variables définissant la facilité de circulation d'un mode :
 - ♦ Part des aménagements dédiés à chaque mode, autrement dit ceux conçus spécifiquement pour un mode en particulier : voies de bus pour les bus, aménagements cyclables pour les vélos (pistes cyclables, bandes cyclables...), rues piétonnes pour les piétons et routes pour automobiles (autoroutes et routes dont la vitesse est supérieure généralement à 70 km/h). Ces aménagements tentent de réduire les conflits entre les différents

modes dont les usages présentent une vulnérabilité différente et d'améliorer la performance, notamment la vitesse, de chaque mode en lui attribuant plus de place dans l'espace public. D'un point de vue politique, cela assurerait un partage équitable de la voirie entre les différents usagers.

- ◆ La part de voies favorables à un mode donné. Ce sont les voies qui permettent d'avantager un mode par rapport à un autre. Pour les modes doux, en plus des aménagements dédiés, les voies favorables sont celles qui ont fait l'objet de politiques pour la réduction de la domination de la voiture. Ainsi, toutes les voies à vitesse réduite inférieure ou égale à 30 km/h (zones 30, zones de rencontre, zones piétonnes) sont favorables aux modes doux (à pied et à vélo) et toutes les voies avec une vitesse supérieure à 30 km/h sont considérées favorables aux les voitures.
- ◆ La part des voies physiquement praticables qui permettent une circulation répondant aux exigences normatives actuelles en termes de largeur ou de nombre de voies. Pour qu'une infrastructure (chaussée, trottoir...) soit considérée comme praticable, elle doit avoir une largeur supérieure ou égale à 1,4 m pour les trottoirs³⁵ (Legifrance, 2007 ; Bruyere, 2014), 1,5 m pour les aménagements cyclables (Bruyere, 2014 ; Fédération française de cyclotourisme, 2019) et à 3,5 m pour une voie automobile (Grandlyon, 2010).
- ◆ Le nombre d'intersections. Un nombre élevé d'intersections, bien qu'il participe à la porosité du tissu urbain, offrant à l'usager des opportunités de changer d'itinéraires, est considéré comme négatif. En effet, cette étude se base sur les plus courts chemins (en termes de distance-temps) et chaque intersection représente un ralentissement et un effort d'attention supplémentaire ainsi qu'un risque d'accident plus élevé.
- ◆ Le sens de circulation a été pris en compte pour les vélos et les voitures. Ainsi, un aménagement cyclable à double sens est favorable aux cyclistes, car il permet d'avoir une largeur supplémentaire facilitant le dépassement. A l'inverse, un sens de circulation unique est favorable aux voitures grâce à l'absence de croisement avec des voitures en sens opposé.
- ◆ Le stationnement est un paramètre pour les vélos et surtout pour les voitures. Les usagers essayent souvent de se garer au plus proche des ressources. Le nombre d'attaches vélos (arceaux) à 50 mètres des ressources a été pris en compte. Pour les voitures, les éléments pris en considération sont le nombre de places de stationnement sur rue, le nombre de parkings à 50 mètres des ressources et de façon inverse, le nombre de ressources situées dans une zone tarifaire (où le stationnement est payant).

³⁵ Article 1 de l'Arrêté du 15 janvier 2007 portant application du décret n° 2006-1658 du 21 décembre 2006 relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics. (Legifrance, 2007)

- Le confort lié à l'environnement urbain. La notion d'adhérence au territoire renvoie à l'idée que l'interaction avec l'environnement urbain augmente avec la baisse des vitesses des usagers. Dans ce sens, les modes doux seraient les plus sensibles à la qualité de leur environnement immédiat (une pondération pourrait leur être introduite dans l'étude) :

Les éléments naturels : Les trames verte et bleue apportent de la nature en ville et masquent partiellement quelques nuisances. Les arbres font par exemple profiter au marcheur ou au cycliste de l'ombre (en été, les jours de grand soleil). Ils réduisent la perception des bruits (psychoacoustique) en cachant partiellement les sources de nuisances sonores. De plus, des arbres plantés entre le trottoir ou la piste cyclable et la chaussée procurent un sentiment de sécurité en formant une barrière qui protège les modes doux des modes motorisés. Les cours d'eau, souvent bordés de verdure, participent à l'animation de l'espace urbain (cygnes, canards...). L'eau permet par exemple de masquer partiellement les bruits de circulation automobile. La trame verte et bleue est aussi importante pour l'automobiliste. Elles lui offrent des repères en plus d'un paysage agréable et non monotone. La qualité de l'air est un élément important même s'il est plus difficilement perceptible, sauf par les individus souffrant de problèmes respiratoires. Les piétons et les cyclistes sont d'autant plus exposés aux polluants que leur activité physique nécessite une respiration plus profonde. Les automobilistes, quant à eux, sont moins sensibles à la pollution de l'air du fait que la voiture représente souvent une capsule fermée avec de l'air filtré pénétrant l'habitacle. La topographie du terrain peut rendre la mobilité difficile. Bien plus que les automobilistes, les cyclistes et les piétons sont sensibles aux pentes. Plus elles sont raides et longues et plus elles nécessitent de l'effort physique.

- ♦ La sinuosité est le rapport entre la longueur réelle des itinéraires et la distance géométrique entre le point de départ et les ressources. Plus les trajets sont sinueux, plus ils sont longs et donc moins efficaces pour assurer les liaisons entre le point de départ et les ressources. Par ailleurs, plus les trajets sont sinueux, plus l'utilisateur urbain a du mal à se localiser dans l'espace.
- ♦ Le flux est une donnée souvent disponible pour les voitures, mais rare pour les modes doux. Il peut être étudié de deux manières. Le flux du même mode que celui étudié, croisé avec le nombre de voies de circulation, reflète le degré d'engorgement. Le flux des autres modes que celui étudié reflète la gêne/risque subie. Dans le cadre de cette étude, seules les données de flux automobile étaient disponibles sur tout le territoire d'étude. Plus le flux automobile est élevé plus il était considéré comme nuisible aux automobilistes (embouteillages, risques d'accident...) et aux modes doux (bruit, pollution de l'air, risque d'accident...).

- ♦ La qualité des revêtements a un impact sur le confort des déplacements, mais aussi sur la sécurité. Un revêtement de bonne qualité réduit par exemple le risque de chute pour les piétons, de glissade ou perte de contrôle pour les vélos et permet un meilleur freinage pour les voitures.
 - ♦ Les points remarquables tels que les monuments, les sculptures et les bâtiments historiques participent à l'esthétique de l'espace urbain et forment des points repères pour se déplacer en ville.
 - ♦ Le mobilier urbain a été aussi pris en considération en termes de nombre et de diversité. Ces équipements assurent le confort des pratiquants de mobilité douce. En effet, les bancs publics permettent de faire une pause, de s'asseoir, de poser ses courses..., les fontaines d'eau fraîche permettent de s'hydrater et de se rafraîchir par temps chaud, tandis que les poubelles et les toilettes publiques (rares) fournissent un confort appréciable.
- **Le coût monétaire** est un indicateur difficile à évaluer. Il est estimé en fonction de la distance parcourue avec un coût kilométrique par mode. Il est de fait fortement corrélé à la répartition des ressources. Il présente essentiellement un intérêt dans la comparaison entre modes. Ce coût est difficile à évaluer. Sur la base de la littérature scientifique et d'études locales (Papon, 2002 ; STIF, 2005 ; SMTc, 2008 ; Beauvais, 2012) et en excluant les frais vestimentaires pour les piétons et cyclistes, un prix moyen a été adopté pour les différents modes : à pied 0 euro/km, vélo : 0,036 euro/km et voiture : 0,41 euro/km. Ce prix moyen est sujet à discussion. En effet, la marche n'est pas gratuite, mais les coûts vestimentaires (pour les piétons et cyclistes) sont difficiles à évaluer. Par ailleurs, quels que soient les modes, les chiffres peuvent varier selon les études réalisées dans des contextes différents. Il s'agit ici essentiellement de relativiser les prix des différents modes pour leur comparaison.

❖ **L'indicateur d'alternatives dans un rayon acceptable,**

Il prend en compte deux paramètres :

- **La disponibilité** (nombre et diversité) des ressources alternatives, c'est-à-dire toutes les ressources accessibles dans un pas de temps donné (zone définie par une distance réseau de 5, 10 ou 20 minutes)
- **Les alternatives d'accès** n'ont pas été développées dans ce projet de recherche, mais elles devraient prendre en compte la diversité des modes de déplacement (présence de transports en commun, multimodalité...) et la diversité des itinéraires (choix

d'itinéraires possibles entre le point de départ et la ressource étudiée dans un pas de temps donné).

Les indicateurs bruts pris en compte ont été calculés pour chaque mode (à pied, à vélo ou en voiture) pour 3 pas de temps différents (5, 10 ou 20 minutes) de la façon présentée dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Méthode de calcul des indicateurs

	Indicateur	Calcul de l'indicateur
1	Nombre de ressources de proximité	nombre de ressources les plus proches accessibles parmi les 32 ressources choisies
2	Diversité des ressources de proximité	nombre des classes de ressources de proximité accessibles parmi les 15 classes définies (de A à O)
3	La distance	longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité, pondérée par le nombre de ressources de proximité accessibles : (distance/nombre de ressources)
4	Le temps d'accès	temps total pour accéder à toutes les ressources de proximité en tenant compte de la vitesse retenue pour chaque mode, pondéré par le nombre de ressources de proximité accessibles : (temps/nombre de ressources)
5	La dispersion des ressources	○ Surface de la zone de proximité obtenue par la méthode de polygones convexes (ArcGis) et pondéré par le nombre de ressources de proximité. (surface/nombre de ressources) ○ La dispersion des ressources a été calculée par la méthode de l'ellipse de dispersion (ArcGis). Elle prend en compte la distance entre domicile et centre de gravité de l'ellipse. ○ La forme de l'ellipse de dispersion : longueur du petit axe/longueur du grand axe
6	Le nombre d'accidents	nombre total des accidents sur les itinéraires (à moins de 30 m des itinéraires) impliquant au moins un mode étudié
7	Le taux d'accidents	nombre total des accidents sur les itinéraires (à moins de 30 m des itinéraires) impliquant au moins un mode étudié, pondéré par la longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité : (Nombre d'accidents/longueur)
8	Le taux d'accidents graves	nombre de morts ou de blessés graves sur les itinéraires (à moins de 30 m des itinéraires) impliquant au moins un mode étudié, pondéré par la longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité : (Nombre d'accidents graves/longueur)

9	La part des aménagements favorables	Longueur totale des aménagements favorables sur les itinéraires/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
10	La part des aménagements dédiés	Longueur totale des aménagements dédiés sur les itinéraires/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
11	Les intersections	nombre d'intersections/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
12	Les voies praticables	Longueur totale des aménagements praticables sur les itinéraires/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
13	Le sens de circulation favorable (uniquement pris en compte pour les vélos et les voitures)	Longueur totale des aménagements en sens de circulation favorable/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
14	Le stationnement	○ Pour les vélos = nombre total d'arceaux à moins de 50 m des ressources/nombre de ressources
		○ Pour les voitures ■ Nombre = Nombre total de places de stationnement sur rue à moins de 50 m des ressources/nombre de ressources ■ Nombre de parkings = Nombre total de parkings à moins de 50 m des ressources/nombre de ressources ■ Stationnement payant = Nombre de ressources dans une zone tarifaire/nombre de ressources
15	La sinuosité	Distance totale pour accéder aux ressources de proximité à vol d'oiseau/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
16	Le flux routier	○ Diviser le flux par le nombre de voies et calculer la moyenne ○ Longueur des itinéraires avec un flux faible/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
17	Trame bleue	Longueur des itinéraires qui jouxtent une trame bleue (à moins de 30 m)/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
18	Trame verte	○ Longueur des itinéraires qui jouxtent une trame verte (à moins de 30 m)/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
		○ Nombre d'arbres sur les itinéraires (à moins de 30 m)/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
19	La qualité des revêtements : ce critère a été utilisé uniquement pour les piétons et	Longueur des revêtements neufs et en bon état/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité

	les voitures à cause de l'absence de données pour les aménagements cyclables. Les revêtements neufs ou en bon état ont été pris en compte.	
20	La pollution de l'air	Longueur des itinéraires pollués/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
21	Les points remarquables	Nombre des points remarquables situés sur les itinéraires (30 m)/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
22	Mobilier urbain (4 types de mobiliers urbains sont géolocalisés sur le territoire d'étude : les toilettes publiques, les bancs publics, les poubelles et les points d'eau/fontaines d'eau fraîche)	○ Nombre = Nombre de mobiliers situés sur les itinéraires (30 m)/longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité
		○ Diversité = nombre de types de mobilier urbain (parmi la sélection de 4 types de mobilier urbain) sur les itinéraires (30 m)/4
23	Le coût monétaire	(coût kilométrique * longueur totale des itinéraires pour accéder à toutes les ressources de proximité)/nombre de ressources
24	Nombre de ressources alternatives	nombre total des ressources alternatives accessibles
25	Diversité des ressources alternatives	nombre des classes de ressources alternatives (de A à O) accessibles parmi les 15 classes définies

3.3.5. SCORES ET INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE D'ACCES

Un score entre 0 et 100 est attribué à chaque critère calculé précédemment où 100 représente, pour un critère donné, le résultat le plus élevé (c'est-à-dire favorable) de l'ensemble des mailles du territoire d'étude. Par exemple, le score du « nombre de ressources de la zone de proximité » sera égal à 100 pour la maille à partir de laquelle on accède au nombre le plus élevé de ressources dans le territoire étudié, et 0 pour la maille à partir de laquelle on n'a accès à aucune ressource. Inversement, pour les critères négatifs comme les accidents, un score de 100 est attribué pour la maille ayant le moins d'accidents et le score de 0 à celle ayant le plus d'accidents. La moyenne des scores des critères (telle que présentée plus loin) fournit l'indicateur synthétique d'ergonomie en chaque point de l'espace.

Le diagramme de la figure 8 résume l'ensemble des critères pris en compte et explique leur groupement pour aboutir à un indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès. Ce dernier représente la moyenne des scores de l'indicateur « Ergonomie d'accès aux ressources les plus proches » (EARP) et de l'indicateur « Alternatives dans un rayon acceptable » (ARA).

Les scores des indicateurs globaux (EARP et ARA) sont obtenus par les moyennes emboîtées des scores des critères de niveau inférieur. Ainsi, le score de l'« Ergonomie d'accès aux ressources les plus proches (EARP) » est la moyenne des scores de « disponibilité des ressources » (défini lui-même par la moyenne des scores du nombre et de la diversité) et des scores des « Conditions d'accès ». Ce dernier est défini par la moyenne des scores de 4 critères : la répartition des ressources, la sécurité, le confort et le coût monétaire.

Le score des « alternatives dans un rayon acceptable » est la moyenne des scores de « disponibilité des ressources alternatives » (les « alternatives d'accès » n'étant pas prises en compte dans cette étude).

Les alternatives d'accès, demandant des données complémentaires et une chaîne de traitements lourde et spécifique, feront l'objet d'une recherche ultérieure. De fait, pour ne pas accorder un poids trop important à la disponibilité des ressources alternatives, une pondération a été adoptée : un facteur de « 2 » pour l'indicateur « Ergonomie d'accès aux ressources les plus proches » (EARP) et un facteur de « 1 » pour l'indicateur « Alternatives dans un rayon acceptable » (ARA).

Finalement, l'indicateur synthétique, calculé pour chaque maille sur une échelle de 0 à 100 permet d'analyser les disparités spatiales de l'ergonomie d'accès aux ressources, tous modes confondus, et selon différents modes ou différents pas de temps. Dans un deuxième temps, une étude approfondie permet de saisir les combinaisons de critères conduisant à un niveau donné, et donc de renseigner sur la contribution de chaque critère au niveau global. La mise en perspective des niveaux d'ergonomie avec une typologie des environnements socio-urbains permet en fin de compte d'étudier les disparités sociospatiales d'accès aux ressources sur le territoire.

3.4.A RETENIR

L'ergonomie spatiale, et plus particulièrement ici celle d'accès aux ressources est un concept géographique à but opératoire. Cela signifie que la vision à la fois globale et complexe des territoires, qui fonde ce concept, le destine à des expérimentations d'Analyse Spatiale qui sont déclinables à plusieurs échelles d'espaces et de problématiques. Dans le sous-domaine traité ici, focalisé sur les conditions locales d'appropriation des ressources du quotidien en mode doux, son évaluation a nécessité la mise au point d'une méthodologie développée à l'aide d'un Systèmes d'Information Géographique. Cette méthode consiste à :

- en premier lieu, définir les ressources correspondant aux besoins (ressources de la vie quotidienne dans ce cas d'étude),
- en second lieu, calculer les itinéraires d'accès à partir des points de départ répartis sur l'ensemble du territoire (centroïdes de mailles par exemple) aux ressources les plus proches choisies, en fonction des plus courts chemins en termes de distance-temps,
- définir ensuite une zone de proximité formée par les ressources les plus proches,
- calculer les itinéraires d'accès à toutes les ressources alternatives,
- calculer les alternatives d'accès,
- sélectionner des indicateurs discriminants adaptés au territoire d'étude et permettant la comparaison des différentes zones. Ces indicateurs sont appliqués aux ressources les plus proches, aux itinéraires, à la zone de proximité, et aux alternatives,
- attribuer des scores à chaque indicateur de 0 à 100, 100 représentant le meilleur score, pour finalement calculer un score synthétique.

4. CHAPITRE 4 : TERRITOIRE D'ETUDE, UNE APPLICATION A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

4.1. L'Eurométropole de Strasbourg

- 4.1.1. Le piéton à l'Eurométropole de Strasbourg
- 4.1.2. Le vélo à l'Eurométropole de Strasbourg
- 4.1.3. Les transports en commun dans l'Eurométropole de Strasbourg
- 4.1.4. Restrictions et alternatives à l'usage de la voiture à l'Eurométropole de Strasbourg

4.2. Choix des zones tests

- 4.2.1. Zones réparties géographiquement sur l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg
- 4.2.2. Les environnements socio-urbains représentés
- 4.2.3. Zones choisies
- 4.2.4. Choix des mailles au sein des zones tests

4.3. Présentation des points d'études

- 4.3.1. Strasbourg, hypercentre
- 4.3.2. Strasbourg, quartier de l'Esplanade
- 4.3.3. Strasbourg, quartier du Port-du-Rhin
- 4.3.4. Strasbourg, quartier de la Meinau
- 4.3.5. Strasbourg, quartier de la Robertsau
- 4.3.6. Strasbourg, quartier de Hautepierre
- 4.3.7. Schiltigheim
- 4.3.8. Ostwald
- 4.3.9. Holtzheim
- 4.3.10. Vendenheim
- 4.3.11. La Wantzenau
- 4.3.12. Plobsheim

4.4. A retenir

L'application de la méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne développée dans les chapitres précédents a été appliquée à l'Eurométropole de Strasbourg. Celle-ci a connu au fil du temps des changements urbains significatifs, engendrés par des politiques successives de mobilité, affirmant ainsi une volonté de développer la part des modes doux dans la mobilité quotidienne du citoyen.

4.1. L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

L'Eurométropole de Strasbourg se présente comme un acteur innovant et leader de la mobilité durable en France. Cette volonté est inscrite dans les différents plans d'aménagement de l'Eurométropole (PDU, plan piéton, plan vélo...), et fait l'objet d'un marketing urbain. Cette politique est alors affichée alors à travers ses moyens de communication (sites internet, affiches...), ses outils urbains, voire juridiques (restrictions d'accès, vignettes CRIT'Air...).

4.1.1. LE PIETON A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

Le plan piéton 2011-2020 présente l'Eurométropole comme la 4e ville française en termes de part modale de la marche avec 33% des déplacements effectués à pied, 65% de part modale pour les déplacements de moins de 1 km et 20% pour les déplacements entre 1 et 2 km. Le plan propose plusieurs actions pour encourager la pratique de la marche telles que la promotion de la marche, l'accord de plus de place aux piétons, le désamorçage des conflits piétons/vélos, l'amélioration de la perméabilité piétonne du territoire, la planification d'ouvrages d'art stratégiques du réseau piétonnier, la création d'un réseau piétonnier magistral reliant les centralités des quartiers... (Eurométropole de Strasbourg, 2012) :

La promotion de la marche a pour objectif de faire redécouvrir le plaisir de la marche aux habitants. Cela consiste à prendre des mesures pour réduire les nuisances, et à mener des actions pour une amélioration de la dimension sensorielle de la marche comme la multiplication des initiatives événementielles, la communication sur les temps piétons à travers des cartes diffusées et la proposition de circuits attractifs pour les marcheurs.

Accorder plus de place aux piétons passe par la consécration d'au moins 50% de l'espace (coupe transversale) de façade à façade opposée aux piétons. Le but est ainsi de réduire l'espace consacré à la voiture au profit des modes de mobilité durable (la marche, le vélo et les transports en commun). Cela est mis en application lors de la rénovation ou de la création de voiries.

Le désamorçage des conflits piétons/vélos vise à améliorer la cohabitation des deux modes de mobilité en anticipant les conflits. Cela passe par la mise en pratique de principes d'aménagements cyclables et des études de densité de piétons pour décider des types d'aménagements à mettre en place : séparation trottoir/piste cyclable sur les axes à 50 km/h, cohabitation vélo/voiture et consécration des trottoirs aux piétons dans les zones 30, cohabitation piéton/vélo/voiture dans les zones de rencontre (avec un espace préférentiel piéton détectable par les personnes mal voyantes) et, enfin, cohabitation piéton/vélo dans les zones piétonnes avec la possibilité de créer des couloirs de circulation préférentiels pour les vélos. La circulation des vélos peut être interdite dans les aires piétonnes en cas de forte densité de piétons ou d'absence de visibilité.

L'amélioration de la perméabilité piétonne du territoire en se basant sur les documents d'urbanisme permet d'améliorer la trame des voies publiques en faveur de la marche. En effet, en affinant la trame urbaine, davantage d'itinéraires alternatifs peuvent s'avérer envisageables pour le piéton pour se rendre d'un point A à un point B. Une maille publique de 100 m comme visée par l'Eurométropole de Strasbourg permet d'effectuer des trajets plus directs et moins sinueux. Mettre en application la mesure d'amélioration de la perméabilité piétonne nécessite, entre autres, l'adaptation des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) en y inscrivant le principe de maillage fin et en prévoyant des emplacements réservés pour la réalisation des cheminements piétons manquants.

La planification d'ouvrages d'art stratégiques du réseau piétonnier vise à réduire la discontinuité des itinéraires piétons. En effet, l'Eurométropole de Strasbourg est riche de plusieurs voies d'eau qui représentent des coupures urbaines pour les piétons. Le but est alors de traiter ces coupures en réalisant de nouveaux ouvrages (ponts, ponts piétons...) ou en améliorant les conditions de confort des piétons sur les ouvrages existants.

La création d'un réseau piétonnier magistral a pour but de relier les centralités des quartiers composant la ville de Strasbourg. La ville est en effet composée de plusieurs quartiers qui sont plus ou moins favorable à la marche. Certains quartiers seraient isolés par des coupures urbaines dues aux voies d'eau ou aux infrastructures de transport. L'objectif du réseau piétonnier magistral est de relier les centralités des quartiers séparés de moins de 2 km. Ce réseau magistral établit un état des lieux du réseau piéton actuel et définit ce qui reste à faire pour améliorer les liaisons.

De plus, l'Eurométropole de Strasbourg soutient la création de pédibus dans les écoles pour promouvoir la marche auprès des jeunes

4.1.2. LE VELO A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

Le site internet de la ville présente des chiffres clés des mobilités durables comme « 1^{re} ville cyclable de France », « 671 km d'itinéraires cyclables », « 19 000 arceaux de stationnement vélo », « 38 000 vélos dans l'espace public », « 310 000 vélos chez les particuliers », « 4400 Vélhop » (vélos en libre-service ou en location), « 6 parkings à vélos », « 21 véloparcs tram et bus », « 360 rues à sens unique cyclables »



Figure 9 : Vélorue à Strasbourg, Google maps 2017

(Eurométropole de Strasbourg, 2017). F. Hérin affirme que « La capitale alsacienne caracole en tête des villes cyclables françaises avec, en 2009, 8% de l'ensemble des déplacements réalisés à vélo dans la communauté urbaine de Strasbourg [...] en compagnie de La Rochelle, ville cependant beaucoup plus modeste, et suivie de loin par Grenoble, Bordeaux et Rennes avec 4 %, mais elle est bien loin de Fribourg (19 %) et Bâle (17 %). » (Hérin, 2011). Selon S. Maillot et A. Peter « la pratique du vélo a toujours été forte à Strasbourg et s'est accentuée avec la multiplication des pistes cyclables (580 km) pour atteindre 8 % de part modale en 2009 quand Lille et Lyon n'en étaient respectivement qu'à 1,6 et 1,7 % » (Maillot & Peter,

2015)³⁶. En 2017 l'Eurométropole de Strasbourg met en place des « vélorues », premières infrastructures offrant aux cyclistes la possibilité de rouler au milieu de la chaussée, obligeant ainsi les voitures à rouler derrière eux (Figure 9).

Le plan vélo se présente sous forme de Schéma Directeur Vélo. L'Eurométropole de Strasbourg ayant pour objectif de doubler la part modale du vélo en 2025, ce plan permet alors de dresser un état des lieux du réseau cyclable actuel et de proposer de nouvelles orientations pour l'améliorer. On cite l'aménagement d'axes structurants, la desserte des équipements, des établissements d'enseignement, et des zones d'activités, la complémentarité entre les transports en commun et les vélos, le développement d'un réseau loisir pour l'accès aux zones de loisirs, développement de l'offre de stationnement vélo et la levée des obstacles à l'usage du vélo. Le Schéma Directeur Vélo préconise également la prise en compte systématique des cyclistes en agglomération et propose des itinéraires cyclables hors agglomération pour assurer un maillage cyclable cohérent et homogène sur l'ensemble de l'Eurométropole.

Le Schéma Directeur Vélo fait d'abord un diagnostic du réseau cyclable (les aménagements cyclables, la traversée des carrefours à feu, le jalonnement, l'entretien des aménagements...), du stationnement vélo (sur voie publique, en ouvrage, aux abords des pôles de transports...), de location de vélos, des services complémentaires aux cyclistes (plans de déplacements d'entreprises, plans de déplacements scolaires, lutte contre le vol des vélos, les actions de sécurité routière...) et de la promotion de la culture du vélo. Le plan vélo propose ensuite des solutions concrètes pour atteindre les objectifs de l'Eurométropole en termes d'usages du vélo. Il préconise de poursuivre le développement du réseau cyclable et propose des itinéraires à créer et des opérations prioritaires à réaliser. Une attention particulière est portée à l'amélioration de la lisibilité et de la performance du réseau en le hiérarchisant. Concernant l'offre de stationnement vélo, le Schéma Directeur préconise une offre abondante et diversifiée que ce soit sur la voie publique, en ouvrages, aux abords des pôles de transports ou dans les domaines privés. Promouvoir la culture du vélo est aussi l'un des objectifs du plan vélo. Il propose la réédition d'une carte des aménagements cyclables, la

³⁶ L'Enquête Mobilité (anciennement appelée Enquête Ménages Déplacements), parue le 20 septembre 2019, a enregistré une hausse de la part modale du vélo à l'Eurométropole de Strasbourg en passant de 8% à 11% et un recul de la part modale de la voiture de 46% à 37%. (ADEUS, 2019)

promotion et l'accueil du cyclotourisme, la création d'événements urbains telle que la fête du vélo et la semaine de la mobilité...

4.1.3. LES TRANSPORTS EN COMMUN DANS L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

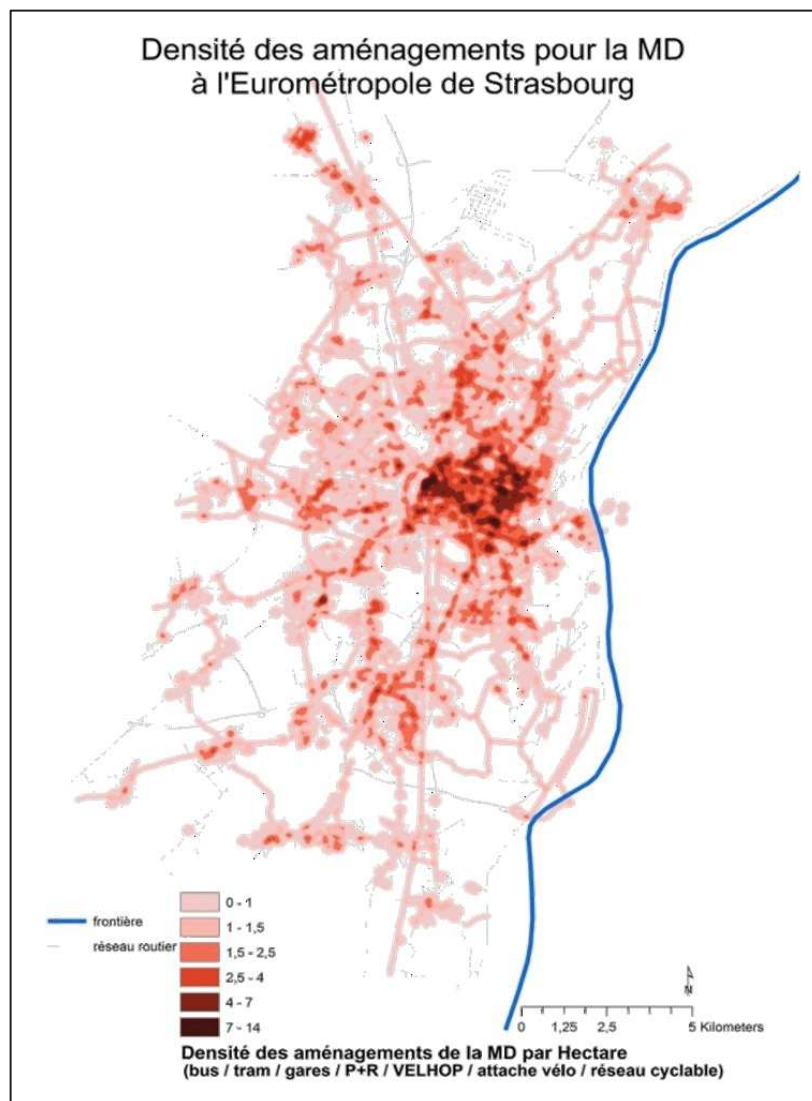
Le réseau de transport en commun est aussi présenté comme compétitif avec le « 1er réseau de tramway en France de 55,5 km et 79 stations (en 2019) qui continue à s'agrandir grâce à plusieurs extensions en cours, 6 lignes maillées, 69 stations et 300 000 voyageurs quotidiens, 30 lignes urbaines, 283 bus, 11 lignes interurbaines, des BHNS (Bus à Haut Niveau de Service) avec des vitesses d'exploitation et des fréquences élevées, la mise en place de différentes possibilités d'intermodalité et une tarification solidaire variable selon l'âge et le quotient familial » (Eurométropole de Strasbourg, 2017). Un schéma directeur des transports collectifs à l'horizon 2025 est aussi proposé. Comme pour le plan piéton et le plan vélo, il effectue une analyse et un diagnostic des transports en commun actuellement à l'Eurométropole et propose des solutions concrètes pour l'augmentation de leur part modale.

4.1.4. RESTRICTIONS ET ALTERNATIVES A L'USAGE DE LA VOITURE A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

La politique s'accompagne de mesures de restrictions des voitures en ville, telles que l'élargissement du secteur piétonnier, des zones de rencontre et des zones 30, la réduction des places de stationnement et de la vitesse en ville, l'élargissement progressif des périmètres de stationnements payants ou des zones bleues (stationnement à durée limitée).

D'autres mesures viennent compléter cet arsenal. L'Eurométropole met à disposition 10 parkings relais (P+R) pour encourager les automobilistes se dirigeant vers le centre-ville à garer leur véhicule aux périphéries de la ville et à emprunter le réseau Bus-tramway. Cette offre permet par ailleurs d'encourager le covoiturage grâce à un ticket (aller et retour) dans la limite de 7 personnes pour les utilisateurs des P+R (CTS, 2019). L'Eurométropole de Strasbourg dispose aussi du plus important réseau local d'autopartage avec 150 voitures et 58 stations (Eurométropole de Strasbourg). La carte 4 affiche une densité d'aménagements pour la mobilité durable sur le territoire d'étude. Cette densité décroît en s'éloignant du

centre-ville de Strasbourg. Cependant, les noyaux urbains à l'extérieur de Strasbourg profitent aussi d'une densité élevée des aménagements pour la mobilité durable. Par ailleurs, dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique, l'Eurométropole de Strasbourg a adopté fin 2017, à l'instar d'autres grandes villes telles Paris, Annecy, Grenoble, Lille, Lyon ou Toulouse, la démarche nationale de circulation différenciée en imposant aux automobilistes de se doter de vignettes CRIT'Air. En classant les véhicules mis en circulation à partir de 1997 par degrés d'émission de polluants, Strasbourg vise en partie à réduire la pollution atmosphérique en ville en interdisant le déplacement de certaines classes de véhicules estimés polluants lors de pics de pollution.



Carte 4 : Densité des aménagements pour la mobilité durable à l'Eurométropole de Strasbourg

4.2.CHOIX DES ZONES TESTS

L'ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne est évaluée à partir des centroïdes des mailles habitées de 200 m * 200 m sur le territoire d'étude. L'Eurométropole de Strasbourg compte 2645 mailles habitées. L'application sur la totalité de l'Eurométropole implique ainsi un traitement très lourd d'une grande masse de données qui nécessite une procédure automatisée. Pour l'expérimentation et la validation de la méthode, 13 zones tests réparties sur l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg ont été sélectionnées.

Le choix des zones tests est crucial pour mener des comparaisons au sein du territoire et révéler les disparités spatiales. Les zones tests doivent, d'une part, être réparties sur l'ensemble de l'Eurométropole en prenant d'une part en considération la morphologie urbaine structurant le territoire et, d'autre part, être représentatives des caractéristiques socio-environnementales des différents ensembles urbains.

Le tableau 5 recense quelques découpages du territoire de l'Eurométropole qui ont été élaborés pour des besoins spécifiques :

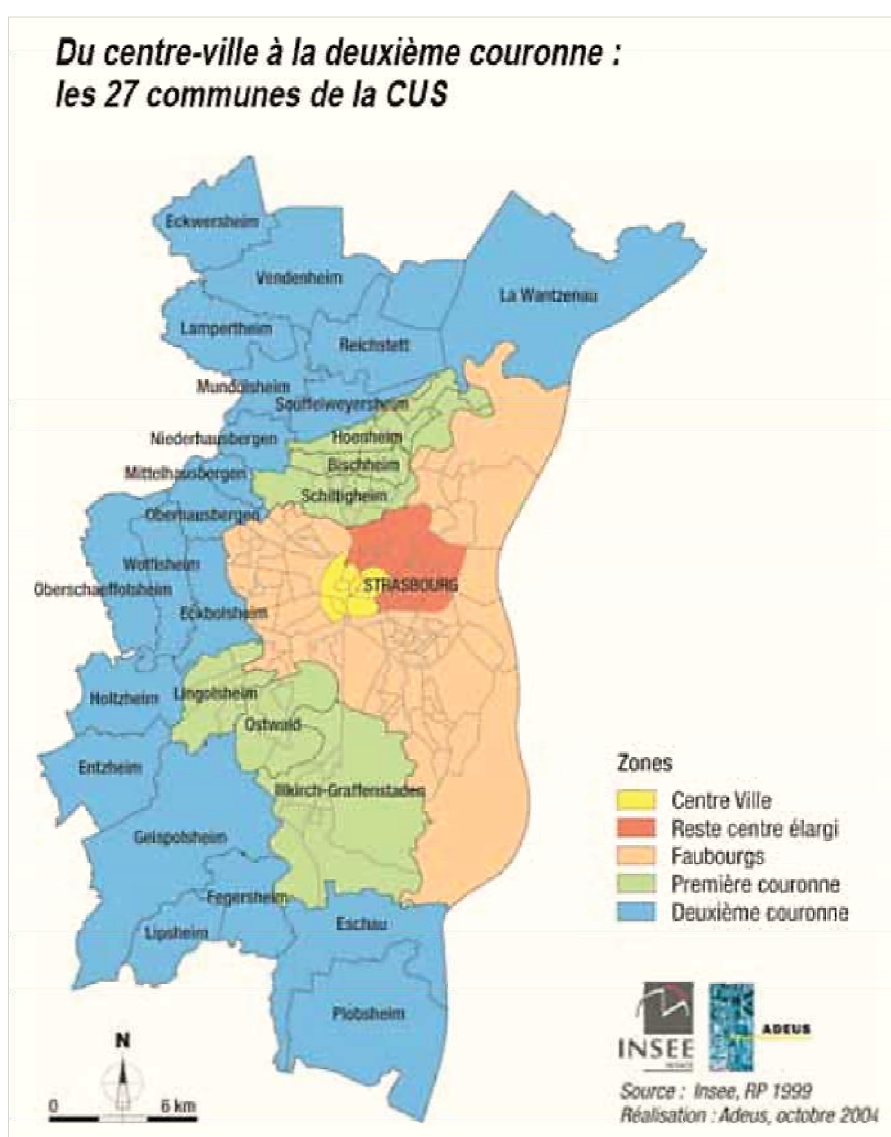
Tableau 5 : Découpage de l'Eurométropole et besoins spécifiques

Découpage	Utilité
Administration et démocratie locale	Communes, cantons quartiers Élus,
IRIS de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques)	Comptages et statistiques
Carroyage 200 mètres de l'INSEE	Comptages et statistiques
Postal	Codes postaux
Observatoire des déplacements de l'ADEUS	Résultats essentiels de l'EMD (Enquête Ménages Déplacements). Ce rapport de l'ADEUS analyse les résultats de l'EMD et étudie l'évolution de la mobilité sur le territoire de l'Eurométropole entre 1988, 1997 et 2009. Il intègre dans son étude, entre autres, le nombre des déplacements, la raison de ces déplacements et les modes utilisés à savoir : à pied, à vélo, en voiture et en transports en commun urbains.

4.2.1. ZONES REPARTIES GEOGRAPHIQUEMENT SUR L'ENSEMBLE DE L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG

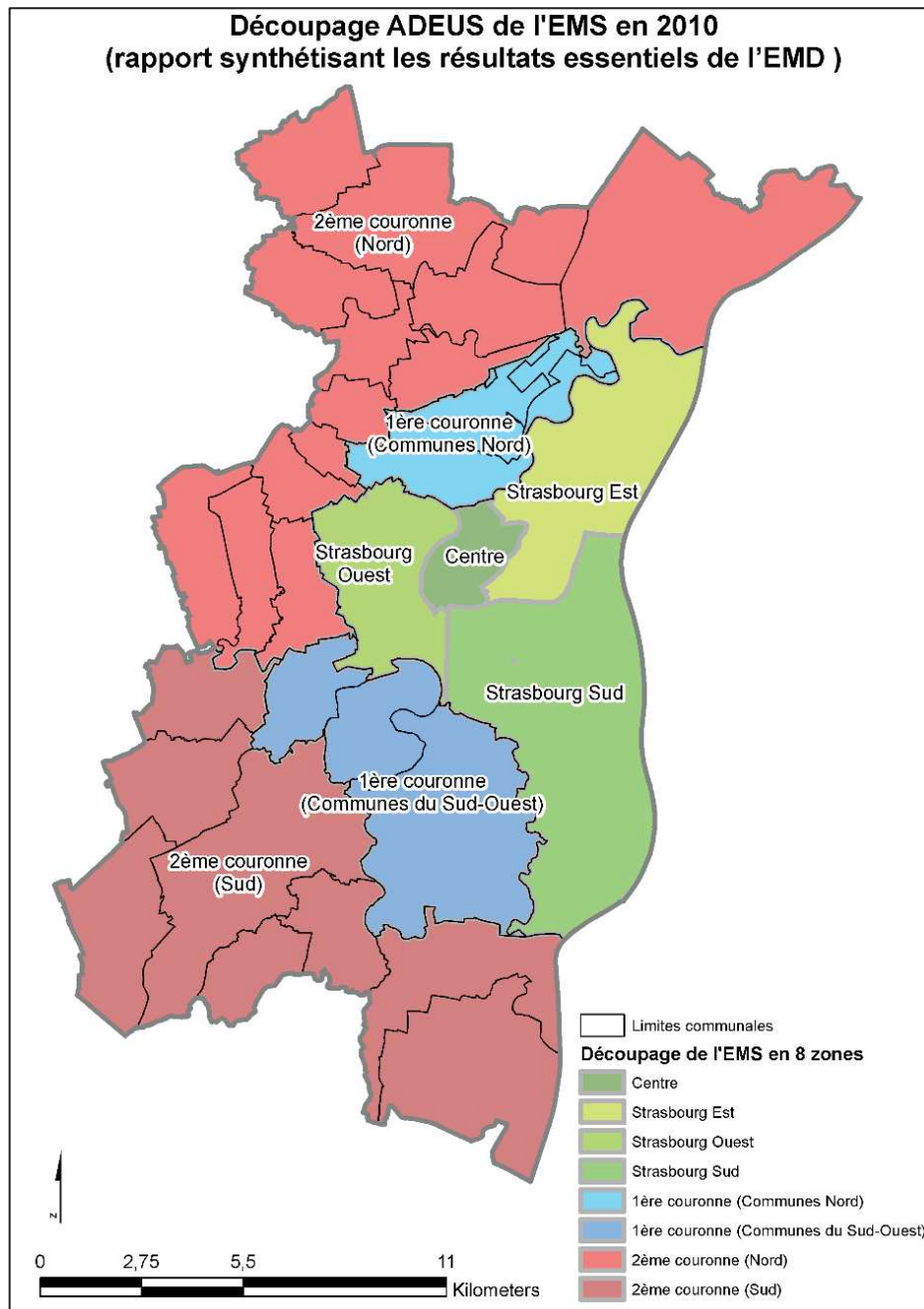
Deux découpages utilisés par l'ADEUS ont été utiles pour la sélection des zones tests :

1. Le premier, utilisé par l'ADEUS en 2004, contient 5 zones représentées sur la carte 5 : le centre-ville, le centre élargi, les faubourgs, la première couronne et la deuxième couronne



Carte 5 : Découpage de l'Eurométropole de Strasbourg en 5 zones

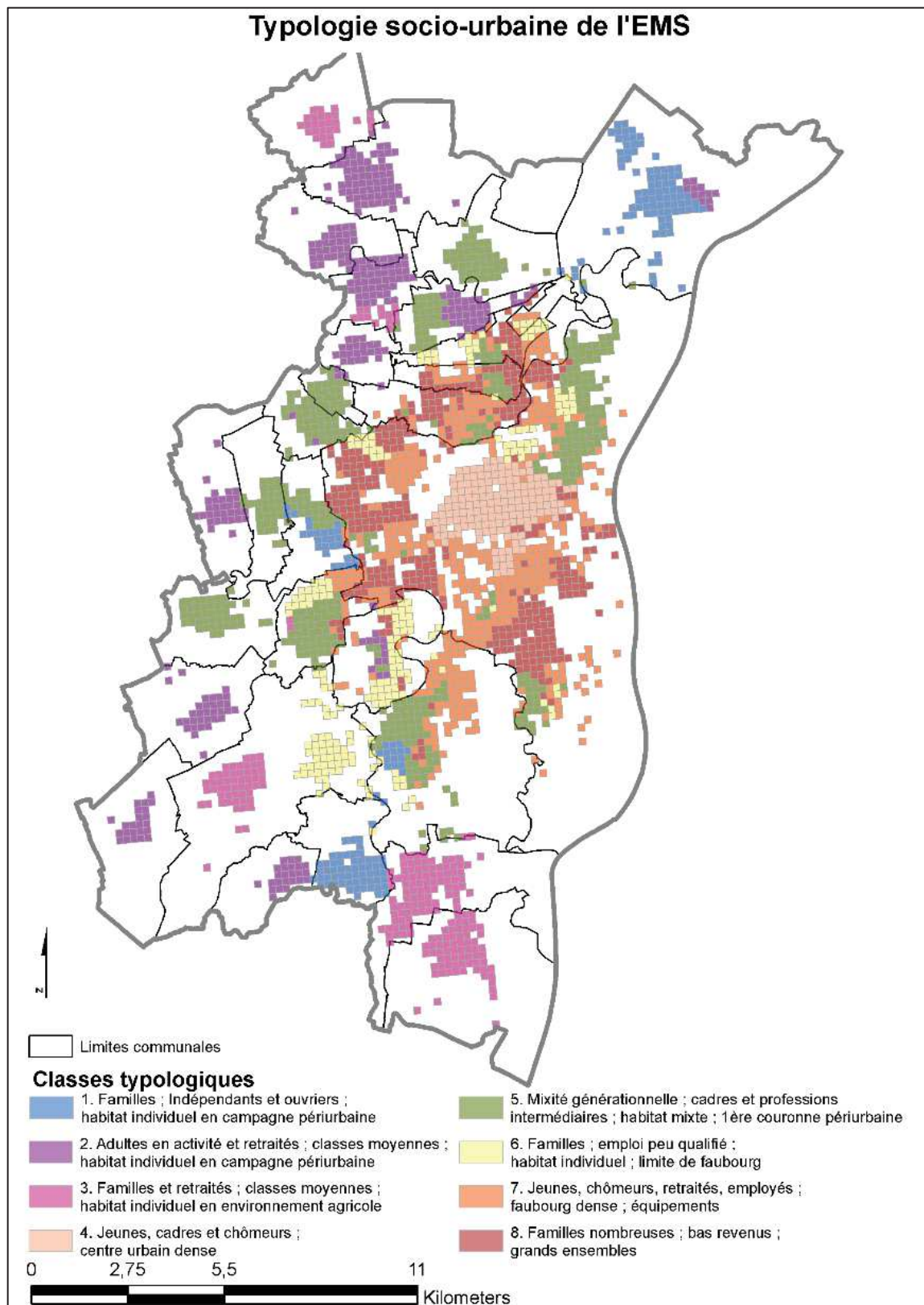
2. Le deuxième découpage a été utilisé par l'ADEUS en 2010 dans son rapport synthétisant les résultats essentiels de l'EMD (Enquête Ménages Déplacements). Ce découpage contient alors 8 zones représentées sur la carte 6 (ADEUS, 2010) : le centre de Strasbourg, Strasbourg Est, Strasbourg Ouest, Strasbourg Sud, première couronne (communes Nord), première couronne (communes du Sud-Ouest), deuxième couronne (Couronne Nord), deuxième couronne (Couronne Sud). Les 8 zones seront représentées dans cette étude.



Carte 6 : Découpage utilisé pour le choix des zones tests

4.2.2. LES ENVIRONNEMENTS SOCIO-URBAINS REPRESENTES

L'objectif de la recherche in fine est de déceler et d'analyser les disparités sociospatiales de l'ergonomie d'accès aux ressources. Les échantillons de l'étude doivent de ce fait prendre en considération les caractéristiques socio-environnementales des différents quartiers et des différentes communes. La pratique quotidienne de la ville rend l'utilisateur conscient des spécificités des différentes zones et des divers quartiers. Le choix des zones tests s'est alors fondé sur une typologie élaborée dans le cadre d'un projet de recherche ANR RED (Propeck E. , 2018). La typologie socio-urbaine prend en compte les données de population (âge, taille des ménages, catégories socioprofessionnelles...), les données d'environnements urbains (occupation du sol, trame bleue, trame verte...) et la typologie distingue 8 classes représentées sur la carte 7.



Carte 7 : Typologie socio-urbaine de l'Eurométropole de Strasbourg

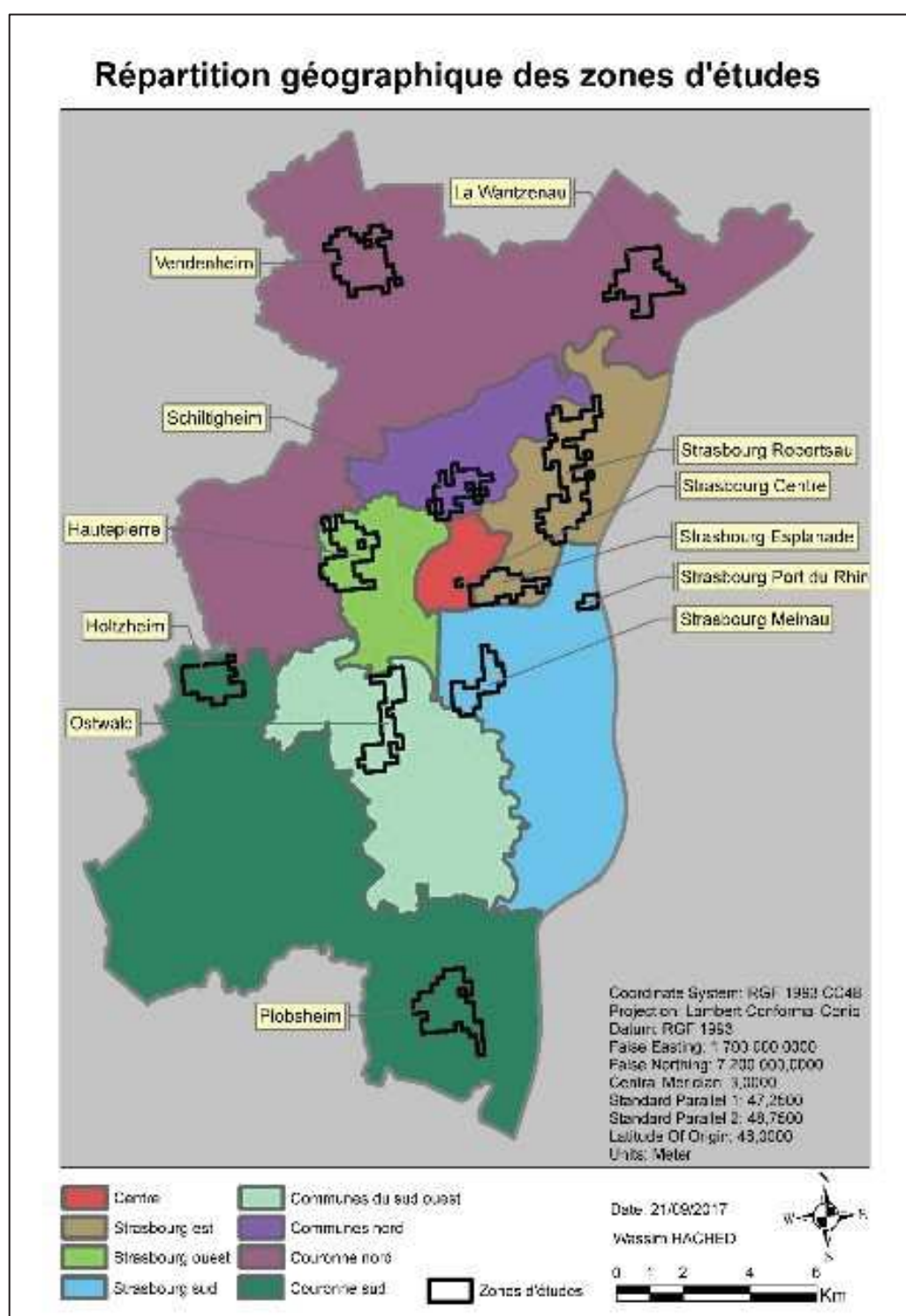
4.2.3. ZONES CHOISIES

En prenant en compte la répartition géographique et les caractéristiques socio-urbaines, 12 zones tests, comme résumé dans le tableau 6, ont été finalement retenues :

Tableau 6 : Zones test (typologie socio-urbaine et zones géographiques)

Zone géographique	Zones tests	Classe typologique
Strasbourg centre-ville	Le centre (hypercentre)	4. Jeunes, cadres et chômeurs ; centre urbain dense
Centre élargi	l'Esplanade (Centre élargi)	4. Jeunes, cadres et chômeurs ; centre urbain dense
Faubourg Strasbourg Est	la Robertsau	5. Mixité générationnelle ; cadres et professions intermédiaires ; habitat mixte ; 1re couronne périurbaine
Faubourg Strasbourg Ouest	Hautepierre	8. Familles nombreuses ; bas revenus ; grands ensembles
Faubourg Strasbourg Sud	Meinau	7. Jeunes, chômeurs, retraités, employés ; faubourg dense ; équipements
	Port du Rhin	8. Familles nombreuses ; bas revenus ; grands ensembles
Première couronne Communes nord	Schiltigheim	7. Jeunes, chômeurs, retraités, employés ; faubourg dense ; équipements
Première couronne Communes du Sud-ouest	Ostwald	6. Familles ; emploi peu qualifié ; habitat individuel ; limite de faubourg
Deuxième couronne Couronne Nord	Vendenheim	2. Adultes en activité et retraités ; classes moyennes ; habitat individuel en campagne pé- riurbaine
	La Wantzenau	1. Familles ; indépendants et ouvriers ; habitat individuel en campagne périurbaine
Deuxième couronne Couronne Sud	Holtzheim	5. Mixité générationnelle ; cadres et professions intermédiaires ; habitat mixte ; 1re couronne périurbaine
	Plobsheim	3. Familles et retraités ; classes moyennes ; habi- tat individuel en environnement agricole

Toutes les zones géographiques et les classes typologiques sont ainsi représentées. La carte 8 illustre la répartition géographique des zones sélectionnées.



Carte 8 : Répartition des zones d'études

4.2.4. CHOIX DES MAILLES AU SEIN DES ZONES TESTS

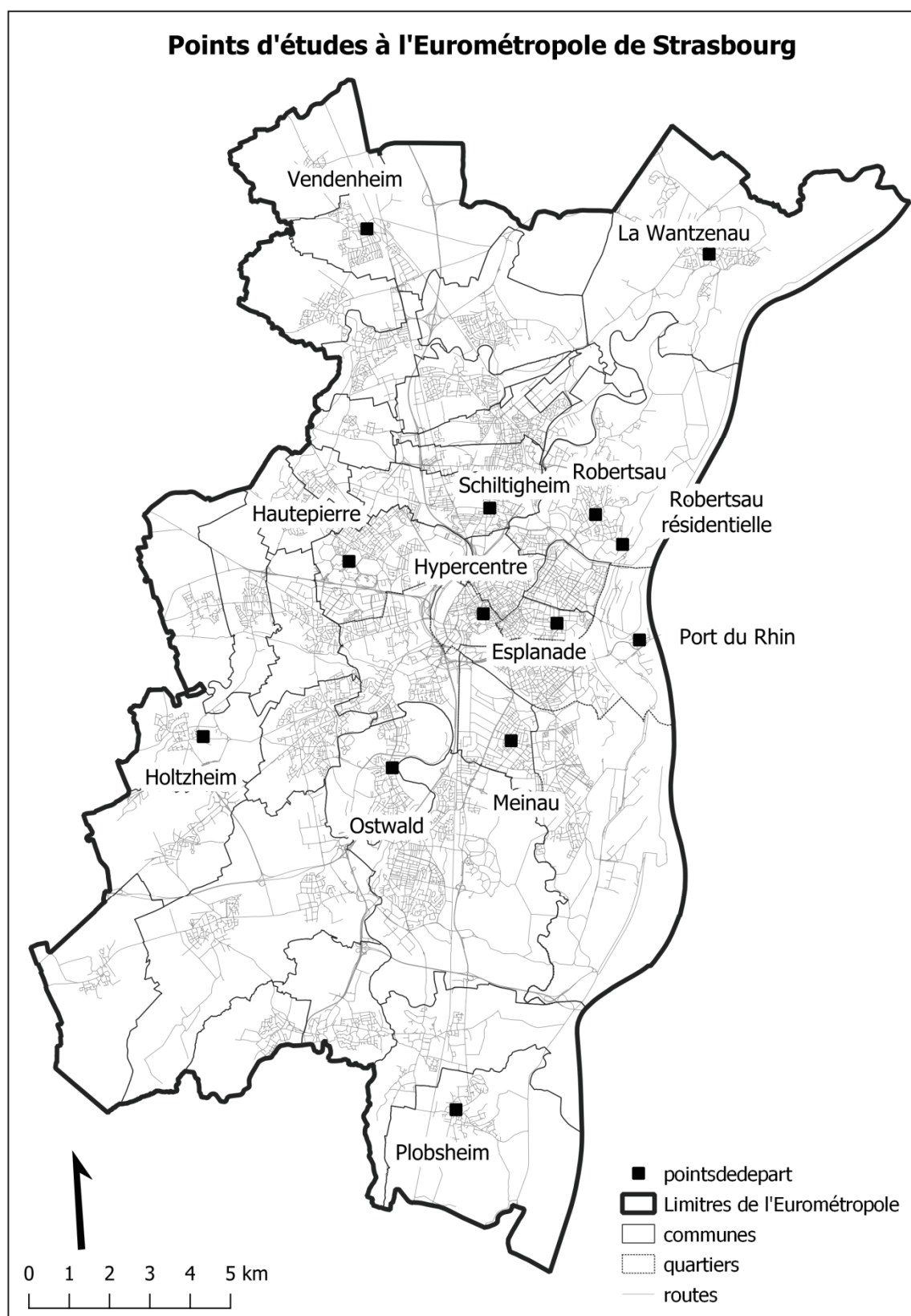
Rappelons que l'évaluation de l'ergonomie d'accès se fait à partir de mailles de 200 m * 200 m. La répartition géographique des zones d'études choisies sur l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg permet d'avoir un échantillon représentatif des différents ensembles environnementaux sociaux et urbains à l'échelle de l'Eurométropole. Le choix d'une maille particulière au sein d'une zone test reste alors sensible tant la position de la maille peut impacter de façon importante l'accès aux ressources surtout à pied ou à vélo avec des pas de temps courts. Pour illustrer cet impact, 2 points d'études situés à seulement 1 km l'un de l'autre ont été sélectionnés à la Robertsau. Le premier est situé au cœur du quartier et le deuxième est excentré et situé dans une zone résidentielle. En deuxième couronne par exemple, les commerces et les services sont généralement concentrés au cœur des villages alors que les lotissements les plus éloignés en sont dépourvus. Différents principes peuvent alors être adoptés pour le choix d'une maille particulière :

- Sélection aléatoire d'une maille au sein des mailles d'une zone test
- Prise en compte du centroïde de chaque zone test
- Choix sur critères d'experts d'une maille

L'objectif premier ici est tout d'abord de mettre en œuvre la validation de la méthodologie dans différents environnements (centre, faubourg, périphérie...). Le deuxième objectif est d'analyser les disparités sociospatiales au sein de l'Eurométropole de Strasbourg. Des mailles centrales ont été choisies au sein des classes typologiques des communes et des quartiers sélectionnés, sur cette base, le parti pris a été de calculer le centroïde des mailles sélectionnées et sur cette base recueillir l'avis de professionnels de la ville appartenant à la délégation aménagement, développement et mobilité de l'Eurométropole de Strasbourg.

L'évaluation de l'ergonomie d'accès reste ainsi, malgré tout, ponctuelle et spécifique aux points d'études. Une analyse plus précise des disparités spatiales demanderait de multiplier les points d'études, d'automatiser la chaîne de traitement pour couvrir toutes les zones habitées.

La carte 9 présente les points d'études retenus :



Carte 9 : Points d'étude sélectionnés (refaire la carte et entourant les noms et sans EMS)

4.3. PRESENTATION DES POINTS D'ETUDES

Chaque point d'étude présente des caractéristiques urbaines, sociales, environnementales qui lui sont propres :

4.3.1. STRASBOURG, HYPERCENTRE

Le centre historique de Strasbourg, dont les origines remontent à l'époque romaine, est délimité par les bras d'une rivière (l'ILL). Il se distingue par une forte densité de bâti aérée par de nombreuses places publiques. Les bâtiments y sont, pour la plupart, en bande continue et de faible hauteur. Les jeunes, cadres et chômeurs y sont surreprésentés. De nombreux bâtiments ont conservé leur structure caractéristique en colombage (autour de la cathédrale notamment, petite France...), offrant un patrimoine qui attire les visiteurs. La voirie est étroite, mais avec quelques grandes percées (rue des grandes arcades, grand'rue...).

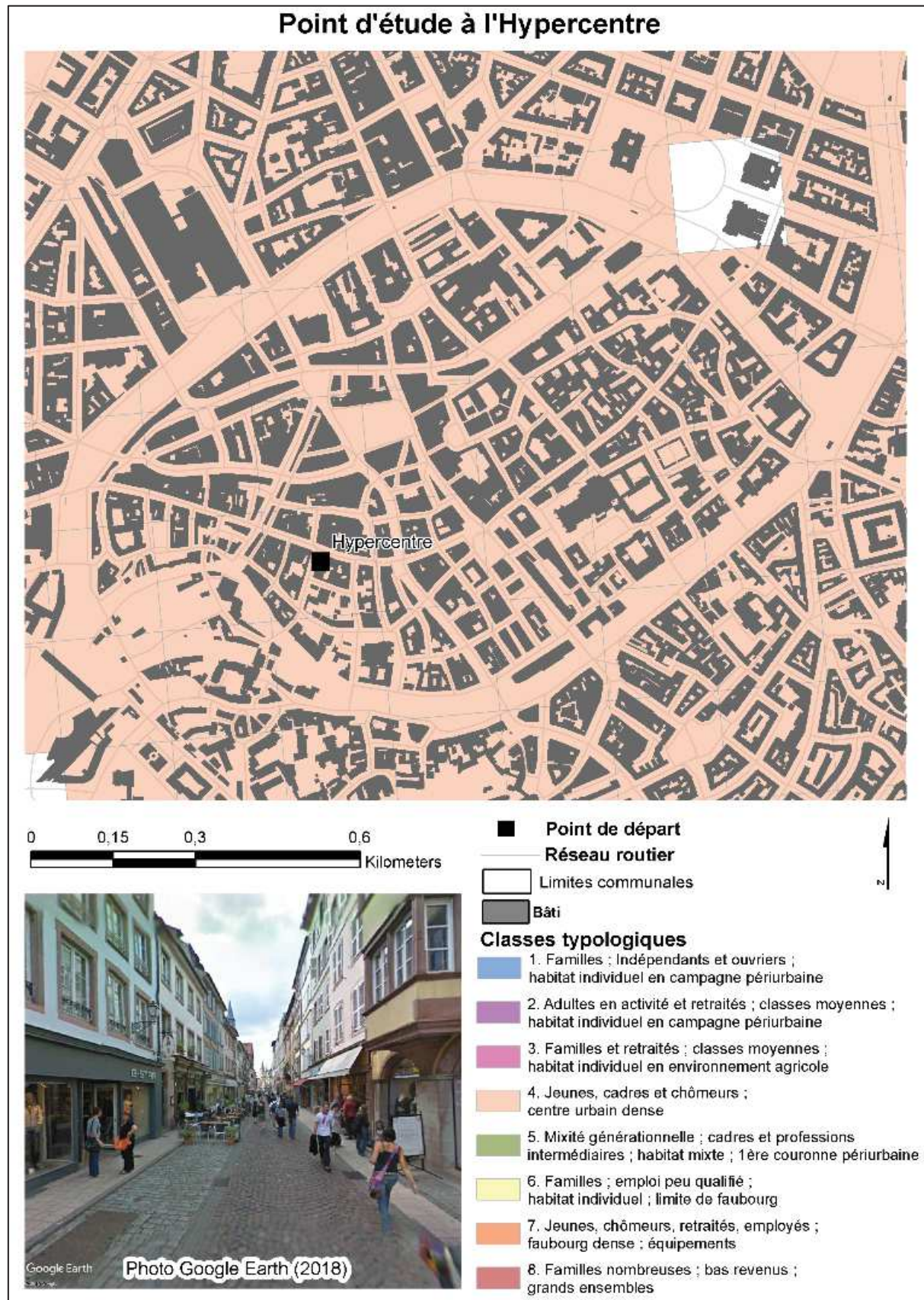
De par la place accordée à la mobilité durable en général, et aux piétons en particulier grâce aux nombreuses et importantes zones piétonnes, l'hypercentre est fortement fréquenté par les piétons. Si la nature se fait relativement rare, les équipements urbains tels que les bancs, les poubelles et, dans une moindre mesure, les toilettes y sont nombreux.

Les cyclistes ne sont pas en reste, car ils bénéficient aussi de nombreux aménagements spécifiques (pistes cyclables, bandes cyclables...). Ils peuvent également circuler dans les rues piétonnes ou dans les zones de rencontres, mais le stationnement vélo reste plus faible et qu'à la périphérie du centre-ville.

La circulation des voitures par contre est bannie dans la majorité du centre-ville en faveur des rues piétonnes. Pour lutter contre la voiture en ville, les places de stationnement sont réduites et le stationnement, payant, arbore le tarif horaire le plus élevé de l'Eurométropole.

Le transport en commun, quant à lui, est fortement présent dans l'hypercentre qui se retrouve traversé de part et d'autre par plusieurs lignes de bus et surtout de tramway, fortement développé depuis 1994, avec un nœud principal à la place de l'Homme de Fer.

Le point d'étude choisi se situe dans l'une des artères principales de la ville qui est également une rue piétonne (Carte 10).



Carte 10 : Localisation du point d'étude à l'hypercentre de Strasbourg

4.3.2. STRASBOURG, QUARTIER DE L'ESPLANADE

Situé à l'Est du centre historique, le quartier de l'Esplanade fait partie du centre élargi de Strasbourg. Datant des années 1960, il s'avère relativement récent et possède la caractéristique d'avoir été entièrement construit sur un terrain militaire désaffecté, d'où son nom. Des vestiges de la citadelle Vauban y sont encore présents et font partie du parc de la Citadelle situé à la limite du quartier. Le campus central de l'université de Strasbourg occupe une grande partie de l'Esplanade. Il est ouvert à la circulation des piétons et des cyclistes. Le quartier est reconnaissable par son urbanisme aux valeurs défendues par Le Corbusier. De grands ensembles d'habitations (abritant aussi aux rez-de-chaussée des bureaux ou des commerces) se succèdent et s'organisent de manière à dégager des espaces vides/aérés importants aménagés en places, parkings ou en espaces verts.

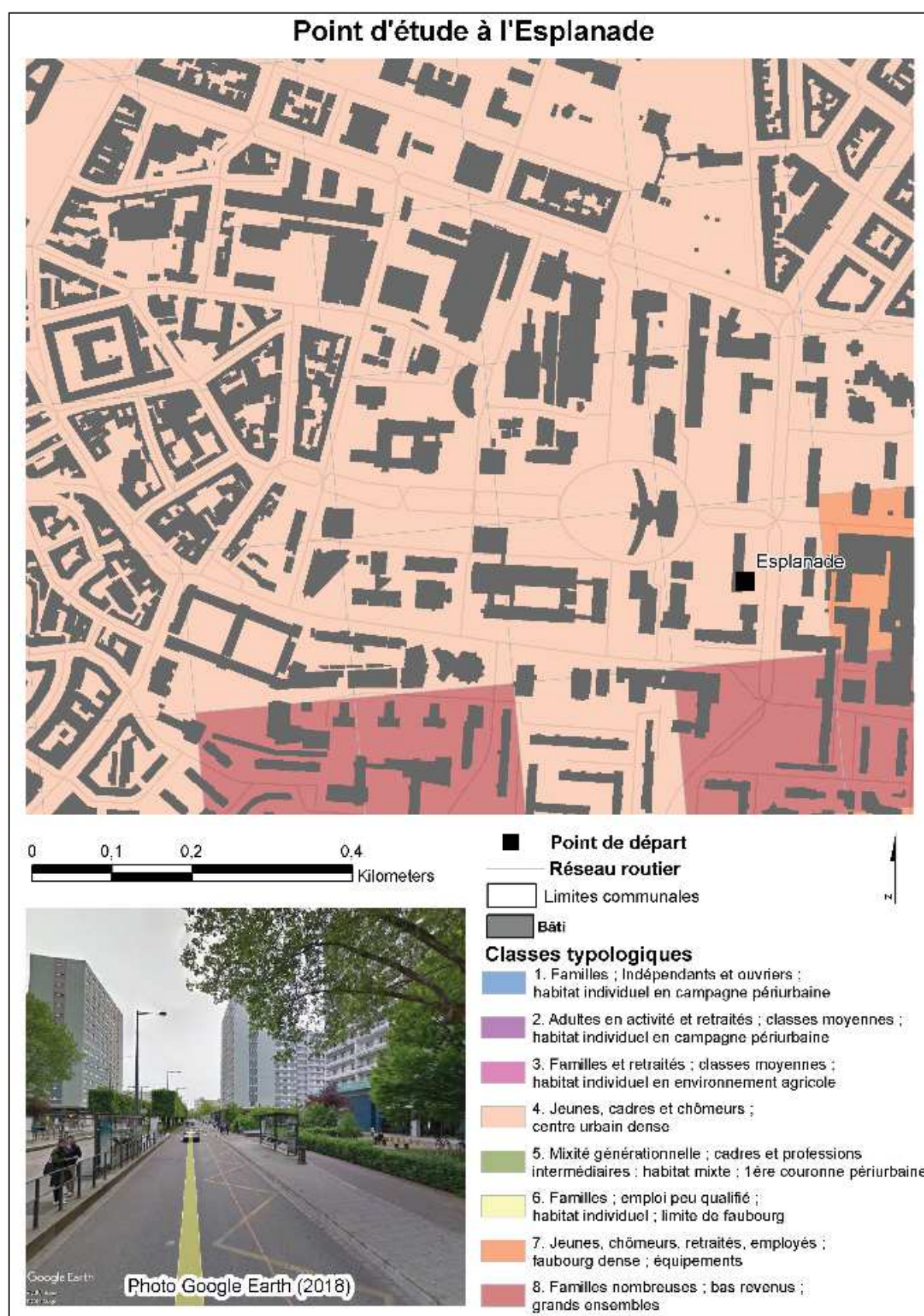
Les piétons bénéficient généralement de larges trottoirs, certains plantés d'arbres, qu'ils partagent quelques fois avec les pistes cyclables. Quelques bancs et poubelles sont présents.

Les cyclistes peuvent profiter de pistes cyclables longeant les grands axes et de voies cyclables tracées le long des axes moins importants. Les rues en sens unique y sont cyclables dans les deux sens tandis que quelques zones du quartier sont aménagées en zones 30. De fréquents passages entre les immeubles permettent le passage des cyclistes et des piétons.

Pour les automobilistes, les places de stationnement sur la voirie restent rares au regard de la densité des habitants, cela au profit de nombreux parkings souterrains d'immeubles. Le stationnement à durée limitée ou le stationnement payant commencent à se propager dans le quartier.

Le quartier est desservi par 3 lignes de tramway et plusieurs lignes de bus. Plusieurs typologies socio-urbaines coexistent dans le quartier, mais le profil surreprésenté reste similaire à l'hypercentre avec des jeunes (dû à la présence de l'université et la proximité avec le centre-ville), cadres et chômeurs.

Le point d'étude choisi est situé au centre du quartier sur l'avenue principale (avenue du Général de Gaulle) (Carte 11).



Carte 11 : localisation du point d'étude au quartier de l'Esplanade

4.3.3. STRASBOURG, QUARTIER DU PORT-DU-RHIN

Le quartier du Port-du-Rhin est un quartier excentré à l'extrême Est de la commune de Strasbourg. Situé entre la frontière franco-allemande et la zone industrielle du Port-du-Rhin, il a été de ce fait longtemps enclavé et délaissé par les commerces ou les services, au profit de la ville allemande Kehl qui offre un large panel de ressources. Le quartier du Port-du-Rhin est un quartier prioritaire de la Politique de la Ville (QPV). Il connaît un taux de chômage élevé. Les familles nombreuses avec de bas revenus, habitant dans des logements majoritairement aidés, y sont surreprésentées. L'environnement urbain est composé principalement d'immeubles de moyenne hauteur en bande continue.

Les piétons peuvent se déplacer sur des trottoirs et des places. Quelques bancs sont présents. Le pont de l'Europe, équipé d'un trottoir, permet de se rendre à Kehl, longeant la route très fréquentée.

Les cyclistes souffrent d'aménagements cyclables rares.

Les routes, quelquefois arborées, sont étroites, certaines en sens unique. Le Pont de l'Europe permet de se rendre facilement à Kehl. Le stationnement sur route est gratuit et plusieurs bâtiments sont équipés de parkings ou garages privés.

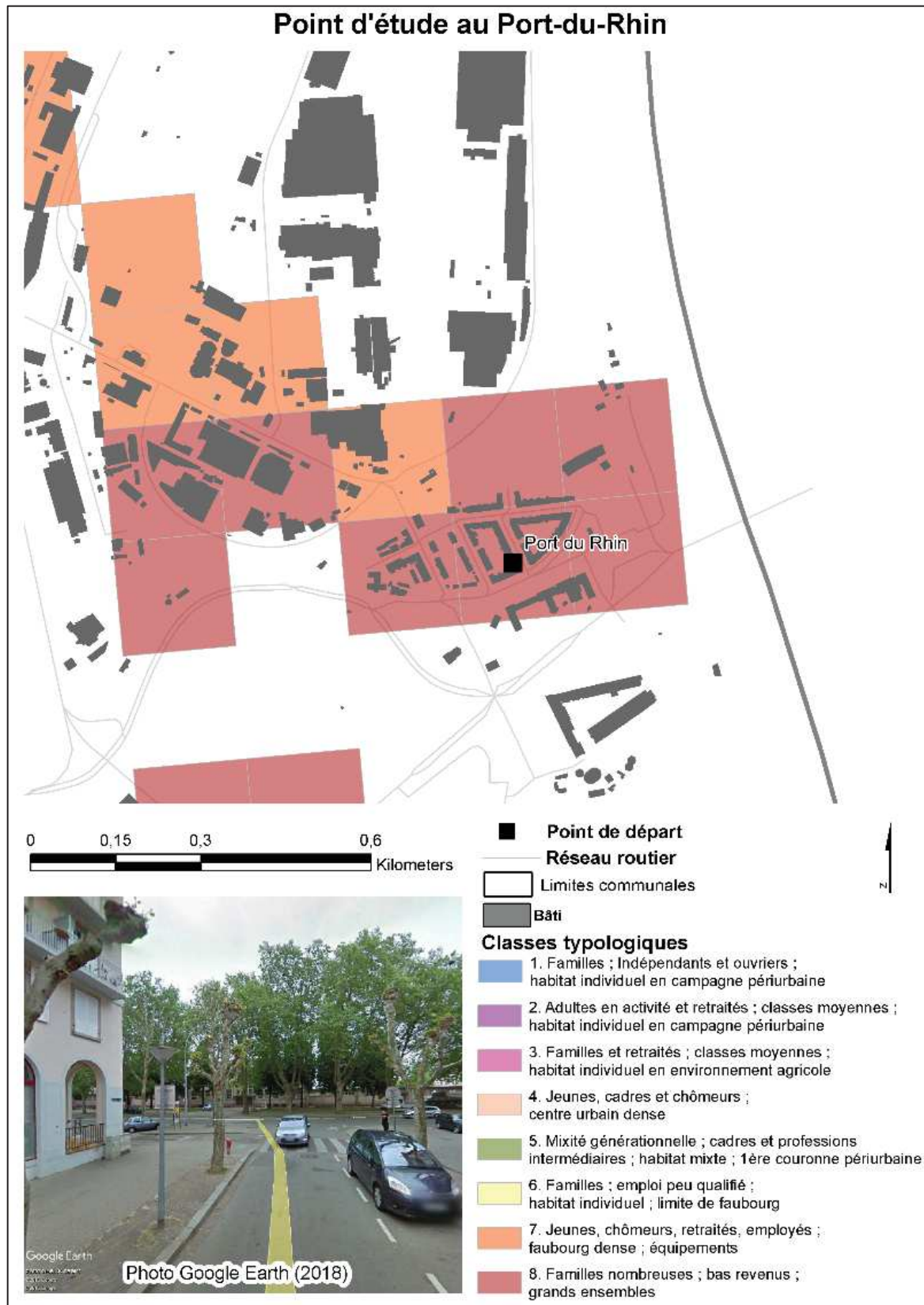
Seule une ligne de bus, la 2, qui reliait le centre de Strasbourg et le Port du Rhin, desservait cette zone avant l'arrivée du tramway de la ligne D, qui permet de relier le quartier à la fois au centre-ville de Strasbourg et facilitant encore l'accès à la ville allemande voisine Kehl, en 2017. Le pont, construit parallèlement au pont de l'Europe pour permettre au tramway d'enjamber le Rhin, est accessible aux modes doux, facilitant et améliorant d'un point de vue qualitatif et sécuritaire l'accès à Kehl.

Depuis quelques années, le quartier connaît des mutations urbaines et des projets de rénovation urbaine. Il profite largement du projet urbain des Deux-Rives qui a pour objectif de relier le centre-ville de Strasbourg à Kehl. La route qui assure son accès depuis le quartier de l'Esplanade en traversant la zone industrielle a été redessinée (2018 pour intégrer des pistes cyclables tandis que de nouveaux projets urbains (d'habitation principalement) sont nés dans les terrains industriels désaffectés. En plus des nouveaux immeubles qui s'ajoutent ou qui remplacent les anciens terrains industriels, de nouvelles ressources de

proximité s'installent, notamment un supermarché de proximité, un bureau de poste, une banque... Une grande clinique privée avec des urgences et de multiples spécialités vient également d'ouvrir ses portes à quelques mètres du quartier.

Pour cette étude, les données utilisées datent de 2015 et donc les ressources et les aménagements en évolution constante depuis, n'ont pas été pris en compte.

Le point d'étude choisi se situe au centre de ce quartier (Carte 12).



Carte 12 : Localisation du point d'étude au Port-du-Rhin

4.3.4. STRASBOURG, QUARTIER DE LA MEINAU

Le quartier de la Meinau est situé au Sud de Strasbourg. Son urbanisme est composé d'ensembles contrastés structurés autour d'un axe Nord-Sud. A l'Ouest de cette avenue se trouve une vaste zone industrielle appelée la plaine des bouchers, tandis qu'à l'Est se situe la zone résidentielle qui connaît aussi des contrastes. En effet, au Nord, les logements sont de type villas individuelles et au sud l'habitat est de type HLM et grands ensembles. La Meinau est aussi caractérisée par l'abondance d'équipements sportifs, notamment le stade de la Meinau, au nord de la zone résidentielle. Du fait de ces contrastes internes, chaque zone (industrielle, habitats individuels et grands ensembles) possède ses propres caractéristiques d'environnements urbains. La partie résidentielle de la Meinau est riche en verdure : la zone d'habitats individuels profite des jardins privés des villas et la zone des grands ensembles offre plusieurs espaces verts. A l'image du quartier, des populations différentes habitent la zone résidentielle. La partie Nord-Ouest (qui longe l'avenue de Colmar) est caractérisée par une surreprésentation des cadres et professions intermédiaires avec une mixité générationnelle. Dans la partie centrale, où est situé le point d'étude, les jeunes, chômeurs, retraités et employés sont surreprésentés. La partie Sud-Est, quant à elle, est surreprésentée par les familles nombreuses avec de bas revenus. Le quartier est classé entièrement, depuis 2013, en zone de sécurité prioritaire.

Les piétons, à la Meinau, profitent généralement de trottoirs en bon état qui longent la grande majorité des routes. Mais il n'est pas rare que ces trottoirs soient occupés par partiellement par des voitures notamment dans la partie composée de logements individuels.

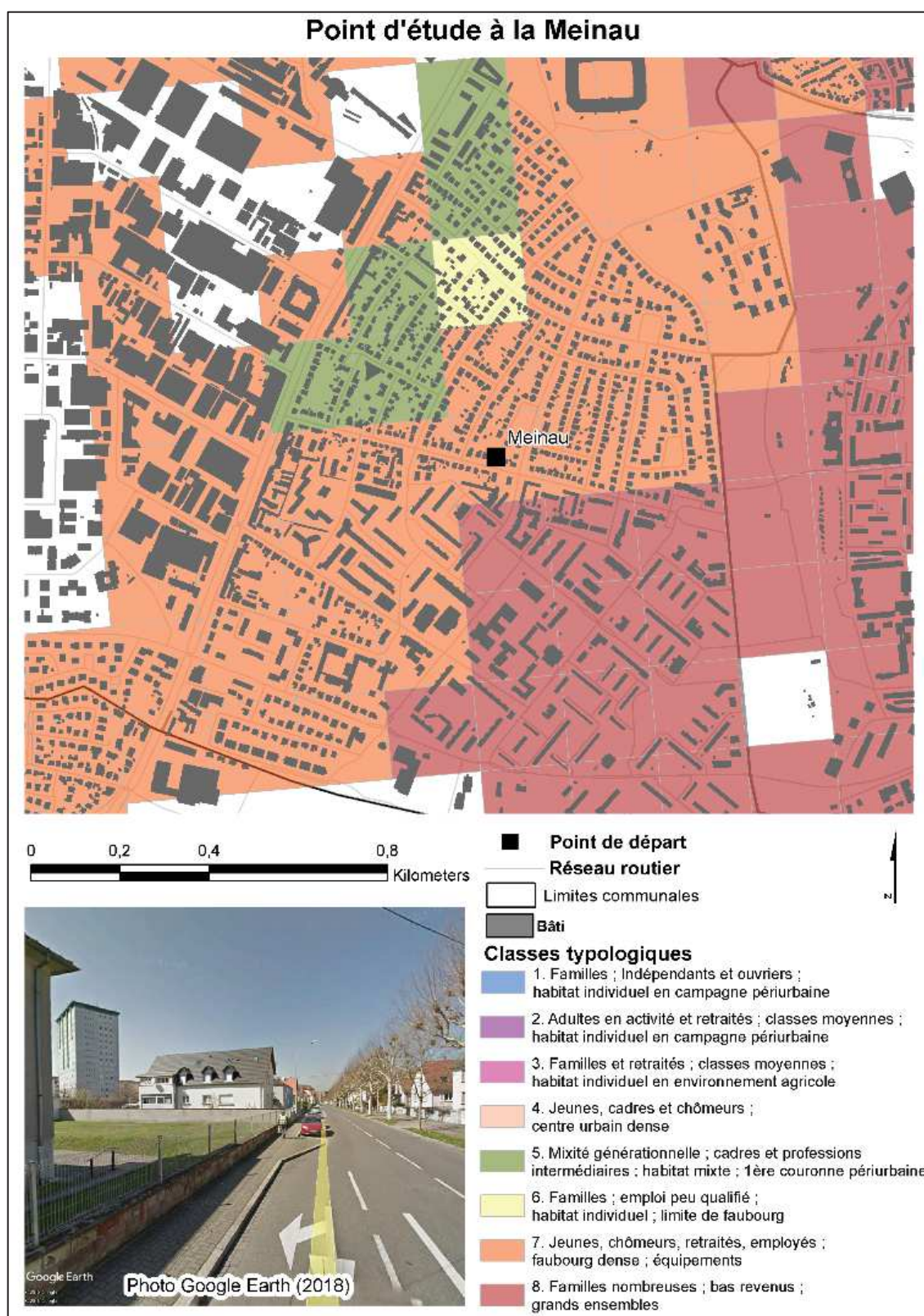
La Meinau permet aux cyclistes de profiter de quelques pistes cyclables localisées principalement du côté des grands ensembles ainsi que de bandes cyclables le long de la route principale et de quelques zones 30.

Les routes sont souvent arborées ou profitent de la verdure des jardins privés, le stationnement y est gratuit. La partie des grands ensembles propose des parkings privés et le stationnement sur la route profite d'aménagements spécifiques. Par contre dans la zone

d'habitat individuel, où en dehors des garages privés, le stationnement est souvent anarchique et les places sont rarement aménagées.

Le quartier est aussi desservi par de nombreuses lignes de bus à l'intérieur de la zone résidentielle. Le tramway, en passant par l'avenue principale, dessert et sépare la zone industrielle et la zone d'habitations et permet de relier le quartier au centre-ville, à plusieurs quartiers du centre et à la ville voisine.

Le point d'étude choisi est situé au milieu de la zone résidentielle, à la frontière de la zone d'habitats individuels et de la zone des grands ensembles (Carte 13).



Carte 13 : Localisation du point d'étude au quartier de la Meinau

4.3.5. STRASBOURG, QUARTIER DE LA ROBERTSAU

Le quartier de la Robertsau est situé à l'extrême Nord de Strasbourg, à proximité du quartier Européen où se concentrent les institutions Européennes. La partie centrale de la Robertsau forme un noyau villageois où se concentrent les services et les commerces sur la route principale (Rue Mélanie). Le quartier est connu par son passé agricole et son attractivité pour les familles nobles et bourgeoises principalement au XVII^èm^e siècle. Le cachet agricole du quartier subsiste encore et on trouve encore des maraichers. Une grande partie du quartier, au nord, abrite la forêt rhénane de la Robertsau où se trouve le château de Pourtales ainsi que plusieurs lacs et cours d'eau. La forêt propose plusieurs sentiers piétonniers, cyclables et équestres. A l'Est de la Robertsau se situe le Port au Pétrole, classant une partie de l'Est du quartier en zone à risques technologique faisant l'objet d'un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT). La Robertsau profite d'une mixité générationnelle. Les cadres et des professions intermédiaires logeant en habitat mixte y sont surreprésentés.

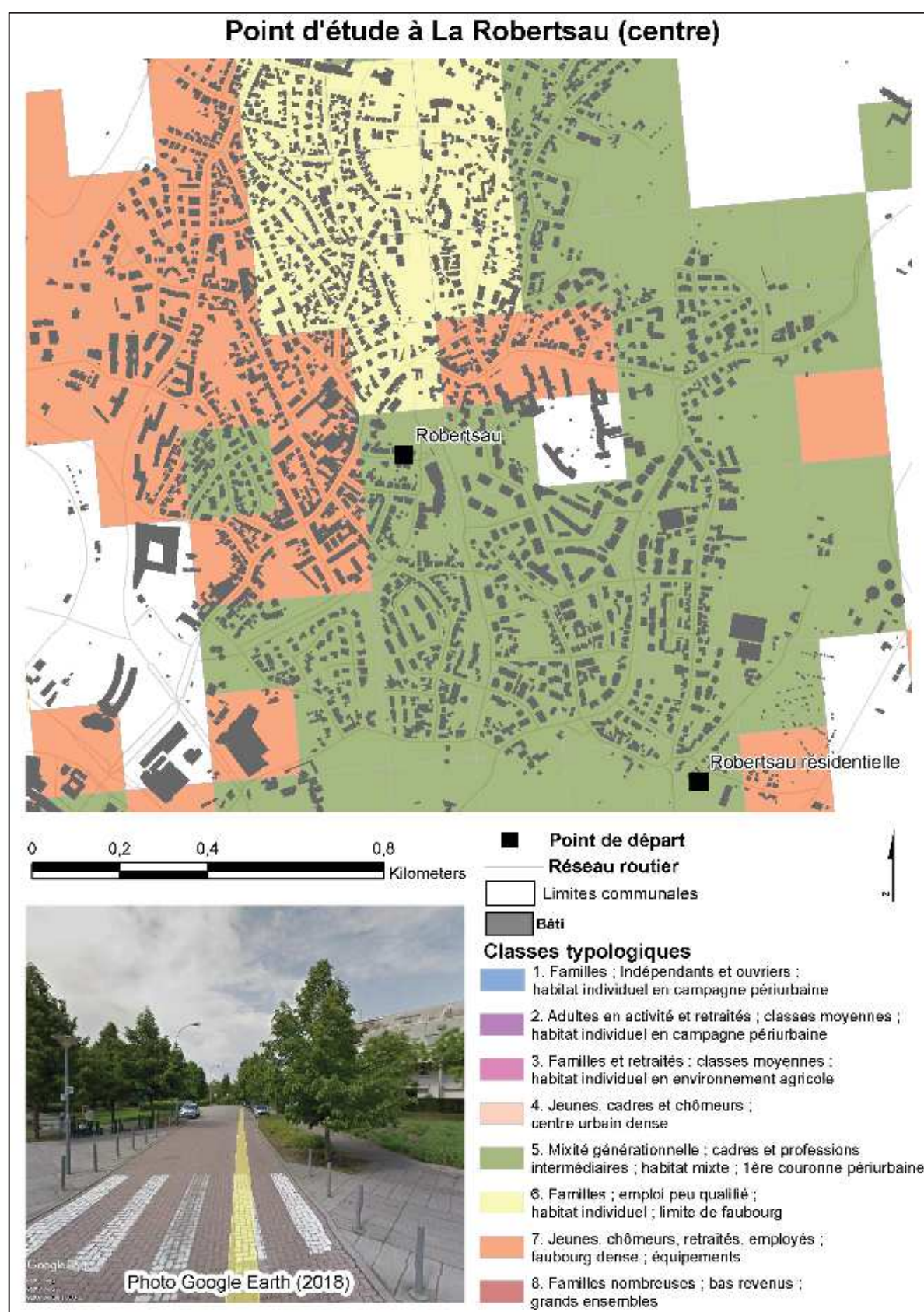
A pied, les trottoirs sont de bonne qualité, mais en dehors des voies principales ils sont généralement soit absents soit étroits.

La rue principale dans la partie centrale du quartier vient de voir apparaître fin 2018 des zones de stationnement à durée limitée. Le quartier profite de quelques parkings à proximité des noyaux de vie, d'un parking relais. Beaucoup de rues à sens unique et dans les îlots résidentiels, souvent des zones 30, les rues sont plus étroites et certaines sont à sens unique.

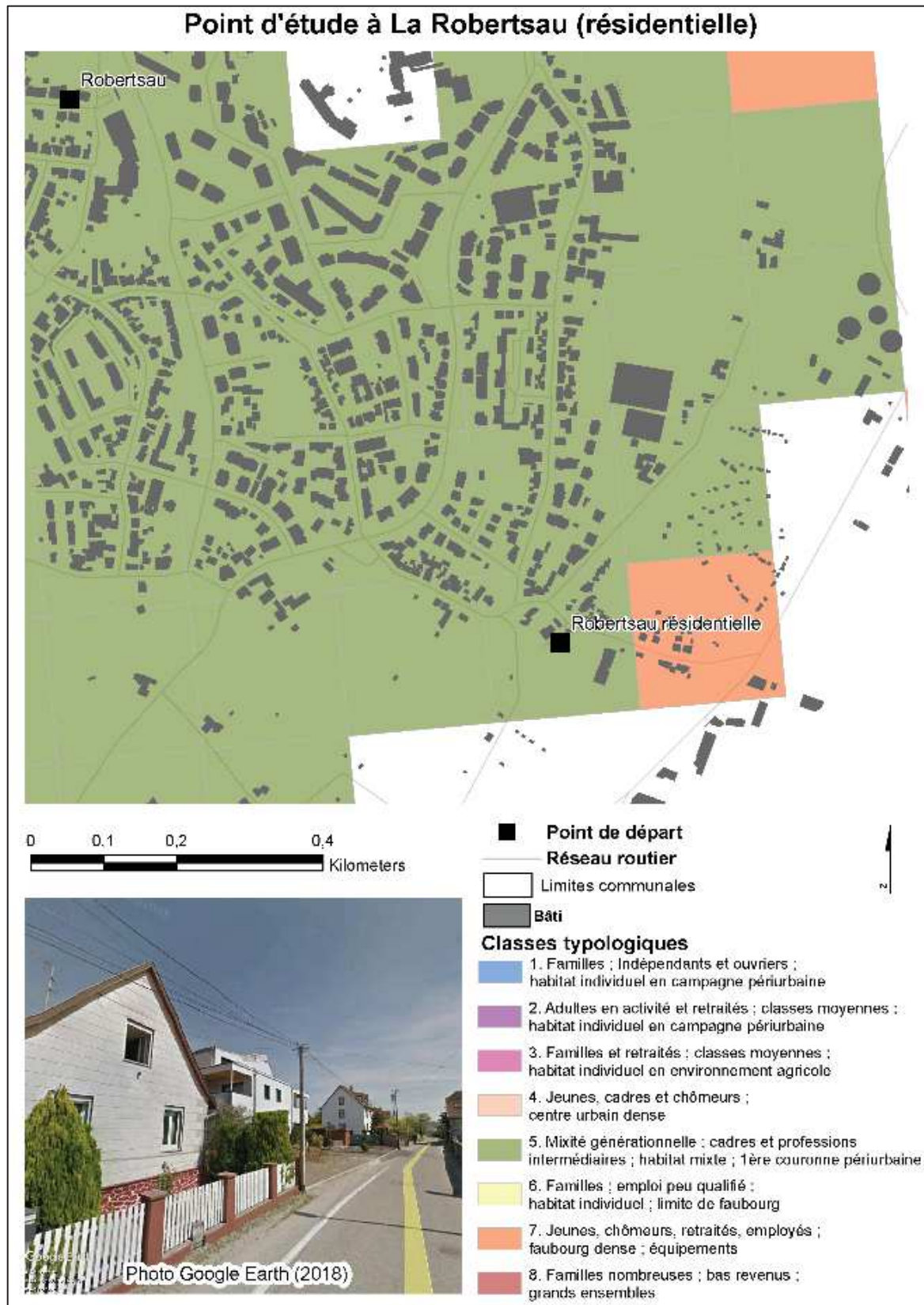
Le quartier est équipé de quelques pistes cyclables notamment sur la route principale en dehors du noyau villageois et de grandes zones de circulation apaisée dans les zones habitées. Il est à noter que l'extension du tramway vers le nord s'est accompagnée de la construction d'une piste cyclable longeant la voie de tram.

Il est principalement desservi par des lignes de bus et à l'Ouest par une seule station de tramway au sud-ouest. Il est à noter que la ligne de tramway a fait l'objet d'une extension vers le nord pour desservir une plus grande partie du quartier.

Afin de mettre en évidence la variation de l'ergonomie d'accès en fonction du point de départ choisi, deux points d'études, situés à 1 km l'un de l'autre, ont été sélectionnés. Le premier est au centre de la Robertsau, à proximité de la rue principale et à présent que l'extension est achevée (depuis juin 2019) à proximité du passage du tramway (Carte 14). Le deuxième point d'étude est situé dans une zone d'habitation à l'Est du quartier et à la frontière du Port au Pétrole (Carte 15).



Carte 14 : Localisation du point d'étude au centre de la Robertsau



Carte 15 : Localisation du point d'étude à l'extrémité d'une zone résidentielle de la Robertsau

4.3.6. STRASBOURG, QUARTIER DE HAUTEPIERRE

Le quartier de HautePierre est situé à l'extrême Ouest de Strasbourg. Sa construction a débuté fin des années 60 pour s'achever début des années 80. C'est un quartier de grands ensembles à l'urbanisme peu commun, qui souhaitait apporter des solutions à l'urbanisme classique des grands ensembles notamment en matière de circulation automobile. Ainsi, les concepteurs ont opté pour un urbanisme en « nid d'abeille », basé sur une structure hexagonale qui permet à l'automobile de circuler à la périphérie des îlots ainsi créés appelés « mailles ». Les centres des mailles profitent alors de zones calmes riches en verdure et pouvant être traversées à pied. Le quartier compte ainsi une dizaine de mailles aux noms féminins. La crise pétrolière de 1973 met fin au projet HautePierre et seule la première partie (Nord) du projet a été construite. Les mailles créées ont des vocations différentes : certaines sont majoritairement résidentielles tandis que d'autres abritent des activités (commerces, hypermarché, hôpital...). Aujourd'hui, HautePierre est un Quartier Prioritaire de la politique de la Ville (QPV) habité principalement par des familles nombreuses avec des revenus bas. Cela lui a permis de profiter de plusieurs projets urbains, notamment plusieurs pistes cyclables qui y ont été aménagées et il est aujourd'hui traversé par le tramway ainsi que plusieurs lignes de bus.

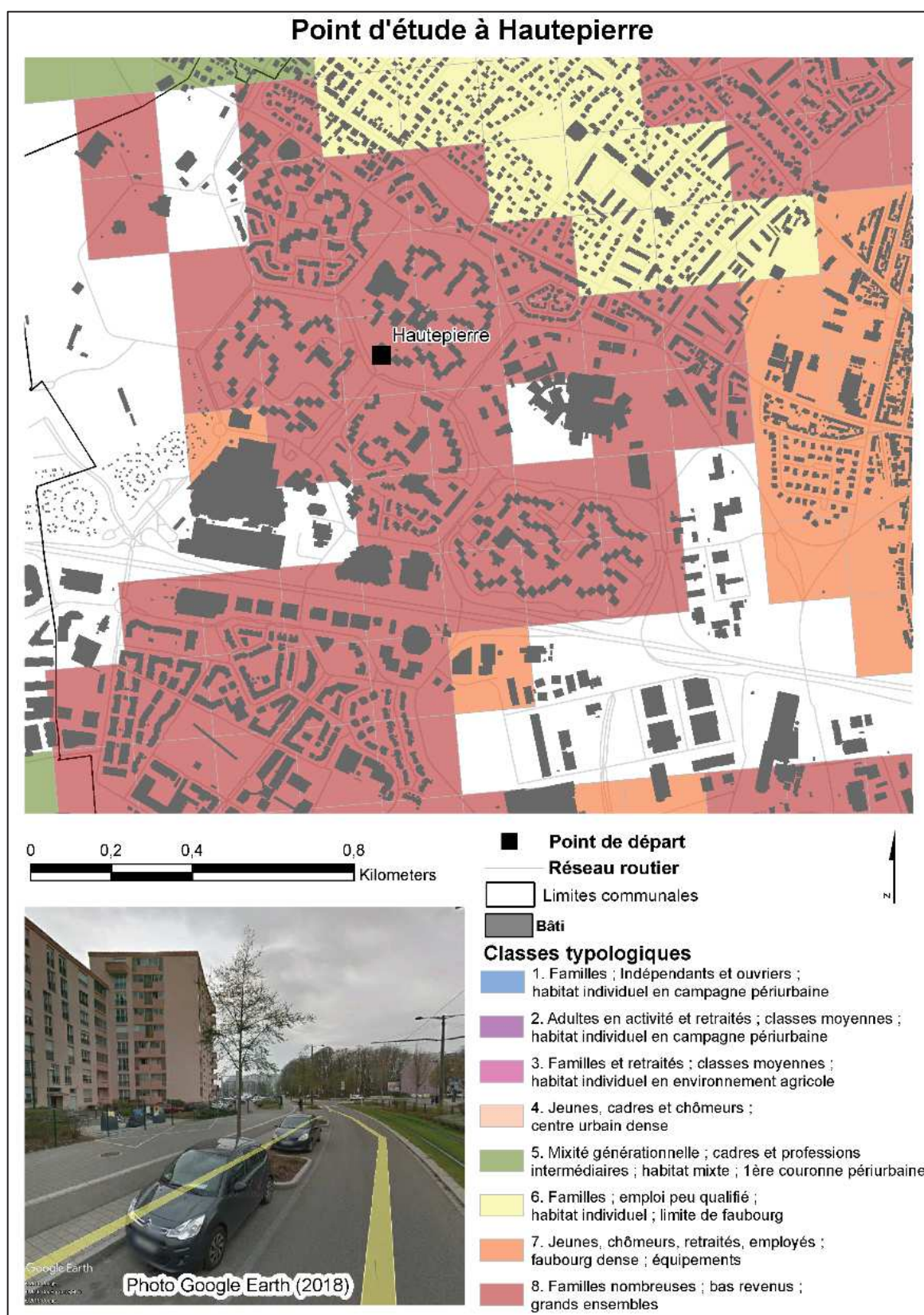
Les piétons peuvent traverser les mailles, souvent arborées, composant le quartier. Sur les axes routiers, ils profitent de trottoirs assez larges et en bon état.

Les cyclistes disposent de nombreuses pistes cyclables qui longent les routes entourant les mailles.

En voiture, le stationnement est possible à l'intérieur des mailles et y est gratuit. Les grands ensembles proposent aussi des parkings privés.

Depuis les nombreux aménagements urbains, le quartier est aujourd'hui traversé par le tramway ainsi que plusieurs lignes de bus, permettant de relier plus facilement au centre-ville ainsi qu'à plusieurs quartiers de Strasbourg.

Le point d'étude choisi est situé à proximité de l'une des routes principales l'intersection des mailles centrales (Carte 16).



Carte 16 : Localisation du point d'étude au quartier de Hautepierre

4.3.7. SCHILTIGHEIM

Au nord-ouest de Strasbourg se situe la ville de Schiltigheim, aussi surnommée « la Cité des Brasseurs » en raison du nombre de brasseries qui y étaient implantées. Il s'agit d'un faubourg dense où les équipements sont surreprésentés. La population de Schiltigheim est surreprésentée par les jeunes, les chômeurs, les retraités et les employés. La commune voit son nombre d'habitants augmenter de façon régulière en passant de 30 841 en 1999 à 31 767 en 2015 (INSEE, 2018), notamment grâce à son développement économique et à son passé industriel. Elle est ainsi la troisième commune du Bas-Rhin en termes de population. Depuis 1999, elle abrite l'Espace Européen d'Entreprise qui est une technopole tournée vers l'innovation et la technologie de pointe. Schiltigheim est une ville en pleine mutation économique et urbaine (futur éco quartier et pôle tertiaire et culturel) (Eurométropole de Strasbourg). Trois rivières traversent la commune : L'Ill, l'Aar et le canal de la Marne au Rhin.

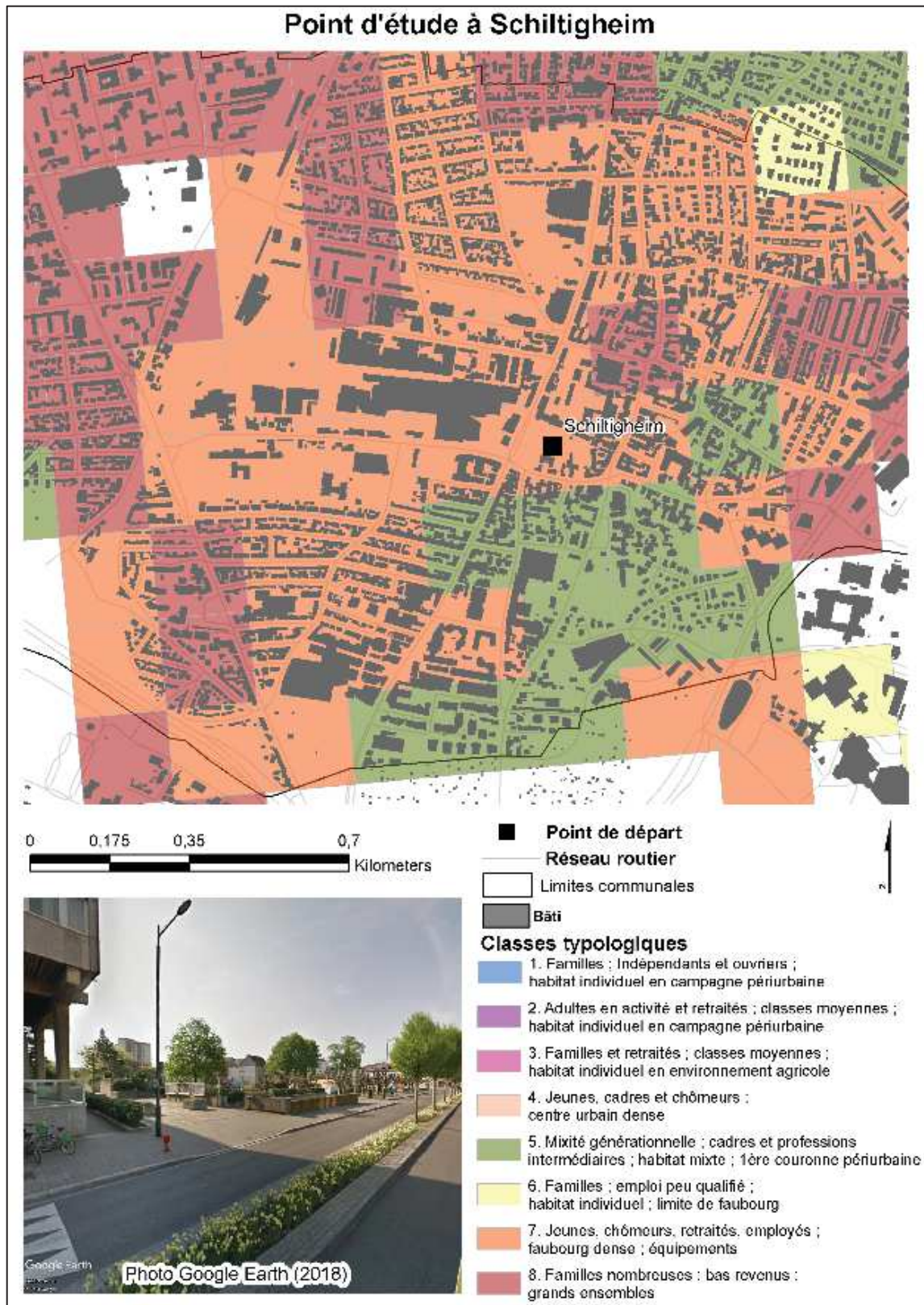
Les trottoirs sont généralement assez larges et en bon état, cependant les routes manquent souvent de végétation en bordure.

Plusieurs aménagements cyclables existent, mais ils présentent des interruptions. De larges zones 30 sont aménagées pour apaiser la circulation et favoriser les modes doux.

Des places de stationnement gratuit sont aménagées généralement le long des routes. Cependant sur certains axes, le stationnement est à durée limitée.

La ville est desservie par le tramway et plusieurs lignes de bus qui la relient au centre de Strasbourg, différents quartiers de Strasbourg, à l'Espace Européen de l'Entreprise, à Vendenheim...

Le point d'étude est situé au centre de la ville, à proximité de l'Hôtel de Ville, à 2,6 km (en vol d'oiseau) du centre de Strasbourg (Carte 17).



Carte 17 : Localisation du point d'étude à Schiltigheim

4.3.8. OSTWALD

Ostwald est située en limite de faubourg à la frontière Centre-Sud de la commune de Strasbourg. L'habitat individuel y est surreprésenté. La population est surtout constituée de familles où les emplois sont peu qualifiés. Elle est passée de 10 761 en 1999 à 12 325 en 2015. (INSEE, 2018). Elle se distingue par l'hétérogénéité de son urbanisme où cohabitent des logements sociaux, le Wihrel au Nord et le Kirchfeld au Sud et des habitations individuelles.

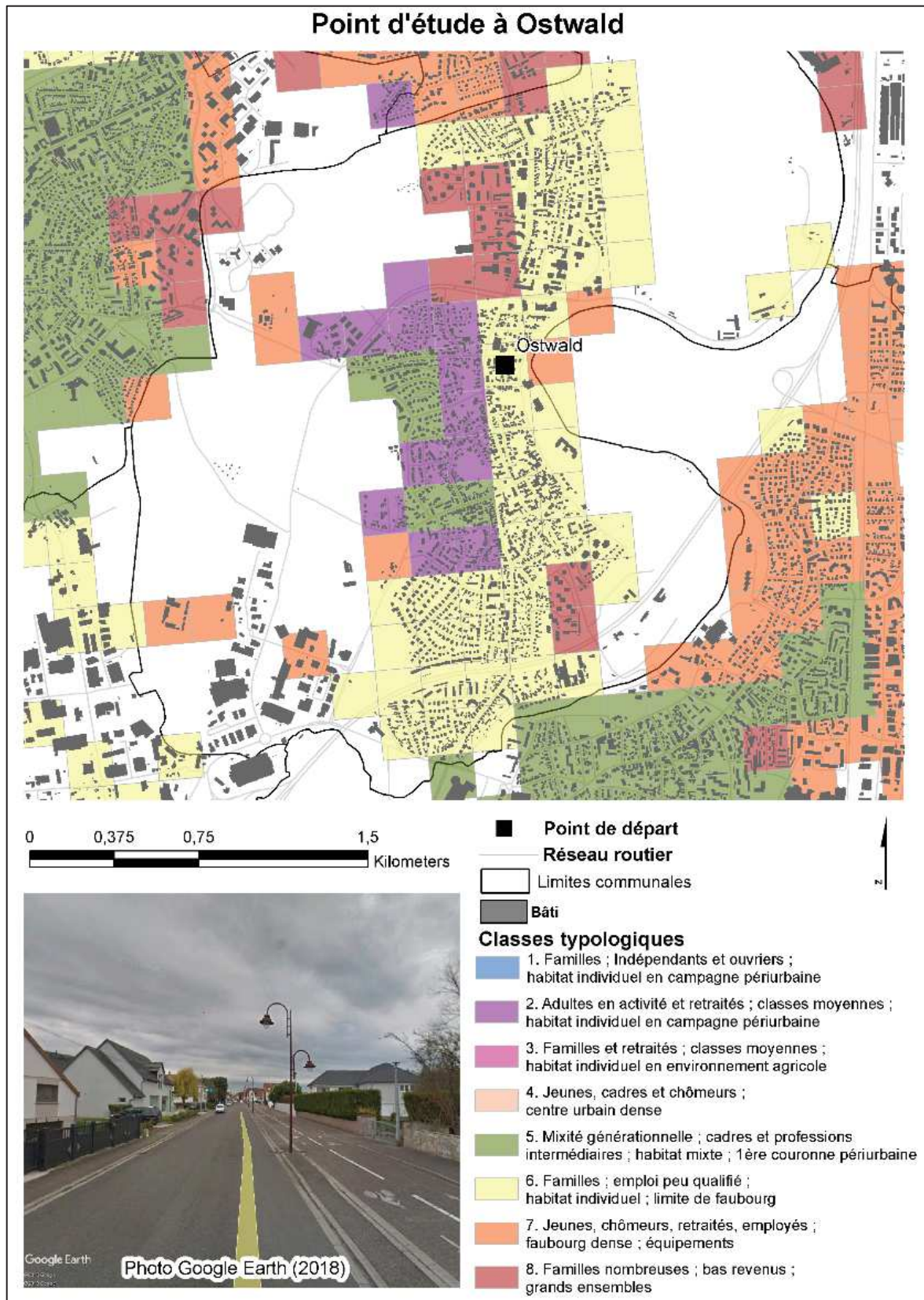
Les piétons profitent de trottoirs assez larges et en bon état sur les axes principaux, mais ces aménagements sont soit étroits soit inexistantes sur certains axes secondaires. Les routes sont rarement arborées, mais les jardins individuels ajoutent de la verdure à ces axes.

La commune dispose de quelques aménagements cyclables qui restent rares et discontinus et de quelques zones de circulation apaisée (zone 30 et zone de rencontre).

Il s'agit d'une « ville-rue » de 4 kilomètres traversée par la rivière l'Ill et contournée par le Sud et l'Est par l'autoroute A35. Le stationnement y est gratuit. Quelques parkings et stationnements sur la rue sont aménagés notamment près du centre du village. Le stationnement ailleurs s'effectue effectivement dans les garages ou parkings privés.

La ville est desservie par plusieurs lignes de bus et depuis 2007 par le tramway. Cela lui permet d'être principalement reliée aux différents quartiers de Strasbourg et aux villages voisins.

Le point d'étude dans la commune est situé au centre de la commune, à 4,4 km (en vol d'oiseau) du centre de Strasbourg. (Carte 18).



Carte 18 : Localisation du point d'étude à Ostwald

4.3.9. HOLTZHEIM

Holtzheim est située au Sud-Ouest de Strasbourg, à 7,5 km (à vol d'oiseau) du centre de Strasbourg. C'est une commune rurale de la deuxième couronne de l'Eurométropole où l'habitat mixte domine. La commune est caractérisée par une surreprésentation de la mixité générationnelle, des cadres et des professions intermédiaires. La population en 2015 était de 3577 contre 2750 en 1999 (INSEE, 2018). La commune bénéficie d'un parc d'activité, d'une zone artisanale et d'une localisation à proximité de l'aéroport international de Strasbourg-Entzheim. Le village est traversé par la Bruche, une rivière aux berges végétalisées. Il profite de 3 labels environnementaux : le premier concernant un cadre de vie fleuri axé sur le développement durable (Label Ville Fleurie – niveau 4 fleurs), le deuxième pour une démarche Zéro Pesticide dans l'entretien des espaces publics (Label Commune nature – niveau 3 libellules), le troisième pour la réduction de la pollution lumineuse nocturne (Label Village Etoilé – niveau 2 étoiles) (Commune de Holtzheim, 2018).

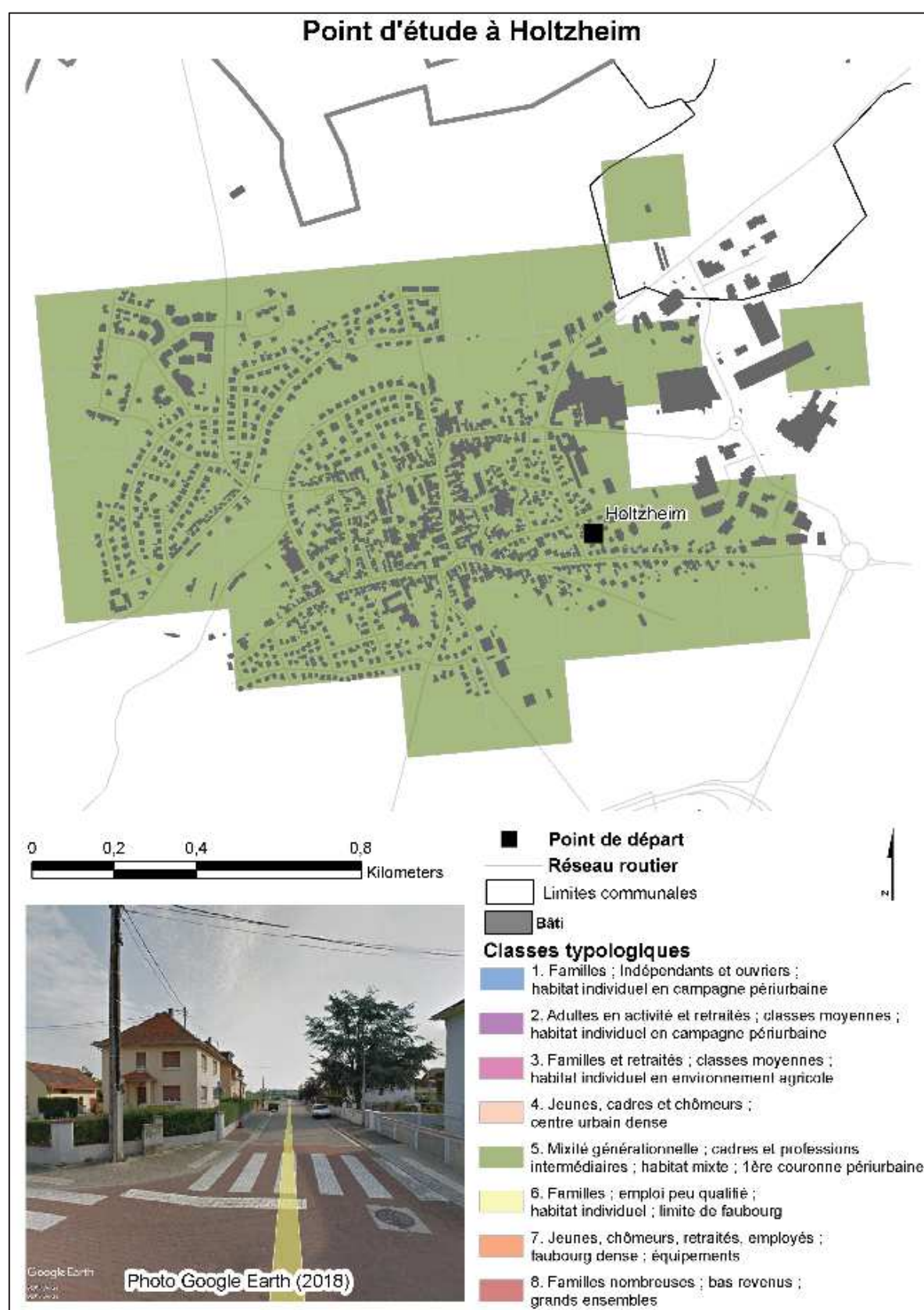
À pied, la circulation s'effectue sur des trottoirs assez larges et en bon état sur les axes principaux. Comme souvent, les trottoirs sont par contre parfois étroits, voire absents, sur les axes secondaires. Les piétons y bénéficient de la verdure des jardins privés alentour.

Les aménagements cyclables sont rares et les zones apaisées sont concentrées uniquement dans l'Ouest de la commune.

Les places de stationnement sont aménagées sur une grande partie des routes et sont gratuites. Quelques parkings existent, et les logements offrent aux habitants des places pour garer leurs voitures.

La commune est desservie par deux lignes de bus, mais pas par le tramway. Cela lui permet d'être reliée à Strasbourg et à Lingolsheim.

Le point d'étude est situé à l'Est de la commune (Carte 19).



Carte 19 : Localisation du point d'étude à Holtzheim

4.3.10. VENDENHEIM

Vendenheim est une commune en bordure du canal de la Marne au Rhin située à l'extrême Nord-Ouest de l'Eurométropole de Strasbourg, à 10 Kms à vol d'oiseau du centre de Strasbourg. C'est une commune rurale, en campagne périurbaine où les habitations individuelles sont majoritaires. Les habitants les plus représentés sont des adultes en activité et des retraités de classes moyennes. Elle a connu une légère baisse démographique entre 1999 et 2015, passant de 5597 habitants à 5512 en 2015 (INSEE, 2018). La commune profite, entre autres, de la zone commerciale Nord partagée avec les communes voisines, Mundolsheim et Lampertheim, qui offre de nombreux commerces et équipements.

La circulation à pied y est parfois difficile notamment dans la zone d'activité à cause de la discontinuité des trottoirs. Par contre, le reste du village est équipé de trottoirs assez larges et en bon état entourés de la verdure des jardins privés.

La commune contient plusieurs aménagements cyclables et des zones 30.

En voiture, le stationnement est gratuit et aisé notamment dans la zone d'activité. Dans le reste de la commune, de petits parkings existent et le stationnement s'effectue souvent dans les habitations privées.

Cette commune n'est pas desservie par le tramway, mais par 4 lignes de bus. Cela lui assure une liaison avec le centre-ville de Strasbourg, l'Espace Européen de l'Entreprise à Schiltigheim, Hoenheim, Reichstett...

Le point d'étude est situé au centre de la commune, à proximité de la route principale (Carte 20).



Carte 20 : Localisation du point d'étude à Vendenheim

4.3.11. LA WANTZENAU

La Wantzenau est localisée à extrême Nord-Est de l'Eurométropole de Strasbourg, à 10,5 km à vol d'oiseau du centre-ville, du côté de la frontière allemande. La commune est située en compagnie périurbaine où les habitations individuelles sont surreprésentées et abritent majoritairement des familles d'indépendants et d'ouvriers. La Wantzenau a connu une augmentation démographique modérée, passant de 5462 habitants en 1999 à 5768 en 2015 (INSEE, 2018). La commune profite aussi de l'environnement du petit Ried du nord de l'Eurométropole. Elle est traversée par une rivière (l'Ill) dont les berges sont aménagées pour permettre la circulation des piétons et des cyclistes.

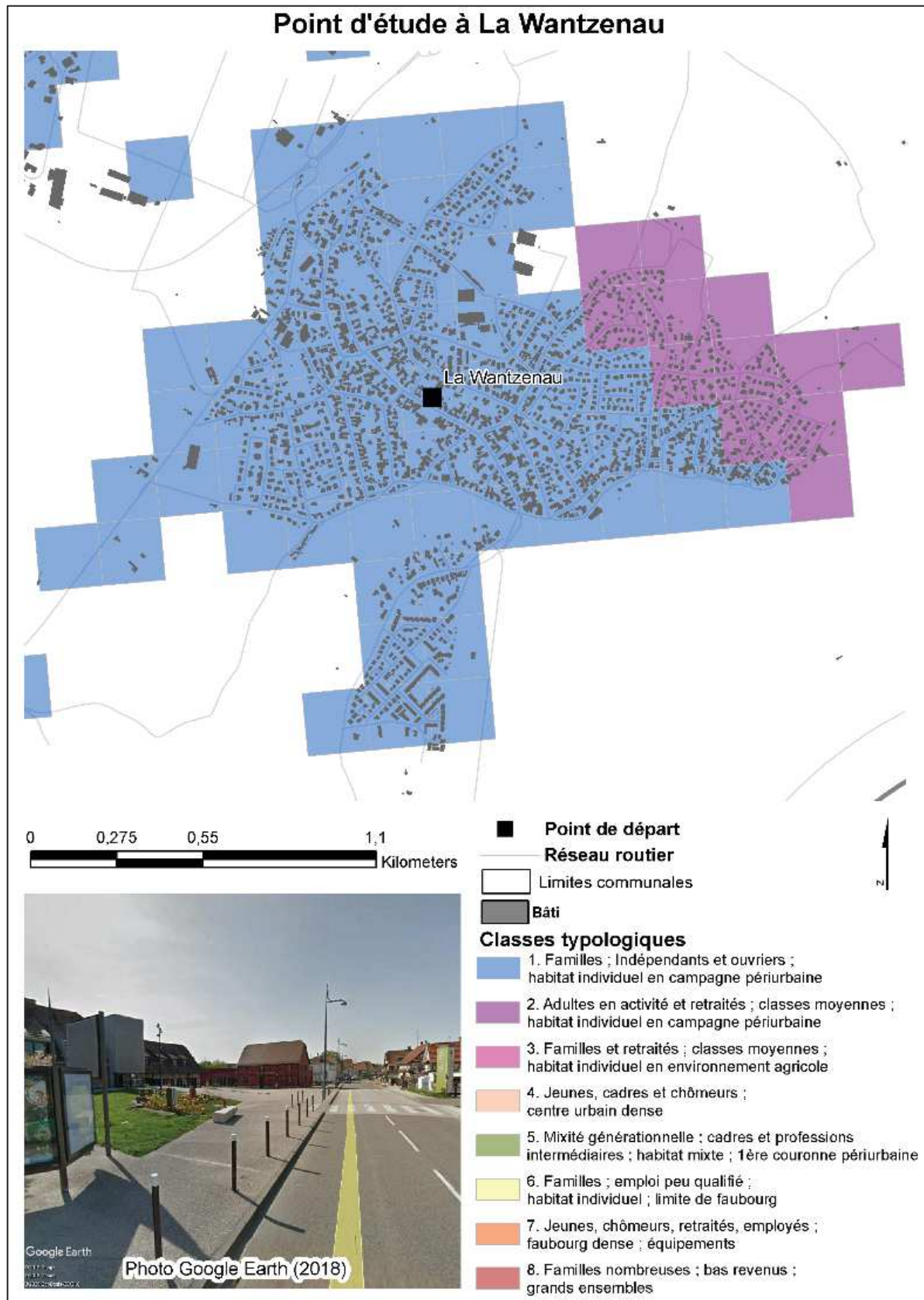
Sur les routes principales, le piéton profite de trottoirs larges, et de bonne qualité, mais dans les routes secondaires, les trottoirs sont assez étroits. Le cadre est souvent verdoyant grâce principalement aux jardins privés et aux espaces verts.

La commune est traversée par une route principale, qui permet de relier l'autoroute A35 au nord et le quartier de la Robertsau de Strasbourg au sud, en traversant la forêt de la Robertsau. Le stationnement dans le village est gratuit, des places de stationnement et des parkings sont aménagés au centre du village. Ailleurs le stationnement se fait souvent au milieu des habitations.

Des aménagements cyclables existent, mais ils sont situés pour la majorité en dehors du centre du village. Cependant, plusieurs routes du centre du village sont aménagées en zones 30.

Elle ne bénéficie pas du tramway, mais elle est desservie par une ligne de bus (72), qui permet de se rendre notamment dans le quartier de la Robertsau à Strasbourg.

Le point d'étude est situé à la rue principale du village à proximité de la mairie (Carte 21).



Carte 21 : Localisation du point d'étude à la Wantzenau

4.3.12. PLOBSHEIM

Plobsheim est située à la frontière franco-allemande. C'est la commune la plus au Sud-est de l'Eurométropole de Strasbourg, à 12,3 km à vol d'oiseau du centre de Strasbourg. Elle profite d'un environnement rural, agricole jouxtant la forêt rhénane et le plan d'eau de Plobsheim (Eurométropole de Strasbourg). L'eau est fortement présente dans la commune avec le Rhin et plusieurs canaux (Bannaugiessen, Dorfgiessen, Dorfwasser, Petergiessen, Mühlgiessen, Thumen Rheinet, canal du Rhône au Rhin) (Plobsheim). 3634 personnes habitaient Plobsheim en 1999 contre 4349 en 2015 (INSEE, 2018). Les familles et les retraités de classe moyenne y sont surreprésentés et logent majoritairement dans de l'habitat individuel.

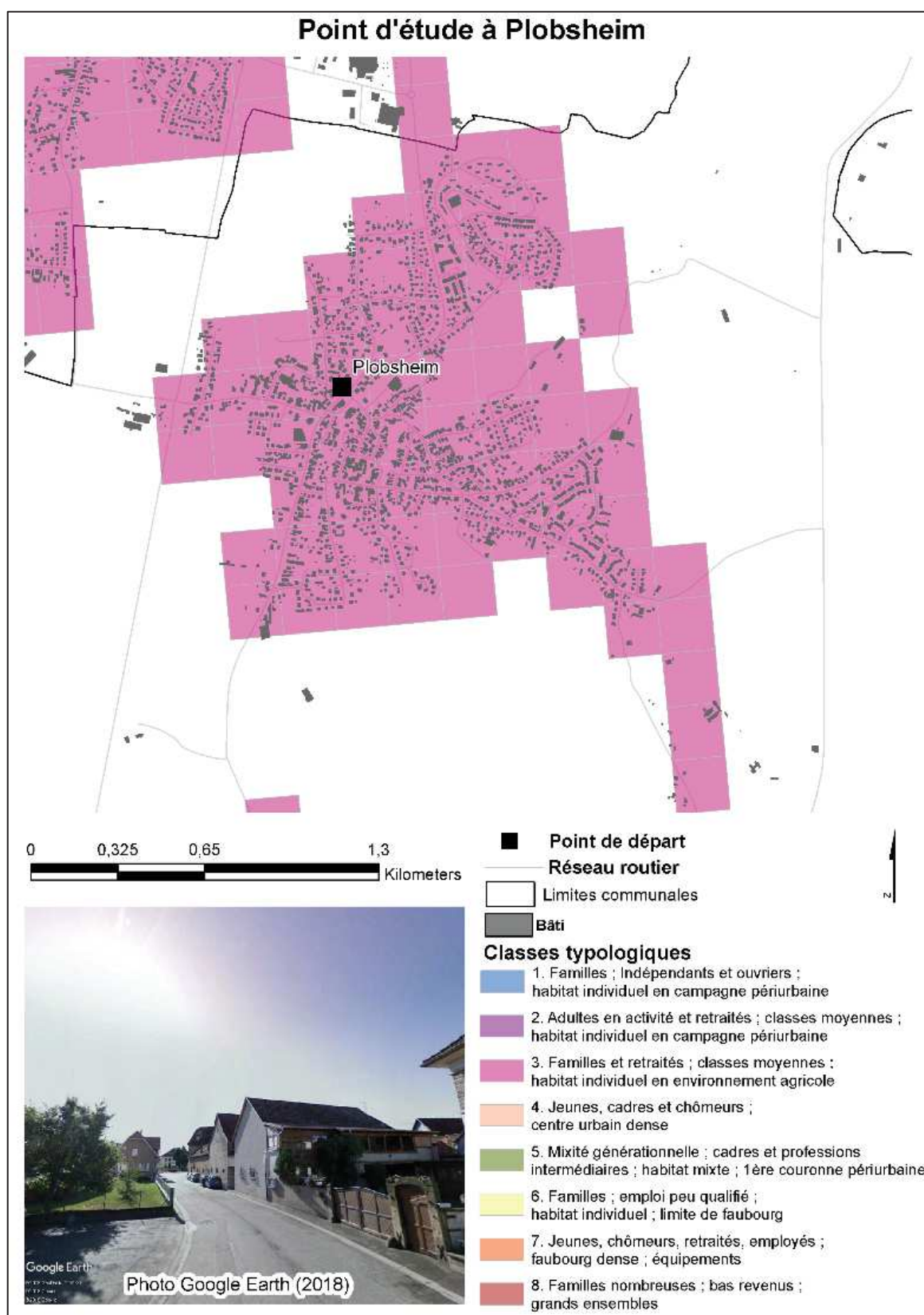
Le piéton profite de trottoirs larges, et de bonne qualité sur les routes principales, mais sur les routes secondaires, les trottoirs sont assez étroits ou absents. Le cadre est souvent verdoyant grâce principalement aux jardins privés.

Bien que la commune soit traversée par le grand itinéraire cyclable européen, les aménagements cyclables restent rares et principalement localisés à proximité des sites environnementaux.

Le stationnement dans le village est gratuit, quelques rares places de stationnement sont aménagées au centre du village. Ailleurs le stationnement se fait souvent dans les habitations.

La commune est desservie seulement par une ligne de bus en termes de transport en commun qui la relie au parking relais d'Illkirch commune limitrophe à Strasbourg.

Le point d'étude est situé au centre du village (Carte 22).



Carte 22 : Point d'étude à Plobsheim

4.4.A RETENIR

En raison de la taille de l'Eurométropole de Strasbourg, composée de plusieurs mailles habitées (2645 mailles de 200 m* 200m) dont le centroïde de chacune doit normalement correspondre à un point d'étude, l'application de la méthode d'évaluation d'ergonomie d'accès développée ici, risque d'être lourde. Valider cette méthode d'évaluation d'ergonomie d'accès passe par la sélection d'un nombre réduit de points d'études avant de passer à une automatisation permettant de couvrir l'ensemble du territoire d'étude dans une étape ultérieure. Le choix de ces points d'étude est crucial : ils doivent être à la fois représentatifs de l'Eurométropole de Strasbourg et permettre d'obtenir des résultats interprétables et qui justifient d'opérer des comparaisons.

Pour tester la méthode développée, 13 points d'études ont été choisis en suivant ces étapes :

En premier lieu, l'identification de différentes zones (composées de plusieurs mailles) est nécessaire. Cela a été effectué pour garantir d'une part, une répartition géographique assez homogène en prenant en considération la morphologie urbaine structurant le territoire (centre, centre planifié, première et deuxième couronne périurbaine). Le choix s'est porté sur le découpage utilisé par l'Agence de Développement et d'Urbanisme de l'agglomération Strasbourgeoise (ADEUS) pour l'Enquête Ménages Déplacements de 2009. Ce choix a été fait dans le but de croiser les résultats des niveaux d'ergonomie d'accès calculés avec les pratiques modales réelles sur le territoire. D'autre part, l'identification des zones d'étude a visé la représentativité des caractéristiques socio-environnementales des différents quartiers issues d'une typologie (effectuée dans le cadre de l'ANR RED et distingue 8 classes) basée sur des données de population (âge, taille des ménages, catégories socio-professionnelles...) dans leurs environnements urbains respectifs (occupation du sol, trame bleue, trame verte...).

En deuxième lieu, le choix de points d'étude en particulier (généralement central) dans les zones sélectionnées a été fait dans l'objectif d'assurer la représentativité de son environnement socio-urbain et pour permettre une comparaison ultérieure entre les points choisis. L'ensemble des points d'étude a fait l'objet d'une validation par les experts de l'urbanisme à l'Eurométropole de Strasbourg.

5. CHAPITRE 5 : RESULTATS DE L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RES- SOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG EN MOBILITE DOUCE ; DE L'INDICATEUR GLOBAL A SES DECLINAISONS

5.1. Approche synthétique : l'ergonomie d'accès aux ressources par mode et par pas de temps

5.1.1. L'ergonomie d'accès en 5 minutes

5.1.2. L'ergonomie d'accès en 10 minutes

5.1.3. L'ergonomie d'accès en 20 minutes

5.2. Comparaison de profils d'ergonomie

5.2.1. comparaison de points d'études avec des niveaux d'ergonomie similaires, mais des profils différents

5.2.2. comparaison de points d'études avec des profils similaires, mais des niveaux d'ergonomie différents

5.2.3. Niveaux d'ergonomie fort différents pour un même point d'étude à pied ou à vélo

5.3. Potentiel exploratoire de l'évaluation de l'ergonomie d'accès

5.3.1. Les modes doux, une alternative à la voiture ?

5.3.2. L'ergonomie d'accès et la pratique des modes doux

5.4. A retenir

La méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès (détaillée et à une échelle fine) aux ressources de la vie quotidienne en mobilité douce a été appliquée à la sélection des points d'études distribués dans l'Eurométropole de Strasbourg présentée précédemment. L'évaluation a considéré les déplacements à pied et à vélo en 5, 10 ou 20 minutes et en voiture en 5 et 10 minutes. Pour chaque point d'étude, un indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès est obtenu sous la forme d'un score entre 0 et 100. Cet indicateur synthétique peut être analysé et décliné en fonction de tous les critères de niveau inférieur qui le composent.

Les résultats sont présentés ici sous 3 formes. La première, synthétique, permet une comparaison du niveau d'ergonomie d'accès entre les différents modes étudiés (la marche, le vélo et la voiture) pour chaque pas de temps. La deuxième, analytique, permet d'analyser et de confronter les profils d'ergonomie c'est-à-dire les combinaisons des différents critères conduisant à un niveau d'ergonomie donné. La dernière partie explore plus largement les possibilités de la méthode à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg pour répondre à différentes problématiques relatives à la substituabilité des modes doux à la voiture, aux disparités sociospatiales de l'ergonomie d'accès et au lien entre l'ergonomie d'accès et la part modale.

5.1. APPROCHE SYNTHETIQUE : L'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES PAR MODE ET PAR PAS DE TEMPS

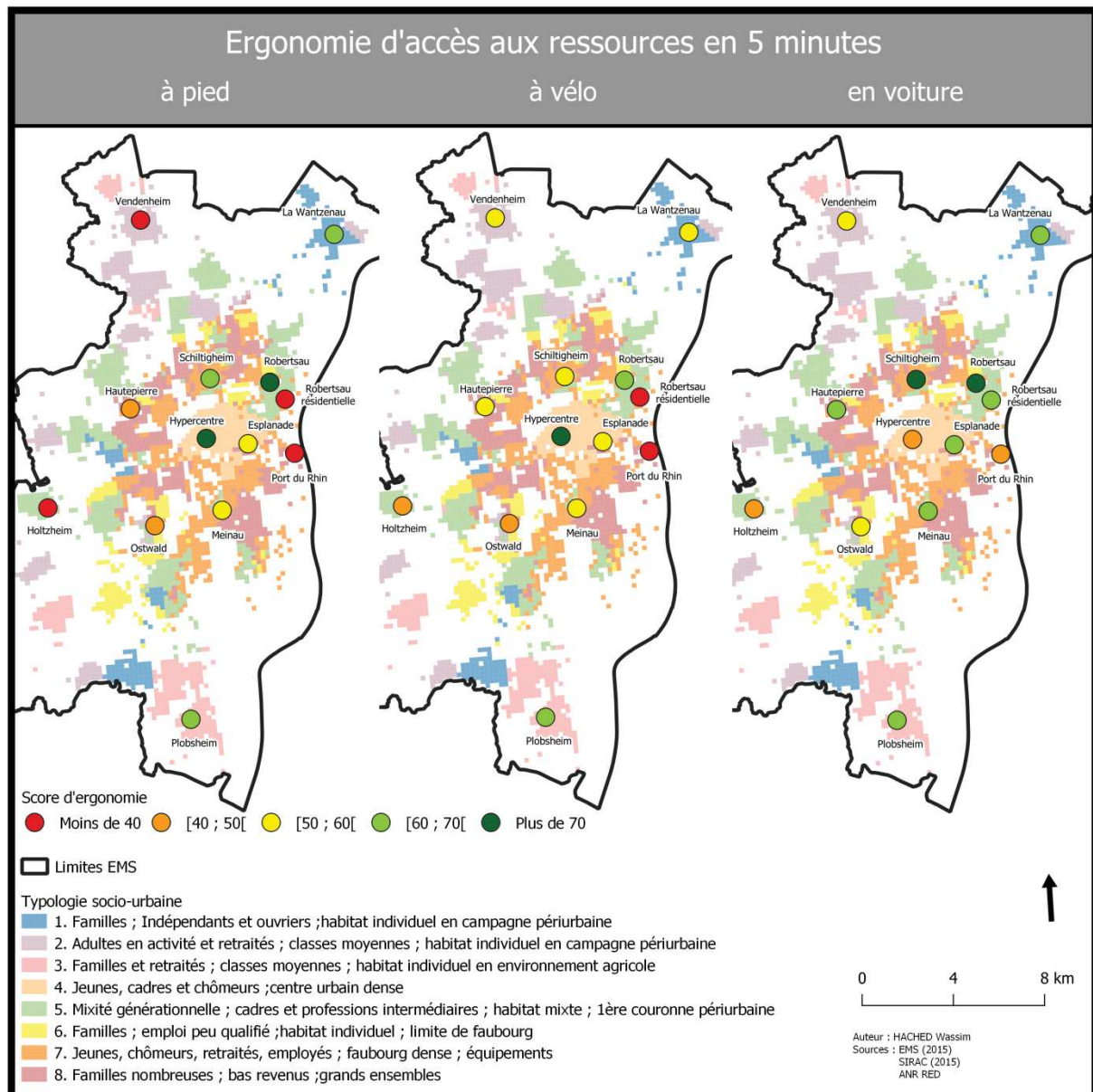
Les résultats exposés ici sont présentés pour chaque pas de temps (5, 10 et 20 minutes). Ils permettent à la fois de comparer les points d'études pour un mode donné (l'ergonomie d'accès à vélo en 5 minutes à l'Hypercentre, à l'Esplanade, à HautePierre...) et de comparer les modes de déplacement pour chaque pas de temps (l'ergonomie d'accès en 5 minutes à l'Hypercentre, à pied, à vélo et en voiture).

5.1.1. L'ERGONOMIE D'ACCES EN 5 MINUTES

L'ergonomie a été évaluée pour 5 minutes de déplacement en modes doux et en voiture. L'application aux 13 zones tests montre d'assez nettes disparités au niveau de l'Eurométropole de Strasbourg (tableau 7 et carte 23). En effet, l'indicateur synthétique pour un pas de temps de 5 minutes, varie entre 0,0 et 82,7 à pied, de 38,5 à 84,3 à vélo, et de 40,0 à 73,9 en voiture.

Tableau 7 : Indicateur synthétique de l'ergonomie en 5 minutes à pied, vélo et en voiture par point d'étude

Indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources en 5 minutes				
Point d'étude	Mode de déplacement			distance au centre (km)
	à pied	à vélo	en voiture	
Hypercentre	82,7	84,3	40,2	0,0
Esplanade	53,1	57,7	69,1	1,8
Schiltigheim	62,6	58,8	73,9	2,6
Meinau	50,5	56,6	64	3,2
Hautepierre	41,7	59,7	69,1	3,6
Robertsau centre	72,9	60,7	70,4	3,7
Robertsau résidentielle	0	38,5	62,8	3,9
Port du Rhin	35,8	39,3	40	3,9
Ostwald	44,3	47,6	59,1	4,4
Holtzheim	27,5	42,7	48,3	7,6
Vendenheim	39	51	55,1	10,0
La Wantzenau	63,6	58,8	66,8	10,6
Plobsheim	62,4	60,5	61,7	12,3
Moyenne	48,9	55,1	60,0	



Carte 23 : Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne en 5 minutes par mode

Strasbourg-centre offre l'ergonomie la plus élevée pour les itinéraires d'accès aux ressources en 5 minutes à pied (82,7) et à vélo (84,3). Cela peut se justifier à la fois par des aménagements de longue date en faveur des modes doux, par un nombre et une diversité élevés de ressources et des conditions d'accès favorables au regard des critères retenus. Inversement, le fait que le point d'étude soit situé au sein d'une vaste zone piétonne équipée d'aménagements dissuasifs à l'usage de la voiture justifie son score en voiture, le plus faible de tous.

Les cartes mettent en évidence une structure d'ergonomie de type auréolée qui s'organise autour de l'hypercentre et du centre de Strasbourg particulièrement marquée pour le vélo et la voiture. Dans la première couronne, les scores d'ergonomie en voiture et à vélo sont bons et répartis de façon homogène : justifiés par le fait qu'ils concernent une zone urbaine dense bien équipée en ressources et bien desservie en voirie, y compris cyclable. Deux points d'étude situés à l'Est présentent cependant des scores particulièrement bas liés à des spécificités. Ainsi, la zone résidentielle de la Robertsau a le score le plus bas à pied (0,0) lié à l'absence de ressources accessibles en 5 minutes. Le score reste bas à vélo, mais devient bon en voiture. Cette situation est caractéristique des lotissements d'habitation éloignés des quartiers ou bourgs centres, lesquels concentrent les ressources. En effet, situé à moins de 1 km de la Robertsau résidentielle, le point Robertsau centre présente un des scores d'ergonomie les plus élevés des points d'étude de l'agglomération à pied (72,9), lié principalement à l'accès à un grand nombre et une grande diversité de ressources ainsi qu'à la sécurité des déplacements. Par ailleurs, les conditions sont également particulièrement favorables à la voiture. Le port du Rhin est un cas atypique et inverse : pénalisé par son isolement, coincé entre une zone industrielle et l'Allemagne, les ressources y sont très limitées et les alternatives inexistantes. Le résultat en ce point est cependant à considérer avec prudence étant donné l'absence des données côté allemand.

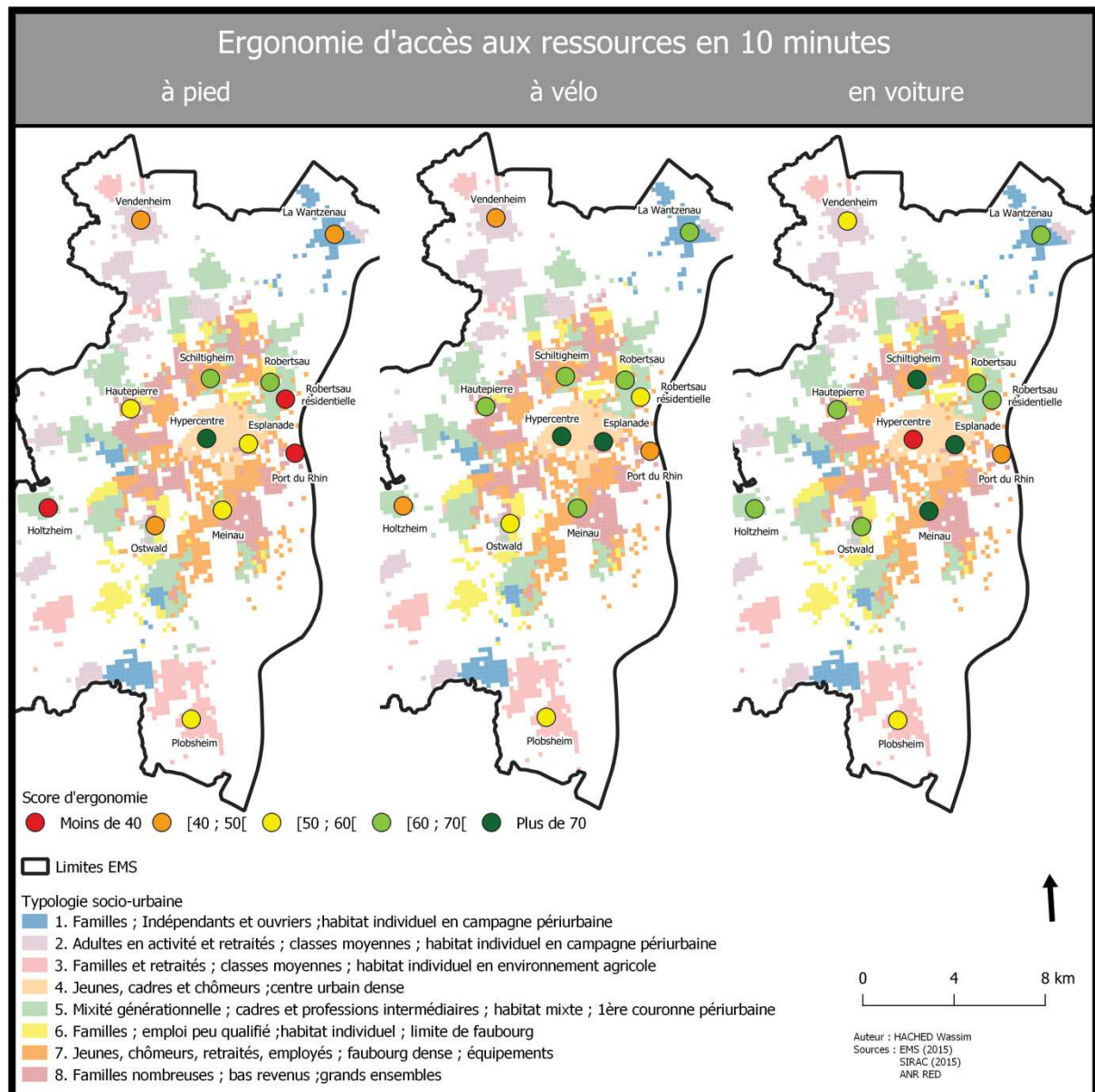
En deuxième couronne, la situation devient plus hétérogène entre des communes de taille comparable. Dans certains cas, les ressources nombreuses sont regroupées au centre bourg (La Wantzenau, Plobsheim). Dans d'autres, elles sont plus éclatées entre commerces de détail et grand centre commercial, avec un réseau plus complexe et un nombre d'accidents graves plus élevé (Vendenheim). Enfin, les ressources peuvent être limitées et dispersées en situation de relatif isolement par rapport à Strasbourg, mais intégrées dans le réseau des communes environnantes (Holtzheim).

5.1.2. L'ERGONOMIE D'ACCES EN 10 MINUTES

À 10 minutes, des disparités en ergonomie d'accès aux ressources persistent dans l'Eurométropole de Strasbourg (tableau 8 et carte 24). En effet, l'indicateur synthétique varie entre 33,8 et 81,7 à pied, de 41,0 à 86,2 à vélo, et de 38,9 à 76,6 en voiture. En moyenne le niveau d'ergonomie s'améliore pour tous les modes, particulièrement pour le vélo qui augmente de 5 points contre 2,7 à pied et 2,6 en voiture.

Tableau 8 : Indicateur synthétique de l'ergonomie en 10 minutes à pied, vélo et en voiture par point d'étude

Indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources en 10 minutes				
Point d'étude	Mode de déplacement			distance au centre (km)
	à pied	à vélo	en voiture	
Hypercentre	81,7	86,2	38,9	0,0
Esplanade	55,4	73,6	76,3	1,8
Schiltigheim	63,2	69,4	76,9	2,6
Meinau	53,1	65,2	71,6	3,2
HautePierre	54,8	63,9	69,6	3,6
Robertsau	63,2	61,4	66,8	3,7
Robertsau résidentielle	33,8	55,5	62,4	3,9
Port du Rhin	39,4	41	44,6	3,9
Ostwald	41,5	54,1	63,4	4,4
Holtzheim	34,3	43,1	62,9	7,6
Vendenheim	47,1	49,9	57,2	10,0
La Wantzenau	49,8	60,6	64,1	10,6
Plobsheim	53,4	57,6	59,8	12,3
Moyenne	51,6	60,1	62,7	



Carte 24 : Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne en 10 minutes par mode

A pied et à vélo, le score d'ergonomie le plus élevé (respectivement 81,7 et 86,2) est, comme précédemment, situé dans l'hypercentre de Strasbourg pour les mêmes raisons. Cela s'explique par l'accès à un plus grand nombre de ressources plus diversifiées. L'environnement urbain des déplacements s'améliore et profite de plus de trame verte et surtout de trame bleue. A l'inverse, les déplacements en voiture présentent l'ergonomie la plus faible (38,9) du fait des aménagements dissuasifs à l'usage de ce mode. On accède alors, dans l'hypercentre en voiture, au nombre de ressources le plus bas. Ces dernières manquent aussi de diversité. Plus d'accidents y surviennent, souvent plus graves. Cependant, le confort, lié principalement à l'environnement urbain (trame bleue, trame verte...) et aux réseaux

(stationnement, part favorable, sens de circulation) s'améliore par rapport à 5 minutes. La localisation à proximité des grands axes routiers peut expliquer ce phénomène.

Si l'ergonomie à pied et à vélo diminue dans la première couronne, elle est encore plus basse dans la deuxième couronne tandis que l'ergonomie en voiture affiche un niveau d'ergonomie relativement homogène. La carte 24 et le tableau 8 mettent ainsi en évidence un gradient centre-périphérie, non totalement régulier, certains lieux présentant des particularités bien marquées.

La Robertsau, à pied et en voiture en 10 minutes, l'ergonomie d'accès baisse légèrement par rapport à 5 minutes, mais reste stable à vélo. En effet à pied, par rapport aux autres zones d'études, on accède à moins de ressources qui sont de plus moins diversifiées, la qualité de la répartition des ressources ainsi que la qualité des réseaux et infrastructures baissent, les accidents ainsi que leur gravité augmentent. Cependant, l'environnement urbain s'améliore.

La Robertsau résidentielle (point jaune) au nord-est du centre-ville offre une ergonomie plus faible à vélo que les autres points situés à une distance équivalente. Les ressources regroupées au centre du quartier sont nombreuses et diversifiées, mais le potentiel de ressources accessibles à vélo en 10 minutes est dans l'ensemble plus modeste du fait d'un environnement urbain peu dense et relativement éloigné des autres quartiers. Si la part des voies dédiées au vélo est faible, les conditions sont par contre plus favorables à la voiture.

Le Port du Rhin présente également une situation atypique dans la première couronne périurbaine. Il enregistre l'ergonomie la plus faible à vélo et l'un des scores les plus bas à pied et en voiture. Les ressources y sont très limitées et les alternatives quasi inexistantes du fait de l'isolement de ce quartier entre une zone industrielle et l'Allemagne. Comparée à 5 minutes, à 10 minutes l'ergonomie d'accès augmente à vélo et en voiture. Cela peut s'expliquer du fait que l'accès à un plus grand nombre de ressources avec ces deux modes qui restent trop éloignées pour être atteintes à pied.

Dans les quartiers péricentraux et faubourgs les plus denses, la marche présente des scores d'ergonomie très différents. Le vélo, par contre, présente des scores assez homogènes et semble, au regard des critères d'ergonomie retenus, pouvoir constituer une alternative à la voiture pour l'accès aux ressources à la vie quotidienne : les nombreuses ressources sont accessibles avec des réseaux favorables à l'usage du vélo, comme les arceaux à vélo, le mobilier urbain, particulièrement à l'Esplanade, à Schiltigheim et à Hautepierre. Les scores d'ergonomie en voiture restent cependant toujours un peu plus élevés. On note aussi l'amélioration, par rapport à 5 minutes, de l'ergonomie à Hautepierre à pied et à vélo, à Ostwald et à la Meinau à vélo et en voiture et à Schiltigheim à vélo. Ces scores peuvent s'expliquer par la densité urbaine relativement élevée de ces zones, permettant d'accéder dans ces zones à un plus grand nombre de ressources et d'alternatives, qui sont par contre moins bien réparties. A Hautepierre, tous les autres critères affichent une baisse. A Ostwald, les accidents sont analogues à vélo en termes de nombre et de gravité, contrairement en voiture où les accidents sont plus nombreux et plus graves. Par contre, le confort lié aux réseaux et à l'environnement est légèrement plus bas, car on traverse des zones avec une moindre qualité de l'air, moins de trames bleues, des itinéraires plus sinueux, des places de stationnement plus rares, surtout à vélo, et une part d'aménagements favorables plus faible à vélo, mais plus élevée en voiture. A la Meinau, à vélo, en 10 minutes, les réseaux affichent une amélioration par rapport à 5 minutes. Cela est principalement dû à l'existence de plus d'aménagements favorables à vélo.

Comme en 5 minutes, en 10 minutes, en deuxième couronne, la situation devient plus hétérogène, notamment en modes doux, entre des communes de taille comparable, pour des raisons similaires. Pour certaines communes marquées plus isolées par rapport à Strasbourg telles que Holtzheim et Vendenheim, les ressources sont limitées et dispersées, leur ergonomie s'améliore cependant rapidement en voiture du fait de leur intégration dans le réseau des communes environnantes. On remarque cependant une baisse de l'ergonomie en 10 minutes par rapport à en 5 minutes à Plobsheim, et ce quelque soit le mode utilisé, cela étant causé principalement par l'isolement relatif de la commune expliquant l'accès à des ressources et des alternatives moins nombreuses et moins diversifiées par rapport aux autres zones d'étude. A Vendenheim, l'ergonomie à pied s'améliore en 10 minutes, car on y accède à plus de ressources et d'alternatives dans de meilleures conditions de confort liées à

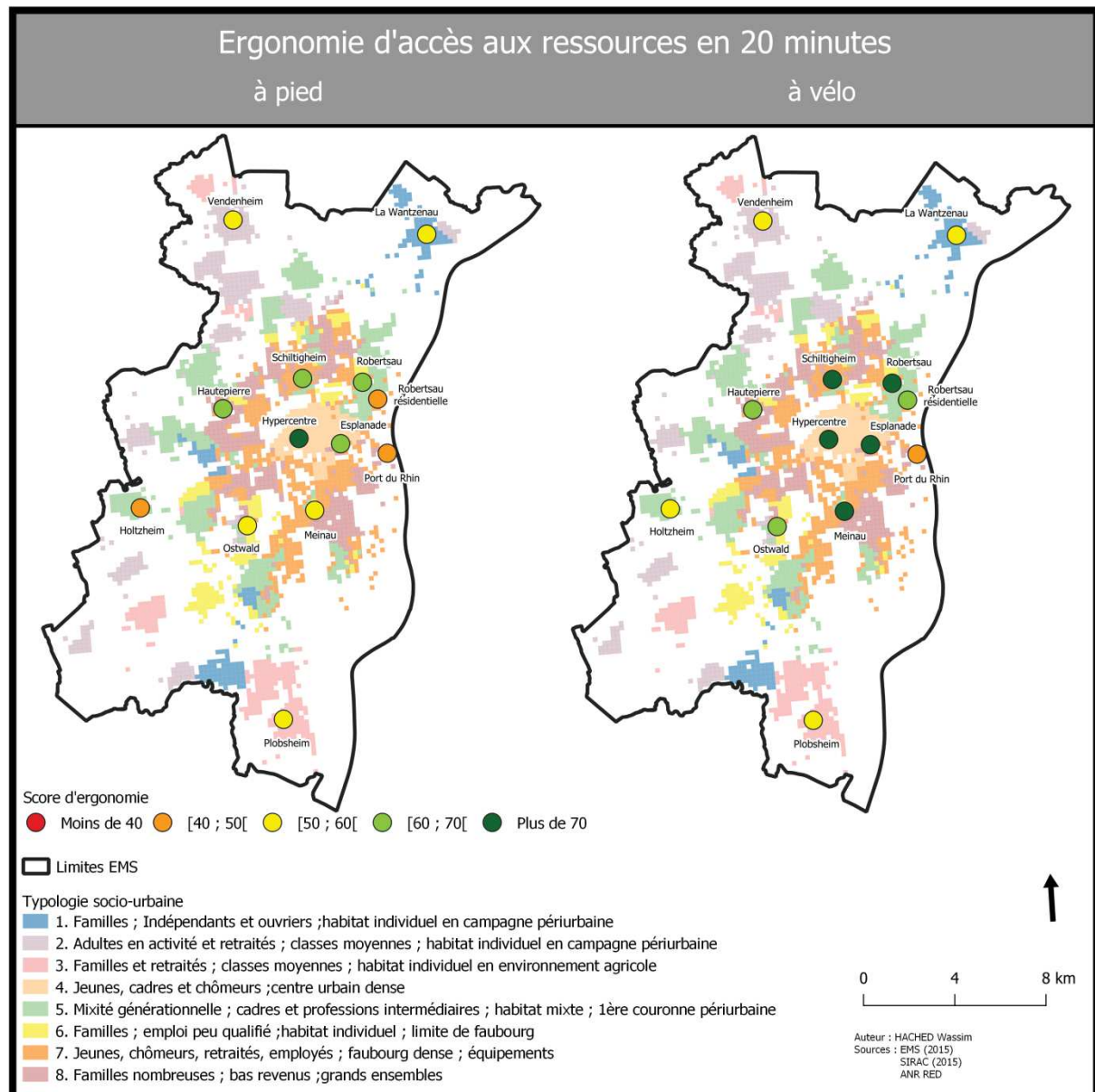
l'environnement urbain et à des réseaux plus adaptés. Dans la même zone, pour le même pas de temps, l'ergonomie en 10 minutes se dégrade par rapport à l'ergonomie en 5 minutes à cause d'une baisse de confort due à un environnement urbain moins qualitatif, et à moins de réseaux favorables. La Wantzenau affiche une baisse de l'ergonomie entre 5 et 10 minutes à cause de l'accès à des ressources et des alternatives moins diversifiées que dans les autres zones, mais particulièrement à cause de l'augmentation du nombre d'accidents impliquant des piétons (passant du meilleur score 100 à 5 minutes à 59 à 10 minutes à pied) et à leur gravité (passant de 100 à 5 minutes à 5,3 à 10 minutes à pied). Dans la même zone à vélo, l'ergonomie s'améliore entre 5 et 10 minutes. Les ressources sont désormais mieux réparties et les réseaux sont mieux adaptés.

5.1.3. L'ERGONOMIE D'ACCES EN 20 MINUTES

A 20 minutes, l'ergonomie d'accès n'a pas été évaluée en voiture du fait du caractère peu clivant de ce mode. En effet à 20 minutes en voiture il est possible d'accéder à toutes les ressources quel que soit le point de départ et il est même possible de traverser la quasi-totalité du territoire de l'Eurométropole. Par contre, à pied et à vélo des disparités en ergonomie d'accès aux ressources persistent à l'Eurométropole de Strasbourg (tableau 9 et carte 25). En effet, l'indicateur synthétique varie entre 41,5 et 84,6 à pied, de 43,5 à 88,8 à vélo. Il faut noter que par rapport à en 10 minutes, l'ergonomie moyenne en 20 minutes s'améliore. Elle augmente de 6,6 points à pied et de 5,9 points à vélo.

Tableau 9 : Indicateur synthétique de l'ergonomie en 20 minutes à pied et à vélo

Indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources en 20 minutes			
Point d'étude	Mode de déplacement		distance au centre (km)
	à pied	à vélo	
Hypercentre	84,6	88,8	0,0
Esplanade	68,5	76	1,8
Schiltigheim	64,7	78,5	2,6
Meinau	57,1	71,4	3,2
Hautepierre	61,7	69,8	3,6
Robertsau	62,7	73,5	3,7
Robertsau résidentielle	46,8	66,4	3,9
Port du Rhin	41,5	43,5	3,9
Ostwald	55,2	63,8	4,4
Holtzheim	46	54,8	7,6
Vendenheim	54,1	57,2	10,0
La Wantzenau	59,2	57,4	10,6
Plobsheim	54,8	57,5	12,3
Moyenne	58,2	66,0	



Carte 25 : Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne en 20 minutes par mode

A 20 minutes, la carte 25 montre un gradient centre périphérie plus homogène quel que soit le mode étudié. Au niveau des différents points d'études, on accède généralement à plus de ressources et les disparités au niveau des différents critères (réseaux et infrastructures, environnement urbain, accidents...) qui composent l'indicateur synthétique d'ergonomie d'accès tendent à s'estomper.

L'hypercentre comme pour les pas de temps précédents, enregistre les scores d'ergonomie plus élevés (84,6 à pied et 88,8 à vélo). Les piétons et les cyclistes profitent d'une abondance de ressources et d'alternatives et d'un maillage d'infrastructures (pistes cyclables, zones piétonnes) à la fois dense et continu qui permet de relier l'hypercentre aux quartiers voisins dans de bonnes conditions de confort que ce soit en termes de réseaux ou d'environnement urbain. Il est à noter que les accidents sont nombreux et graves surtout à pied à l'hypercentre.

Le Port-du-Rhin (à pied et à vélo) et la Robertsau résidentielle (à pied) gardent des scores modestes dus à leur isolement relatif.

Dans la première couronne, les scores d'ergonomie sont plus homogènes et généralement plus élevés qu'à 5 ou 10 minutes du fait d'un accès à plus de ressources et plus d'alternatives. Les scores d'ergonomie sont plus élevés à vélo au vu de la plus grande surface accessible pour le même pas de temps qu'à pied, offrant ainsi un nombre plus important de ressources. A pied, on note cependant une disparité entre le Nord et le Sud. L'ergonomie est plus faible pour les points au Sud (La Meinau et Ostwald), fait pouvant certainement s'expliquer par la plus faible densité au Sud qu'au Nord.

Dans la deuxième couronne, les scores sont similaires, que ce soit à pied ou à vélo. Ces scores sont généralement plus élevés par rapport à des pas de temps inférieurs du fait d'un accès à des ressources et des alternatives plus nombreuses et diversifiées. Cependant, des particularités peuvent être notées. En effet, à la Wantzenau, point à l'extrême Nord-Est, et à Plobsheim, point à l'extrême Sud-Est, les scores à 20 minutes sont plus faibles qu'à 5 ou 10 minutes. En effet, s'éloigner de 20 minutes, induit de quitter les zones urbanisées de la commune et de ce fait, de ne pas accéder à de ressources supplémentaires.

5.2.COMPARAISON DE PROFILS D'ERGONOMIE

Les exemples précédents montrent que si l'indicateur synthétique permet d'évaluer un niveau d'ergonomie global en chaque lieu et de repérer des disparités à l'échelle de l'Eurométropole, il est nécessaire de préciser les combinaisons sous-jacentes de critères pour expliquer ces disparités.

5.2.1. COMPARAISON DE POINTS D'ETUDES AVEC DES NIVEAUX D'ERGONOMIE SIMILAIRES, MAIS DES PROFILS DIFFERENTS

A des scores similaires peuvent correspondre des profils de critères, fort différents. Ces profils peuvent par ailleurs être mis en perspective avec les caractéristiques socio-urbaines des quartiers. La figure 10 compare ainsi deux quartiers aux profils distincts bien que présentant un même score d'ergonomie à vélo en 5 minutes.

Hautepierre, en rouge, est un quartier prioritaire de la politique de la ville (QPV) typique avec familles nombreuses, grands ensembles et faibles revenus ; la Wantzenau, en vert, est une zone aisée d'habitat individuel en campagne périurbaine. Derrière leurs scores très proches (60,7 pour Hautepierre et 58,8 pour la Wantzenau) se cachent des contrastes très marqués.

Hautepierre est caractérisée par une forte disponibilité des ressources de proximité et d'alternatives notamment pour le commerce avec la présence d'un grand centre commercial avec galerie marchande). La zone présente une bonne qualité de réseaux, dont une grande part dédiée au vélo, mais les ressources y sont très dispersées. La Wantzenau a un profil totalement inverse. En effet, elle se distingue par une disponibilité un peu plus faible des ressources, mais une plus forte concentration. La qualité des réseaux et des infrastructures est moindre, notamment à cause de la faible part d'aménagements dédiés au vélo, mais la sécurité des déplacements à vélo y est meilleure. L'environnement urbain est équivalent dans les deux zones le long des itinéraires : absence de trame bleue, trame verte similaire, une qualité de l'air analogue, mais un équipement en mobilier urbain (bancs, poubelles...) légèrement meilleur à Hautepierre.

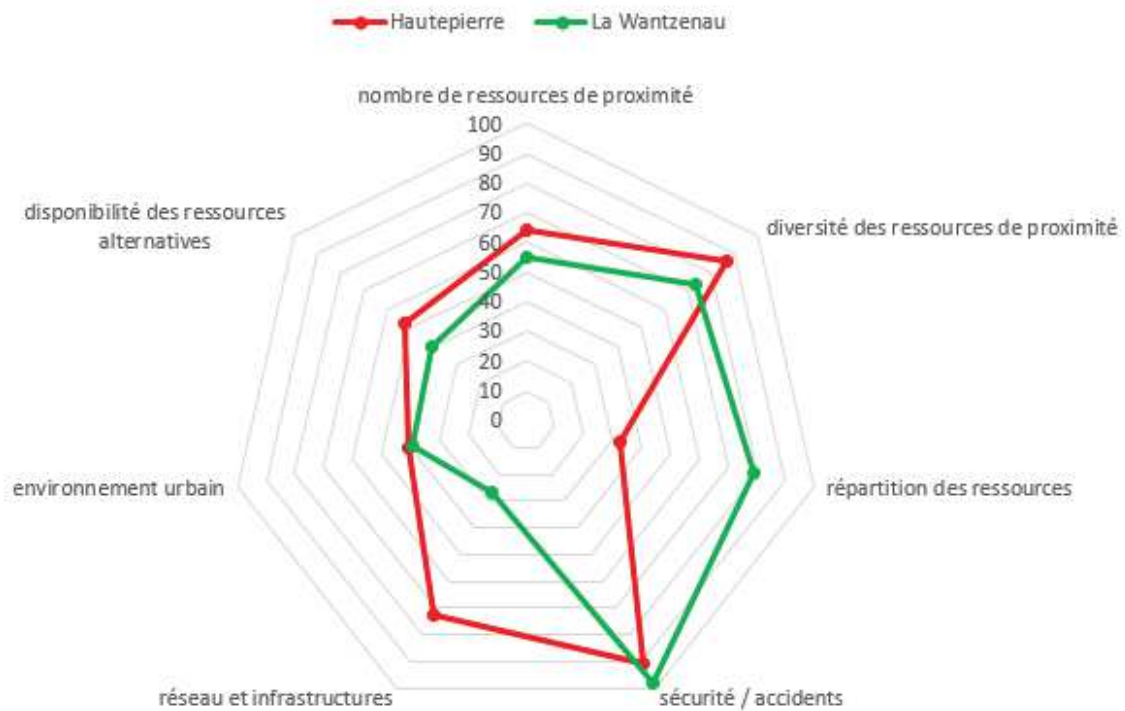


Figure 10 : Comparaison de deux profils d'ergonomie en 5 minutes à vélo

On peut ainsi pointer les possibilités d'amélioration de l'ergonomie dans les deux zones précédentes en encourageant l'implantation de ressources de proximité et d'alternatives ce qui aboutirait à une augmentation de leur nombre tout en veillant cependant à conserver leur diversité. L'environnement urbain peut être amélioré dans les deux cas en implantant plus de mobiliers urbains (points d'eau, poubelles et toilettes publiques...), en ajoutant des points remarquables (fontaines, sculptures...) et en augmentant la trame verte (planter des arbres, aménager des squares...). À HautePierre, un intérêt particulier doit être porté à la répartition des ressources. Dans cette zone, la distinction entre les zones habitables et les zones commerciales, par exemple, est très prononcée, induisant des distances de déplacements longues. La Wantzenau, en revanche, devrait améliorer ses aménagements cyclables en augmentant le nombre de ses pistes ou bandes cyclables, en augmentant le nombre d'attaches vélos...

5.2.2. COMPARAISON DE POINTS D'ETUDES AVEC DES PROFILS SIMILAIRES, MAIS DES NIVEAUX D'ERGONOMIE DIFFERENTS

A un même score peuvent correspondre des profils d'ergonomie forts différents. Deux exemples permettent d'illustrer des situations variables dans l'espace conduisant à des scores d'ergonomie proches, mais avec des profils différents. Ces profils peuvent par ailleurs être mis en perspectives avec les caractéristiques socio-urbaines des quartiers.

Nous pouvons utiliser l'exemple de deux faubourgs denses, la Meinau en bleu et Schiltigheim en orange sur la figure 11, situés aux environs de 3 km du centre-ville. Tous deux sont habités par des cadres et professions intermédiaires et une mixité générationnelle dans des zones d'habitat mixte. Leurs scores d'ergonomie à vélo en 10 minutes relativement proches (respectivement 65,2 et 69,4) masquent des profils d'ergonomie contrastés visibles sur la figure 11. Si la disponibilité des ressources apparaît équivalente, ces deux quartiers se distinguent grandement du point de vue des réseaux et de la sécurité. Schiltigheim dispose en effet d'aménagements en faveur du vélo plus importants, mais inclus dans un réseau de circulation plus dense en termes de flux routier, d'intersections, de réseau routier à double sens, dans lequel le nombre d'accidents y est plus élevé. Inversement, à la Meinau, la part des aménagements en faveur du vélo est moindre, les accidents sont moins nombreux dans un environnement marqué par de nombreux axes à sens uniques. Cette analyse demande à être complétée notamment par les flux de déplacement à vélo. Cependant même si le choix des points d'études a fait l'objet d'un soin particulier, qu'il ne faut pas perdre de vue, les scores des différents critères pourraient varier de façon significative sur de courtes distances.

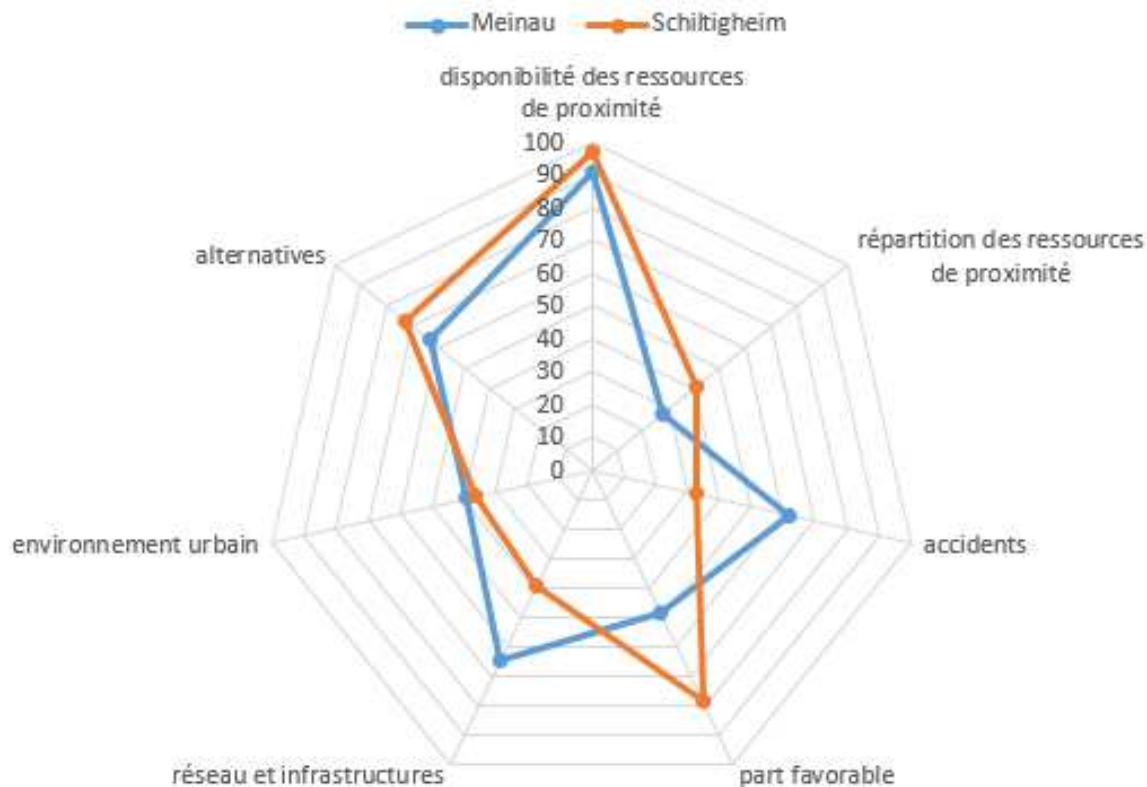


Figure 11 : Comparaison de l'ergonomie d'accès à vélo en 10 minutes en deux-points d'études aux profils similaires, mais aux scores différents

5.2.3. NIVEAUX D'ERGONOMIE FORT DIFFERENTS POUR UN MEME POINT D'ETUDE A PIED OU A VELO

Certains points d'études présentent des particularités. La Meinau, par exemple, profite d'un des meilleurs scores à vélo, mais souffre d'un score plutôt faible à pied. Le diagramme visible sur la figure 12 permet d'expliquer cette différence. En effet, à pied (en vert), en 20 minutes, les nombres de ressources de proximité et d'alternatives ainsi que la diversité des ressources sont plus faibles qu'à vélo (en rouge) (en raison de la distance supérieure pouvant être parcourue à vélo par rapport à pied.).

Le piéton est exposé à un flux de voiture beaucoup plus élevé sur l'ensemble des itinéraires. Le cycliste lui, profite de zones de déplacement plus apaisées avec un environnement plus agréable induit par une trame verte plus importante qu'à pied. Le cycliste profite aussi davantage de mobilier urbain que le piéton (un score de mobilier urbain de 68,3 à vélo contre 55,8 à pied). Les autres paramètres, tels que la dispersion des ressources, les

accidents, les voies favorables, les intersections et la trame bleue, présentent des valeurs proches ou quasiment identiques.

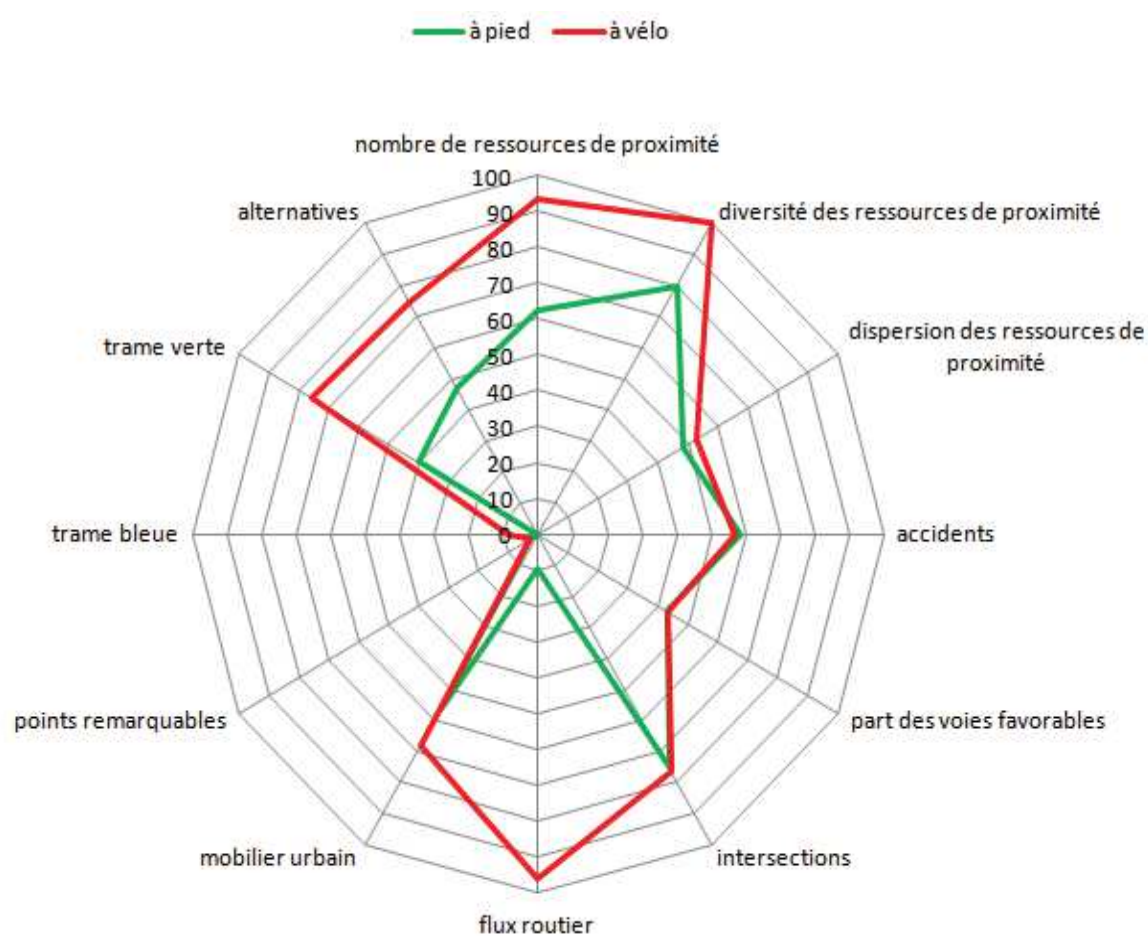


Figure 12 : Comparaison de l'ergonomie d'accès à pied et à vélo en 20 minutes pour le même point d'étude (La Meinau)

5.3. POTENTIEL EXPLORATOIRE DE L'ÉVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCÈS

Dans cette partie, nous avons tenté d'explorer plus de possibilités qu'offre la méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources pour répondre à nos questionnements du type : peut-on se passer de la voiture en faveur des modes doux ? Quel est le lien entre l'ergonomie et la part modale à pied ou à vélo ? Le but est ici d'explorer des généralisations à l'échelle de l'Eurométropole.

5.3.1. LES MODES DOUX, UNE ALTERNATIVE A LA VOITURE ?

Une des questions posées dans le cadre de cette thèse est : les modes doux permettent-ils de se passer de la voiture pour disposer des ressources du quotidien dans les zones étudiées ? Pour poursuivre les analyses précédentes, en complément des cartes préalables par mode, un indicateur synthétique d'ergonomie d'accès a été calculé en chaque point pour les modes doux (combinant la marche et le vélo). Il s'agit de la moyenne de l'indicateur synthétique d'ergonomie d'accès à pied et de celui à vélo. Cet indicateur synthétique pour les modes doux est ensuite comparé à celui en voiture. La différence entre l'ergonomie d'accès en modes doux et en voiture donne une première indication du « degré de substitution » (tableau 10). Un « degré de substitution » signifie :

- Si le score est nul, l'ergonomie est identique en mode doux et en voiture. Les modes doux peuvent constituer une alternative à la voiture du moins pour l'accès aux ressources du quotidien.
- S'il est positif, l'ergonomie d'accès en modes doux est meilleure qu'en voiture. Dans ce cas, il paraît plus judicieux de se passer de la voiture au vu des contraintes qui défavorisent son utilisation.
- S'il est négatif, l'ergonomie d'accès en voiture est meilleure qu'en modes doux. Dans ce cas, il semble plus difficile de se passer de la voiture qui offre plus d'avantages.

Le tableau 10 étudie le potentiel de substituabilité des modes doux à la voiture pour les points d'études à 5 et à 10 minutes. Seul le point situé à l'hypercentre présente un score positif (43,3 à 5 minutes et 45,1 à 10 minutes). Tous les autres points de l'Eurométropole ont un « score de substitution possible » négatif. Cependant, une grande disparité existe. Les points comme la Robertsau centre, le Port-du-Rhin, la Wantzenau,

Plobsheim et Vendenheim (à 10 minutes) ont un « degré de substitution » négatif, mais très proche de 0. De ce fait les modes doux, bien que légèrement défavorisés par rapport à la voiture, constituent une alternative possible. D'autres zones, telles que la Robertsau résidentielle et Holtzheim (à 10 minutes), ont un « degré de substitution » négatif et très bas par rapport aux autres points. Cela signifie que, dans ces zones-là, se passer de la voiture dans la vie quotidienne semble difficile. Il faudrait une politique volontariste pour encourager la mobilité douce en proposant des solutions adaptées à chaque zone.

Tableau 10 : les modes doux une alternative à la voiture ?

Point d'étude	Indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources en 5 min			Indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources en 10 min			distance au centre (km)
	modes doux	en voiture	degré de substitution	modes doux	en voiture	degré de substitution	
Hypercentre	83,5	40,2	43,3	84,0	38,9	45,1	0
Esplanade	55,4	69,1	-13,7	64,5	76,3	-11,8	1,8
Schiltigheim	60,7	73,9	-13,2	66,3	76,9	-10,6	2,6
Meinau	53,6	64,0	-10,4	59,2	71,6	-12,4	3,2
Hautepierre	50,7	69,1	-18,4	59,3	69,6	-10,2	3,6
Robertsau centre	66,8	70,4	-3,7	62,3	66,8	-4,5	3,7
Robertsau résidentielle	19,2	62,8	-43,6	44,7	62,4	-17,8	3,9
Port du Rhin	37,5	40,0	-2,5	40,2	44,6	-4,3	3,9
Ostwald	46,0	59,1	-13,2	47,8	63,4	-15,6	4,4
Holtzheim	35,1	48,3	-13,2	38,7	62,9	-24,2	7,6
Vendenheim	45,0	55,1	-10,1	48,5	57,2	-8,7	10
La Wantzenau	61,2	66,8	-5,6	55,2	64,1	-8,9	10,6
Plobsheim	61,5	61,7	-0,2	55,5	59,8	-4,3	12,3

5.3.2. L'ERGONOMIE D'ACCES ET LA PRATIQUE DES MODES DOUX

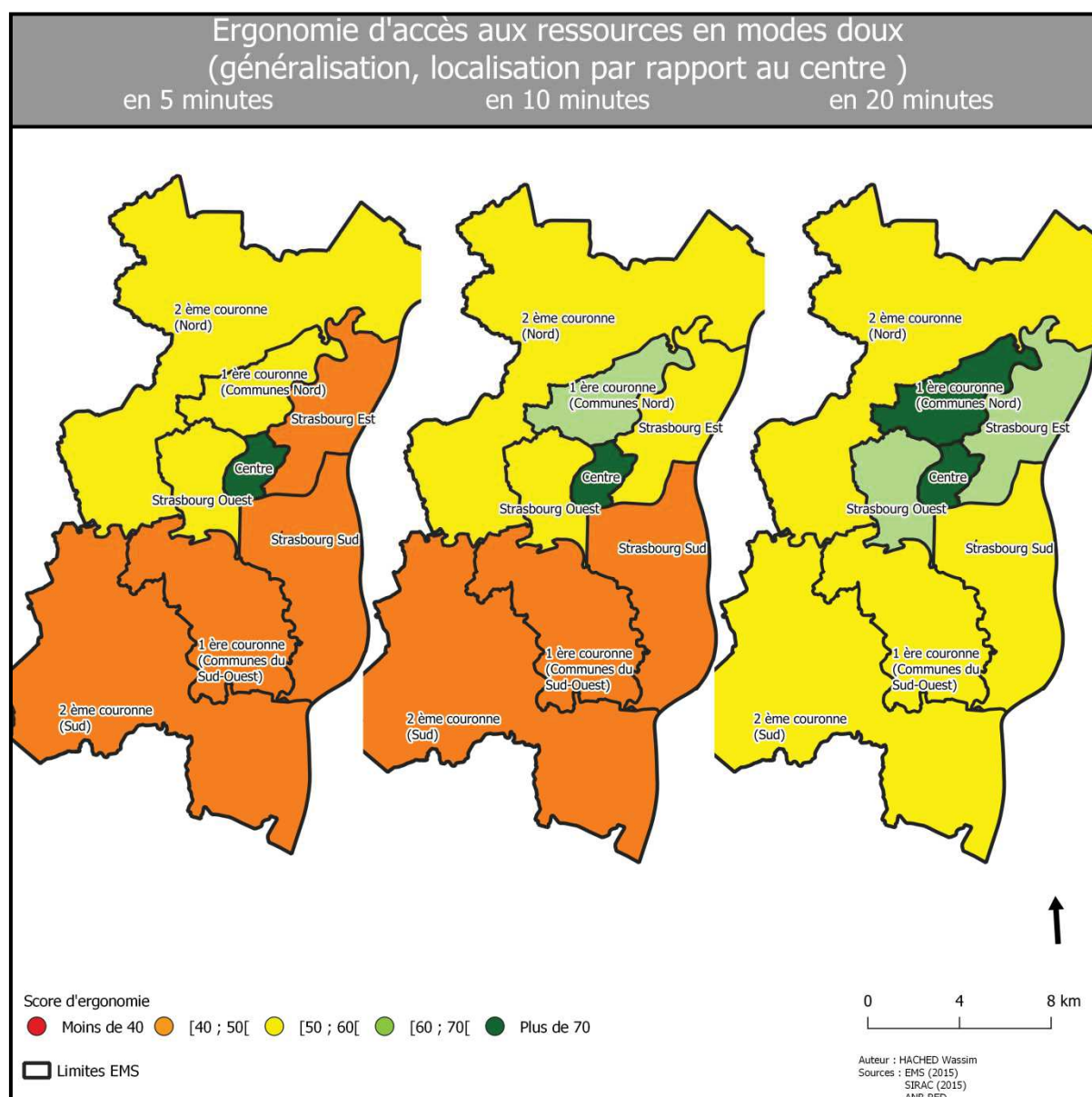
Le but de cette partie est d'étudier le lien entre le niveau d'ergonomie d'accès en modes doux et l'importance de la pratique quotidienne réelle. L'Enquête Ménages Déplacements (EMD) de 2009 donne des indications sur la part modale des déplacements dans 8 zones géographiques. L'indicateur de l'ergonomie d'accès en mode doux calculé par zone est la moyenne de l'indicateur synthétique des points qui y sont situés. Les résultats obtenus ici (tableau 11 et carte 26) ne sont qu'expérimentaux et peuvent être très différents de la réalité pour deux raisons : la première est le nombre réduit des points étudiés et la deuxième est le décalage entre l'EMD effectuée en 2009 et les données utilisées pour le calcul d'ergonomie datent de 2015.

Tableau 11 : Ergonomie d'accès et part modale

localisation	pas de temps			part modale (2009)	
	5 min	10 min	20 minutes	doux	voiture
1ère couronne (Communes du Sud-Ouest)	46	47,8	59,5	34	56
1ère couronne (Communes Nord)	60,7	66,3	71,6	39	48
2e couronne (Nord)	53,1	51,9	57	24	68
2e couronne (Sud)	48,3	47,1	53,3	22	72
Centre	83,5	84	86,7	66	20
Strasbourg Est	47,1	57,2	65,6	49	41
Strasbourg Ouest	50,7	59,3	65,8	37	43
Strasbourg Sud	45,6	49,7	53,4	45	38

Le tableau 11 affiche une certaine corrélation entre l'ergonomie d'accès en modes doux et la part modale des modes doux. En effet, dans le centre où les scores synthétiques d'ergonomie sont les plus élevés pour les différents pas de temps, la part modale des modes doux est la plus élevée et la part modale de la voiture est la plus faible. En deuxième couronne (Nord et Sud) où les scores d'ergonomie sont faibles, la part modale des modes doux est faible et celle de la voiture est plus élevée. On remarque cependant des scores d'ergonomie différents en première couronne. La première couronne nord présente des scores d'ergonomie plus élevés que la première couronne sud. Mais la part modale des modes doux est comparable dans les deux zones. Cela est peut-être dû à la densité plus élevée au Nord qu'au Sud. La zone « Strasbourg Est » présente des scores d'ergonomies faibles à 5 minutes et moyens à 10 et à 20 minutes, mais une part modale en mode doux supérieure à la voiture. Cela est dû au tissu urbain dense où se situent des ressources nombreuses et diversifiées, des aménagements de qualité en faveur des modes doux et une population d'étudiants dont beaucoup privilégient les modes doux, notamment à proximité du campus universitaire. Le score d'ergonomie assez faible est probablement induit par la localisation bien particulière des points d'études.

La généralisation des scores d'indicateurs synthétiques d'ergonomie en mode doux sur les zones de découpage de l'EMD montre une domination de la zone centrale qui profite à la fois des scores d'ergonomie les plus élevés et de la part modale en modes doux la plus élevée. Cela s'explique, comme nous l'avons déjà mentionné, par les nombreuses ressources disponibles au centre de Strasbourg et les aménagements favorables aux modes doux bien développés et les dispositions dissuasives envers la circulation et le stationnement automobile. Une disparité Nord Sud apparaît à 5 et à 10 minutes avec des scores d'ergonomies plus élevés au Nord, mais des parts modales similaires au Nord et au Sud. Cela s'explique par la localisation particulière des points d'études. Les scores d'ergonomie s'améliorent progressivement pour les zones de Strasbourg-Est, Strasbourg-Ouest et la première couronne nord et correspondent à une part modale en modes doux relativement élevée. Cela s'explique principalement par la localisation des ressources et leur localisation groupée aux noyaux de vie dans les quartiers.



Carte 26 : Ergonomie d'accès et localisation par rapport au centre

5.4.A RETENIR

La démarche adoptée pour mesurer le niveau d'ergonomie d'accès produit finalement différents niveaux d'informations complémentaires :

- Dans un premier temps, la cartographie d'un niveau global d'ergonomie révèle les disparités spatiales des ressources et de leurs conditions d'accès sur l'ensemble des points d'études de l'Eurométropole. Cette cartographie synthétique peut se décliner ensuite par modes de déplacement, par temps d'accès, toutes ressources confondues ou par catégories, apportant un diagnostic d'ensemble sur les moyens de mobilisation des ressources en lien avec les aménagements de la mobilité durable.
- Dans un deuxième temps, l'exploration des combinaisons de critères conduisant à un niveau donné permet d'identifier différents types de situations. Des profils d'ergonomie peuvent être décelés en fonction des critères qui composent l'indicateur synthétique. Les confronter, dans des recherches futures, finement aux pratiques, besoins ou attentes, exprimés par les populations permettra *in fine* aux aménageurs de déterminer des mesures plus adaptées.
- Dans un dernier temps, le croisement de l'ergonomie d'accès aux ressources avec des données spatialisées (pratique réelle de mobilité, typologie sociospatiale...) permet de répondre à des problématiques géographiques comme l'identification de disparités sociospatiales ou la possibilité de se passer de la voiture pour des modes doux... Les résultats obtenus dans ce sens ne sont encore qu'exploratoires. Une généralisation de la méthode par automatisation des traitements est nécessaire dans le futur pour des résultats plus précis.

6. BILAN ET DISCUSSION

6.1. Conclusion

6.2. Apport de la méthode développée d'évaluation de l'ergonomie d'accès

6.3. Limites actuelles de la méthode testée et perspectives de développement

La recherche présentée dans cette thèse s'inscrit dans la problématique contemporaine des politiques urbaines en faveur de la mobilité durable, en particulier des modes doux. Les politiques actuelles de mobilité ont pour objectif de réduire la domination de la voiture en ville. Dans le cadre du développement urbain durable, elles ont conduit à des restrictions apportées à l'usage de l'automobile personnelle et à des encouragements pour des modes alternatifs réputés plus écologiques : transports en commun et modes doux et actifs tels que la marche et le vélo. Des aménagements urbains plus ou moins lourds sont apparus. Ils vont de l'introduction/réintroduction du tramway à l'aménagement d'infrastructures cyclables ou piétonnes ou à la proposition d'équipements de mobilité partagés (vélos, trottinettes ou voitures, en libre-service...). Cela a non seulement conduit à la réduction de la part modale de l'auto en milieu urbain dans de nombreuses villes, mais aussi à des changements dans l'espace urbain.

Dans ce cadre, nous nous sommes posé la question des effets de ces politiques sur les conditions d'accès aux ressources dont les citoyens ont besoin dans la vie quotidienne.

L'objectif de cette thèse était de savoir si les aménagements en faveur de la mobilité durable étaient configurés de façon à permettre la satisfaction des besoins de la population en matière de ressources de la vie quotidienne, s'ils pouvaient apporter une alternative crédible à la voiture, globalement ou de façon sélective.

6.1. CONCLUSION

Pour répondre à ces questionnements, ce travail s'est appuyé sur le concept opératoire d'ergonomie spatiale à travers l'étude d'un de ses premiers volets, l'ergonomie d'accès aux ressources. Le but dans un premier temps, est de savoir si les individus, en fonction de leurs localisations, accèdent de la même manière et dans les mêmes conditions de coût/effort/risques au sens large aux ressources de la vie quotidienne en modes doux. L'objectif est donc de jauger en chaque point de l'espace, la capacité du territoire à répondre aux besoins de ses occupants au moindre coût/effort/risque en utilisant les modes doux (entendus ici comme les modes actifs : la marche et le vélo) en comparaison avec le recours à l'automobile. En deuxième temps, l'objectif est de mettre en perspective les caractéristiques socioéconomiques afin de déceler les éventuelles disparités sociospatiales de la mobilité douce sur un territoire d'étude.

L'intérêt s'est donc focalisé sur la disponibilité d'une sélection de 32 ressources de la vie quotidienne hors emploi (Commerces, éducation, loisir, santé...), les conditions pour accéder aux ressources les plus proches et la plasticité du territoire en ce qui concerne les alternatives de ressources et d'accès. Deux méthodes complémentaires d'évaluation de l'ergonomie d'accès à ces ressources ont été élaborées. Elles prennent en considération le fonctionnement global du territoire à travers, d'une part, la disponibilité et répartition du potentiel de ressources et, d'autre part, un panel de critères caractérisant leurs conditions d'accès. La première méthode, générale, a été développée dans le cadre du projet ANR RED. Elle se base sur des isochrones et un nombre limité d'indicateurs pour couvrir l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg. La deuxième, réalisée dans le cadre de cette thèse, est plus détaillée. Elle se fonde sur les itinéraires précis d'accès aux ressources et un nombre élevé de critères. Cette méthode a été appliquée à une échelle plus fine et testée pour 13 points d'études. Un indicateur synthétique d'ergonomie d'accès aux ressources a été construit en s'appuyant sur plus de 20 critères : disponibilité de ressources et d'alternatives, conditions et confort d'accès, environnement urbain et coût monétaire... Il prend une forme de score entre 0 et 100 pour chaque mode (marche, vélo et voiture) et par pas de temps (5, 10 et 20 minutes).

Le premier constat indéniable est qu'il réside des disparités spatiales d'ergonomie d'accès au sein de l'Eurométropole de Strasbourg. Les résultats obtenus par les deux méthodes d'évaluation de l'ergonomie d'accès, celle développée dans le cadre de l'ANR RED et celle développée ici, présentent des similitudes. Les deux approches reflètent en effet globalement une structure auréolaire de l'ergonomie en modes doux autour de Strasbourg. La marche et le vélo sont plus avantageux que l'automobile pour accéder aux ressources dans l'hypercentre de Strasbourg. Ailleurs, les résultats obtenus ont permis ainsi de confirmer certaines hypothèses attendues. L'automobile reste toujours favorable, mais à des degrés variables en fonction de la localisation du point d'étude. L'ergonomie d'accès en mode doux semble être meilleure dans les environnements denses. Il est à noter que le quartier prioritaire de la politique de la ville enregistre des scores supérieurs à la moyenne.

Le deuxième constat est que différents profils d'ergonomie d'accès peuvent exister notamment entre des points d'études qui ont des scores proches d'où l'intérêt de détailler l'indicateur synthétique en fonction des critères qui le composent. En plus des aménagements pour la mobilité durable et du confort (lié à l'environnement et aux infrastructures), la disponibilité des ressources à proximité paraît fondamentale pour une meilleure ergonomie d'accès en mode doux et donc une meilleure substituabilité de la marche ou du vélo à la voiture.

Ensuite, ces bilans, certes encore exploratoires, du croisement entre l'ergonomie d'accès et la typologie sociospatiale de l'Eurométropole de Strasbourg ont aussi dévoilé des disparités. Ces disparités sont plus d'ordre spatial que social.

Enfin, une corrélation entre la part modale d'un mode donné et le degré d'ergonomie a été observée. La plupart du temps, là où l'ergonomie d'accès est élevée en mode doux, la part modale en mode doux est également élevée, et inversement.

La méthodologie d'évaluation de l'ergonomie d'accès (détaillée et par itinéraires), étant désormais validée, elle permet de répondre aux problématiques posées, mais soulève d'autres questionnements. Nous développerons dans un premier temps les atouts de cette méthode. Dans un deuxième temps, nous expliquerons les limites et évoquerons les perspectives de développement.

6.2. APPORT DE LA METHODE DEVELOPPEE D'EVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCES

Ce travail constitue une des premières mises en œuvre du concept opératoire d'ergonomie spatiale, à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg. Il se focalise en premier lieu sur les deux critères fondamentaux de l'ergonomie : la disponibilité/distribution des ressources et leurs conditions d'obtention locales. L'évaluation de l'ergonomie d'accès développée dans cette thèse se base sur des points de départ, une vaste sélection de ressources de la vie quotidienne, les plus courts chemins pour y accéder par un mode de déplacement et par pas de temps. Plusieurs indicateurs sont appliqués pour évaluer le coût/effort/risque au sens large nécessaire pour accéder d'abord aux ressources les plus proches et ensuite aux ressources alternatives. Les résultats obtenus démontrent le potentiel opératoire du concept d'ergonomie d'accès. La démarche d'évaluation de l'ergonomie d'accès permet d'élaborer des diagnostics territoriaux pour aider les collectivités territoriales à définir les aménagements adaptés à différentes situations. En effet, même à ce stade initial le principe de l'ergonomie spatiale paraît porteur. La méthode proposée permet de :

- Evaluer à une échelle fine l'ergonomie d'accès (un point de départ au centre de chaque maille de $200\text{ m} * 200\text{ m}^{37}$), et dès lors classer et comparer les lieux entre eux en fonction de l'indicateur synthétique ;
 - Cet indicateur synthétique met en évidence rapidement et de façon globale (sous forme de tableaux et de cartes) les disparités d'ergonomie d'accès au sein du territoire d'étude. Croisé avec les données sociales, il permet aussi de déceler les disparités sociospatiales.
 - Il peut ensuite être explicité en fonction des critères qui le composent (diagrammes en radar) pour dégager des profils détaillés d'ergonomie (points d'études ayant des caractéristiques similaires). Des comparaisons peuvent être réalisées entre points d'études en fonction de chaque critère.
 - Ces profils peuvent indiquer aux décideurs sur quels critères agir pour améliorer l'ergonomie d'accès (effectuer des simulations en agissant sur un ou plusieurs indica-

³⁷ Ce maillage peut d'ailleurs être plus fin et les points de départ peuvent être même placés à l'entrée de chaque bâtiment du territoire d'étude. Le but était ici de croiser les résultats d'ergonomie avec les typologies sociospatiales qui ont été développées sur la base du maillage INSEE de $200\text{ m} * 200\text{ m}$.

teurs est également possible, sachant que ce développement reste encore à construire).

- Un indicateur d'ergonomie d'accès pour une seule ressource donnée peut parallèlement être développé. Ciblé, il permettra par exemple de comparer l'ergonomie d'accès à l'école en fonction de son lieu d'habitation.
- Etre au fait du changement et de l'évolution de l'ergonomie d'accès en fonction de la durée de trajet choisie (pas de temps, 5, 10 et 20 minutes) ;
- Connaître la possibilité théorique de se passer de la voiture particulière et de la remplacer par un autre mode ou une combinaison de modes par exemple en faveur des modes doux. Cela nécessite de comparer l'ergonomie d'accès entre les modes utilisés. Un degré de substituabilité permet de connaître le mode de déplacement offrant la meilleure ergonomie d'accès et à quel point il est avantageux de le choisir en fonction de sa localisation ;
- Croiser les résultats d'ergonomie d'accès avec des données statistiques sur le territoire d'étude, par exemple la pratique de la mobilité (ici en se basant sur les résultats de l'Enquête Ménages-Déplacements de 2009) pour révéler certaines corrélations ou déceler des anomalies. Ce type d'apport permettrait par exemple dans le futur de participer à l'évaluation de l'efficacité des politiques de mobilité et leurs impacts.
- Estimer l'ergonomie d'accès aux ressources et la présentation en cartes et en diagrammes pourrait permettre aux entreprises/services (ressources) de mieux choisir le lieu de leurs implantations et aux individus de mieux sélectionner la localisation de leurs résidences en fonctions de leurs besoins et de leurs attentes.

Malgré ces avantages, il ne s'agit que d'une première tentative de compréhension de l'ergonomie d'accès, elle-même n'étant qu'une des multiples composantes de l'ergonomie spatiale, sur un territoire. De ce fait, elle reste théorique à cause du nombre réduit des points d'études et des simplifications qui étaient nécessaires dans un premier temps. La méthode développée souffre de certaines limites. Cependant, ces limites ouvrent de nouvelles perspectives.

6.3. LIMITES ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

La démarche d'évaluation de l'ergonomie d'accès initiée ici appelle bien d'autres développements pour s'approcher encore davantage de la complexité réelle sur le terrain.

La méthode d'évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources a mobilisé une quantité considérable de données de sources différentes. L'Eurométropole de Strasbourg disposait de la grande majorité des données nécessaires. Cela n'est pas forcément le cas dans d'autres territoires où l'accès aux données est laborieux, voire impossible, en raison de l'inexistence des données tout simplement. L'importante quantité de données exige une attention particulière en matière de cohérence et d'exactitude. Pour pallier cette difficulté, différentes solutions sont possibles : réduire la taille des zones d'études (se limiter à un quartier par exemple au lieu d'une métropole) et recueillir directement les informations indispensables et manquantes sur le terrain. La deuxième réponse consiste à faire appel à d'autres modes de collectes de données tels que la télédétection, mais cela nécessite des photos aériennes de très grande qualité de précision. Cela nous amène à insister sur la nécessité pour les collectivités de recueillir et de géolocaliser le plus possible d'indications relatives à leur territoire et de faciliter l'accès à ces données.

L'analyse de l'ergonomie d'accès à ce premier stade ne prend en compte qu'un nombre limité de ressources de la vie quotidienne. Mais ces ressources peuvent parfois être polyvalentes pour offrir des services du même niveau. Il faudrait peut-être affiner la recherche en intégrant les services proposés par chaque ressource étudiée. D'autres ressources ou services peuvent être incorporés. Se pose alors tout particulièrement la question cruciale de l'accès à l'emploi (l'offre d'emploi et ses localisations). Les besoins des entreprises en termes de ressources devraient être intégrés également pour les services de livraison, qui font parvenir en quelque sorte les ressources aux individus. Cela serait une étape nécessaire pour une évaluation plus juste de l'ergonomie d'accès dans un territoire.

Cette étude ne prend pas en compte certains modes de déplacement pourtant disponibles sur le territoire. Les engins de déplacements individuels électriques ou non (vélos électriques, trottinettes électriques, monoroues...) ne sont pas considérés. Les intégrer à la méthode actuelle reste envisageable en adaptant principalement les vitesses de déplacement et en tenant compte des spécificités de chaque mode pour le choix des indicateurs. Les transports en commun, les véhicules en libre service (voitures, vélos, trottinettes) ne sont également pas pris en compte. La prochaine étape consisterait à incorporer dans l'analyse : l'offre de transports en commun et les possibilités d'intermodalité qu'elle permet. La prise en compte des transports en commun, du fait qu'ils suivent des itinéraires prédéfinis et qu'ils ne permettent pas de déplacement de porte-à-porte, nécessite la mise au point d'une méthode d'évaluation différente notamment en termes de calculs d'itinéraires qui nécessitent des données et des traitements particuliers.

La méthode développée ici se base sur le calcul des itinéraires à chaque fois du point de départ vers une seule ressource, supposée disponible. Cependant, pour pallier cette limite, la méthode prend en compte un paramètre de dispersion des ressources. Il faudrait aussi intégrer les programmes d'activités et les deux sens du déplacement (le sens de l'aller pour accéder à la ressource ainsi que le sens du retour). En effet, les itinéraires aller et retour peuvent être différents et prendre en compte les emplois du temps pourrait être intéressant.

Du point de vue méthodologique, les habitants effectuant des chaînes d'activités au quotidien (travail, accompagnement à l'école, courses...) ne privilégient pas forcément les ressources les plus proches ou le plus court chemin pour y accéder. La prise en compte des plus courts chemins permet de calculer le potentiel d'ergonomie d'accès offert par le territoire. En revanche, ces itinéraires peuvent être très distincts dans la pratique concrète des individus. Les enquêtes ménage-déplacement apportent des informations, mais les résultats demandent *in fine* à être validés par des enquêtes terrain auprès des usagers. Deux solutions semblent envisageables. La première est d'étudier tous les itinéraires possibles d'accès à chaque ressource. La deuxième, plus pragmatique, pourrait se baser sur des collectes d'itinéraires par suivi GPS. Cependant, les individus peuvent avoir tendance à changer leurs itinéraires habituels en se sachant suivis. De ce fait, collecter des données de déplacements exactes serait plus approprié en se basant sur des données recueillies par des applications

telles que Google, tout en s'assurant bien évidemment du respect de la vie privée des individus.

Le but de l'ergonomie d'accès est d'estimer la possibilité du territoire de satisfaire les besoins de ses occupants en termes d'accès aux ressources qui leur sont nécessaires au moindre coût/effort/risque au sens large. Cependant cette recherche se limite encore à un individu standard essayant d'accéder à des ressources standards supposées répondre à ses besoins. Or, les besoins et les capacités des individus changent en fonctions de plusieurs paramètres tels que leur âge, leur santé, leurs capacités physiques, leurs revenus... Cela ouvre le champ pour des travaux futurs qui pourraient prendre en compte une sélection de ressources donnée qui corresponde à chaque profil d'individus en fonction du point de départ étudié, des itinéraires adaptés aux capacités...

Les indicateurs utilisés ici pour évaluer l'ergonomie d'accès aux ressources sont nombreux, et ne sont pas pondérés alors qu'ils peuvent ne pas avoir la même importance. Les ressources sont aussi considérées d'importance identique. Penser à pondérer les indicateurs et les ressources permettrait de transcrire davantage la réalité vécue. Cette pondération peut s'effectuer à partir de connaissances tirées d'enquêtes de terrain ou d'avis d'experts.

L'indicateur synthétique de l'ergonomie d'accès élaboré selon cette méthode est relatif (classement de 0 à 100). Il offre de comparer et de classer uniquement des points les uns par rapport aux autres. Dans ces conditions, l'évaluation de l'ergonomie en un seul lieu isolé n'a pas de sens. Pour cela, il faudrait définir des limites théoriques absolues (à quoi correspondent le 0 et le 100) bien déterminées pour chaque indicateur utilisé. Cela reste envisageable, mais semble prématuré à ce stade. Enfin, cette recherche se restreint à une sélection bien particulière de points d'études. L'automatisation de la méthode est indispensable pour couvrir tous les points d'études sur un territoire donné.

Au final, l'approche par l'ergonomie spatiale, même à ce stade initial, ouvre une perspective nouvelle aux aménageurs. La démarche permet d'élaborer des diagnostics territoriaux pour aider à définir des aménagements adaptés au contexte local et ainsi promouvoir des politiques de mobilité durable effectives. Les différents niveaux d'information renseignent sur les marges de manœuvre dont disposent les habitants, là où ils se trouvent, pour changer de mode de déplacement. Au vu de l'incessante reconfiguration de l'espace urbain (aménagements, dispositifs de mobilité durable), le suivi dans le temps des différents indicateurs s'avère nécessaire pour saisir les tendances notamment en matière de disparités sociospatiales. L'approche par l'ergonomie spatiale invite surtout les aménageurs à faire évoluer l'échelle conceptuelle de leurs projets, en évaluant à l'avenir l'impact de ces derniers sur l'ensemble du territoire, selon les trois axes du développement durable (écologique, économique et social).

ANNEXES

Domaines et intervention de l'ergonomie

Exploration cartographique des données utilisées

Points d'études

Résultats cartographiés

Diagrammes comparatifs

Analyse par composantes principales des résultats

A Pied en 5 minutes

A pied en 10 minutes

A pied en 20 minutes

A vélo en 5 minutes

A vélo en 10 minutes

A vélo en 20 minutes

En voiture en 5 minutes

En voiture en 10 minutes

Résultats détaillés

DOMAINES ET INTERVENTION DE L'ERGONOMIE

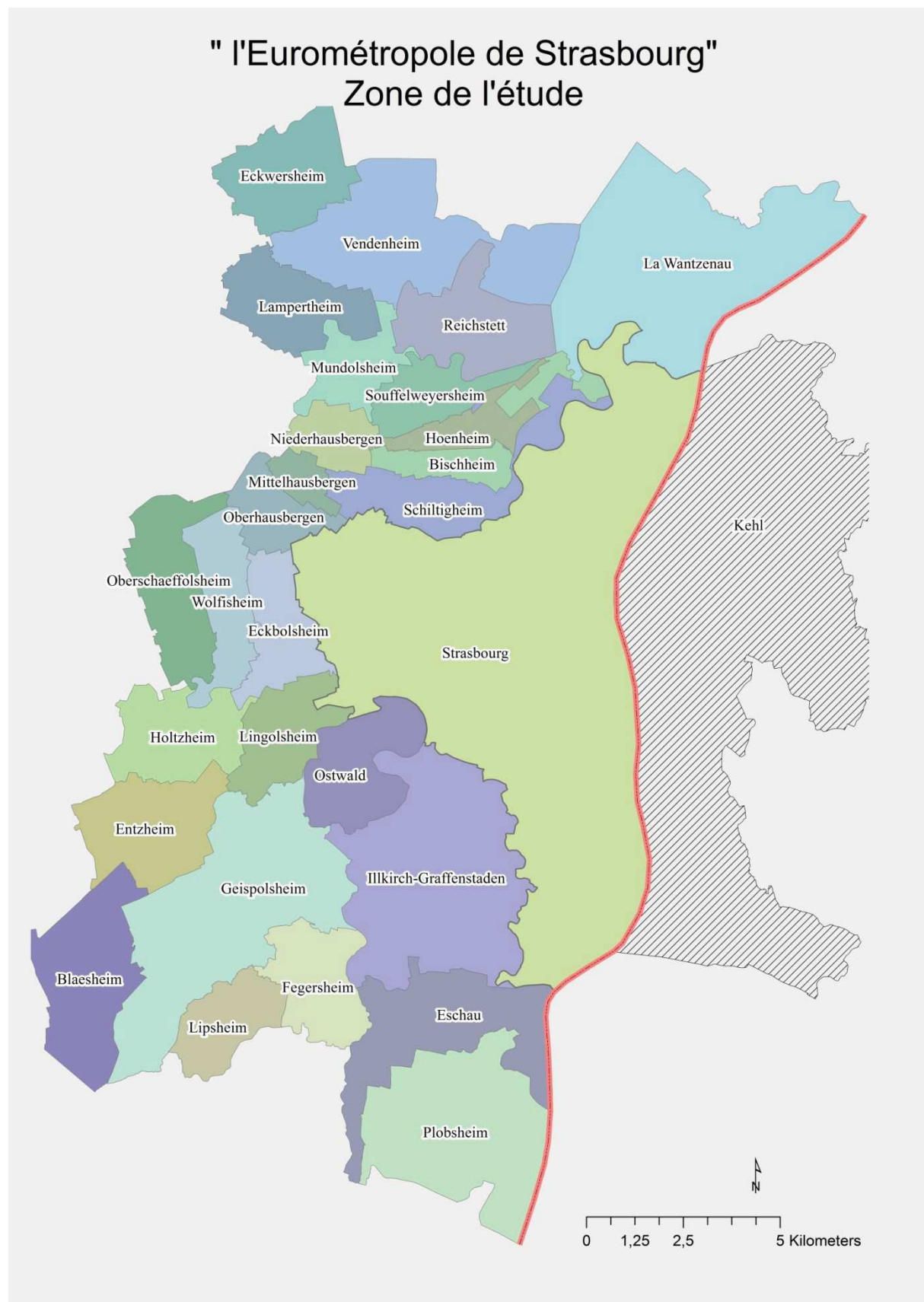
3. Domaines de l'ergonomie

	Ergonomie physique	Ergonomie cognitive	Ergonomie organisationnelle
Spécialité	Physiologie et anatomie de l'Homme	Processus mentaux Raisonnement Interactions	Optimisation des systèmes socio-techniques
Centres d'intérêt	Posture de travail Disposition du poste de travail Manipulation des objets...	Charge mentale Prise de décision Performance...	Communication Gestion des ressources Conception du travail Horaires ...
Objectifs	La sécurité La santé physique	Fiabilité humaine (burn-out) Santé mentale (stress) Relation personne-système...	Organisation du travail Règles Processus...

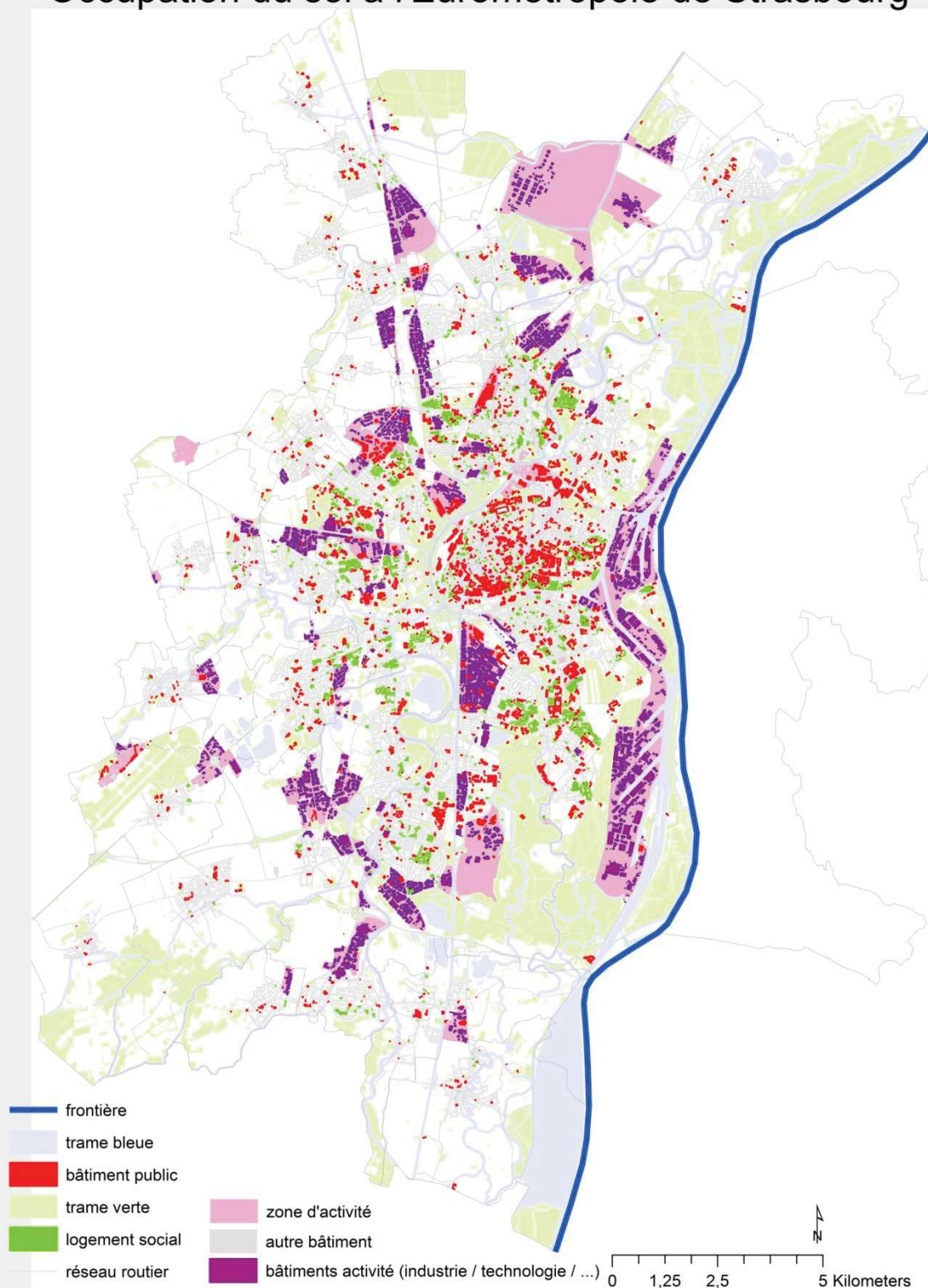
5. Intervention de l'ergonomie

	Ergonomie correctionnelle	Ergonomie conceptuelle	Ergonomie d'aménagement
Moment de l'intervention	Situation existante non satisfaisante (la plus fréquente)	Au stade de projet (conception, construction, implantation d'une nouvelle machine, ...)	Intermédiaire (conception + correction)
Centres d'intérêt	Confort, santé, sécurité des opérateurs Problèmes de production Dysfonctionnements et incidents	Conditions de travail Poste de travail Conditions de vie, Environnement du travail	Les grosses modifications de poste
Objectifs	Améliorer une situation existante Réponse directe aux anomalies Supprimer les incohérences d'un système...	Espace plus sûr Adaptation aux opérateurs et aux activités...	réaménager ou améliorer des situations préexistantes aux conditions de développement actuelles et à moyen terme de l'entreprise....

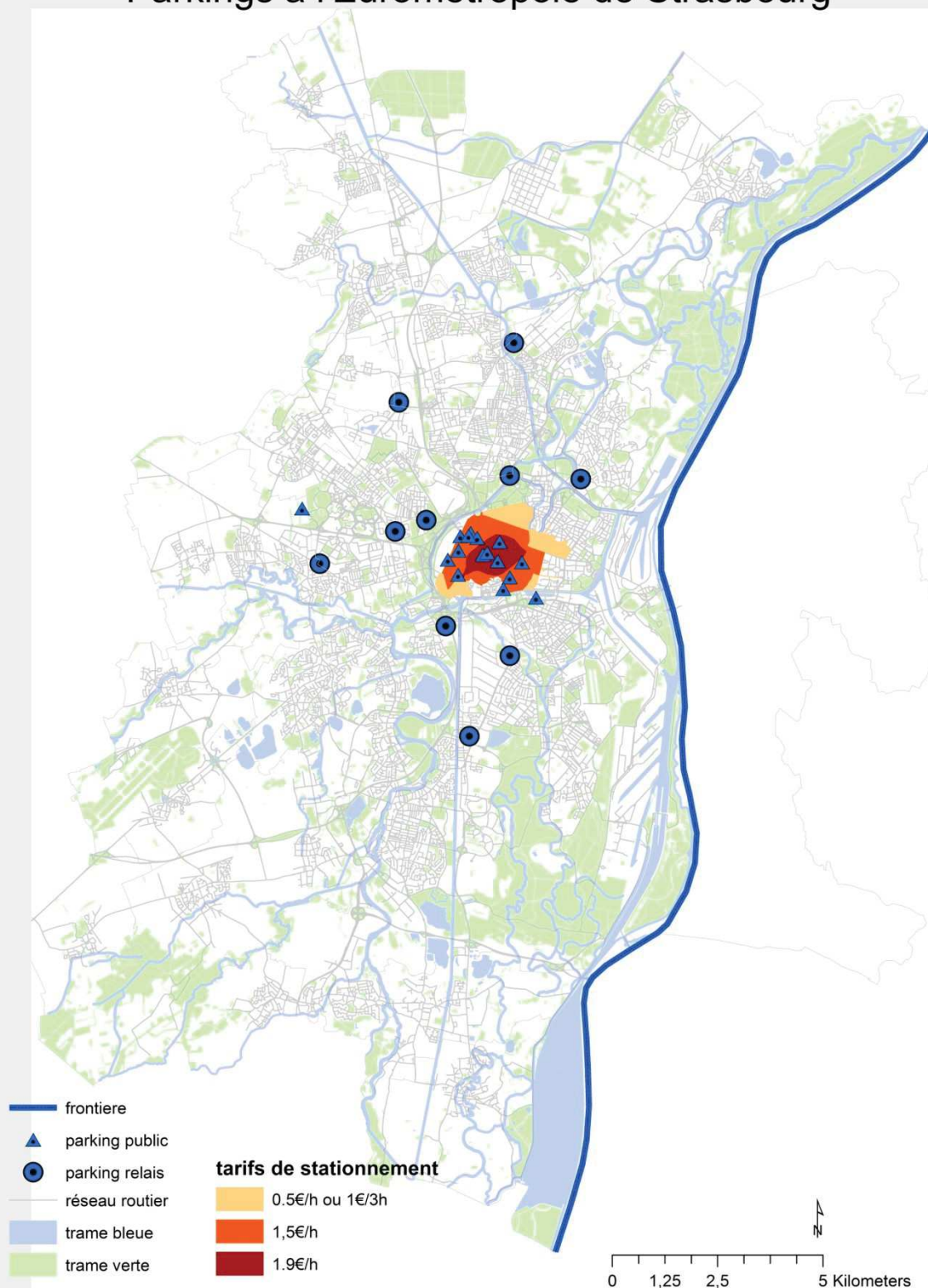
EXPLORATION CARTOGRAPHIQUE DES DONNEES UTILISEES



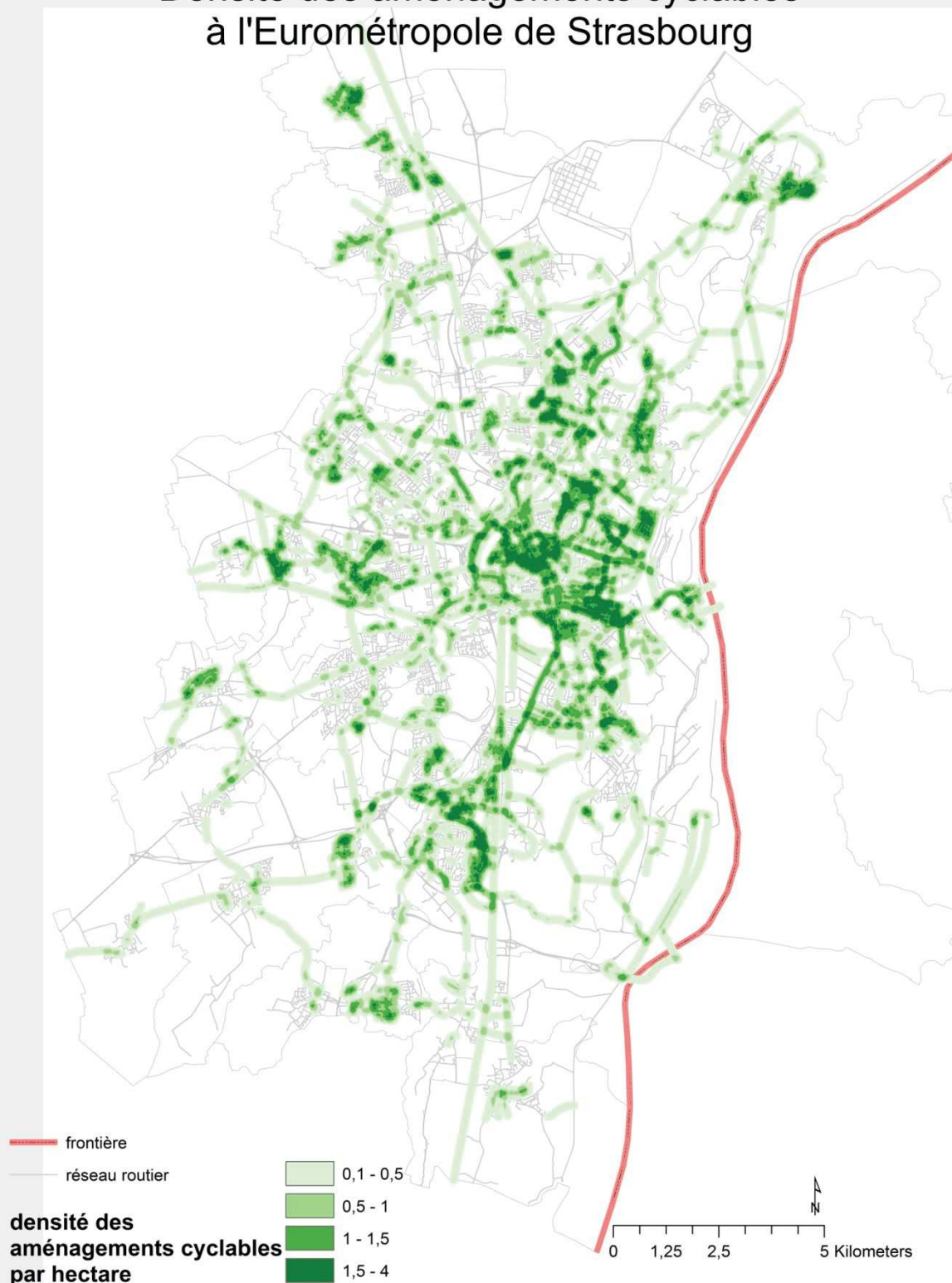
Occupation du sol à l'Eurométropole de Strasbourg



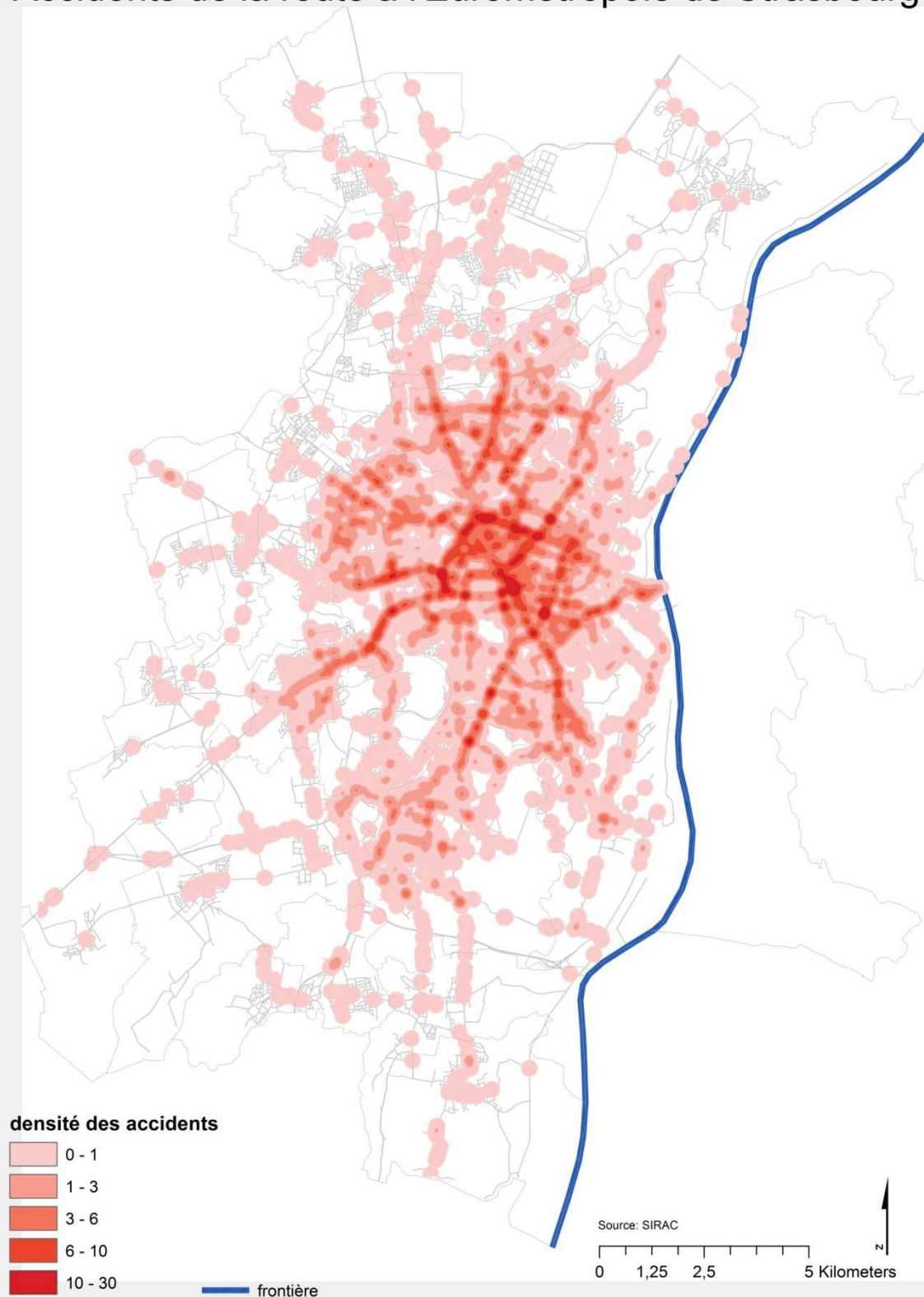
Parkings à l'Eurométropole de Strasbourg



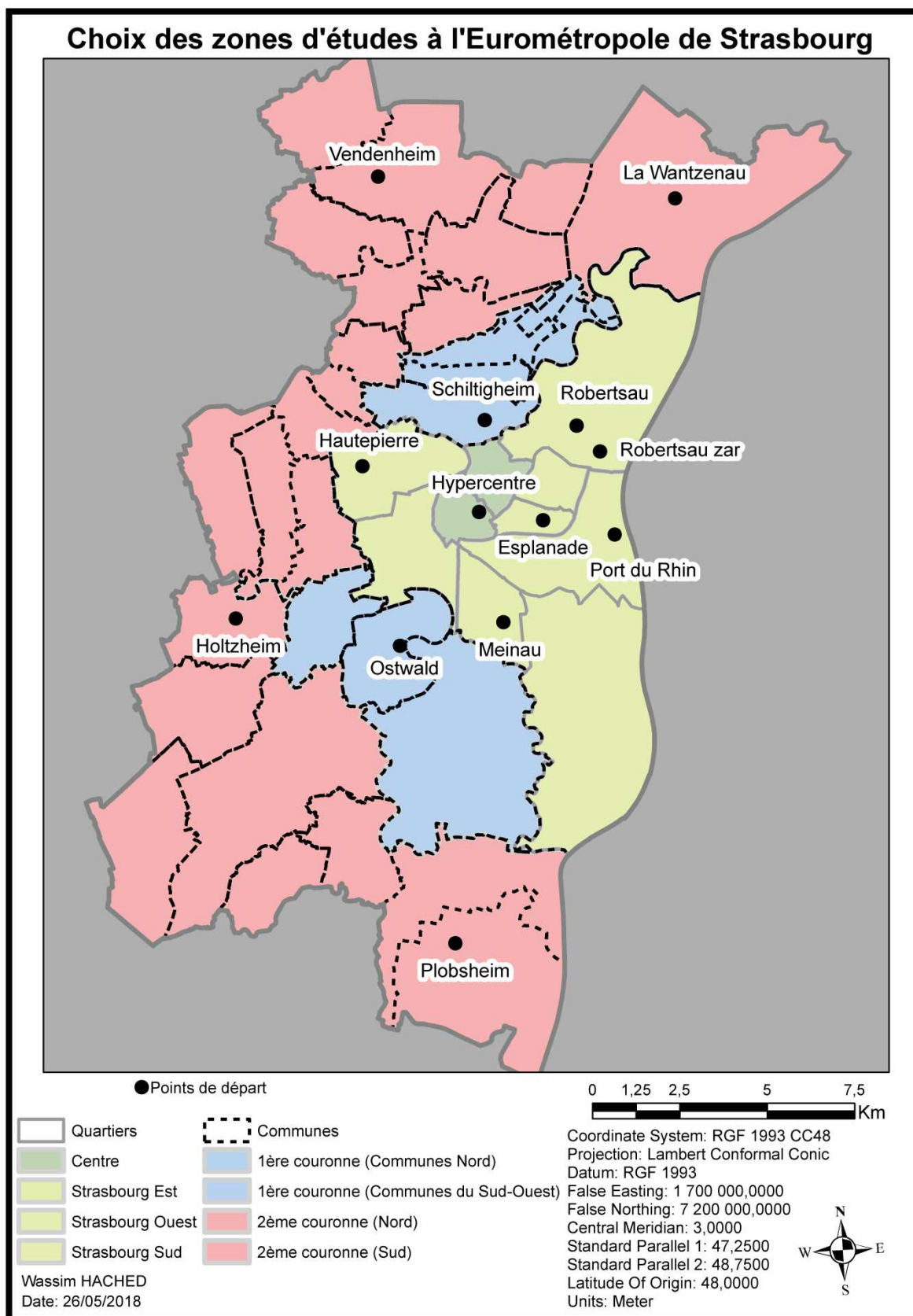
Densité des aménagements cyclables à l'Eurométropole de Strasbourg

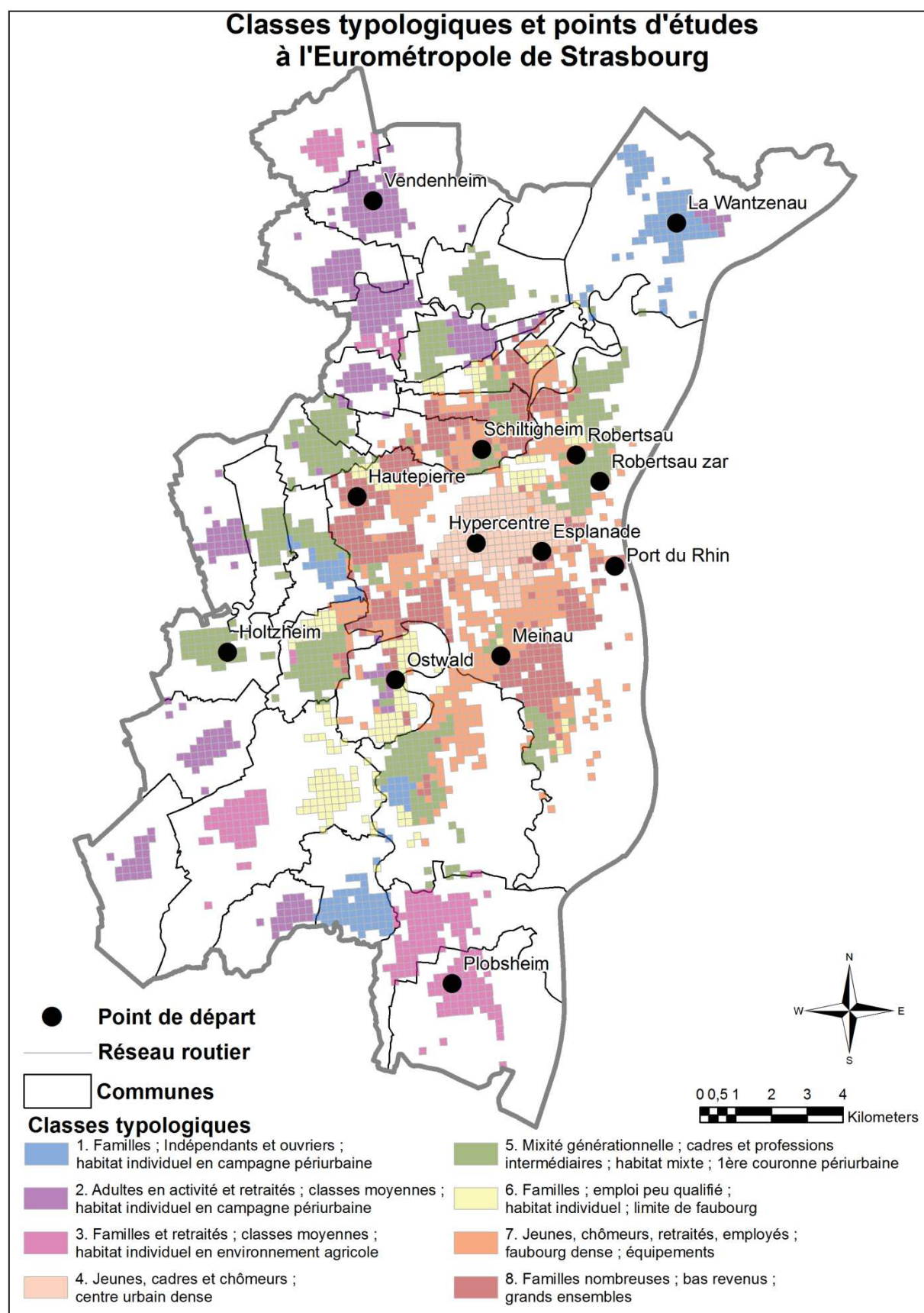


Accidents de la route à l'Eurométropole de Strasbourg



POINTS D'ÉTUDES





RÉSULTATS DÉTAILLÉS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3	A Pied	point_depa	p5s_nombre	p10s_nombre	p20s_nombre	p5s_diversite_r	p10s_diversite_r	p20s_diversite_r	p5s_disponibilité-r	p10s_disponibilité-r	p20s_disponibilité-r
4		Hypercentre	100,0	100,0	100,0	91,7	100,0	100,0	95,8	100,0	100,0
5		Esplanade	66,7	65,5	87,5	66,7	92,9	93,3	66,7	79,2	90,4
6		Schiltigheim	71,4	72,4	87,5	83,3	85,7	93,3	77,4	79,1	90,4
7		Meinau	52,4	65,5	62,5	58,3	78,6	80,0	55,4	72,0	71,3
8		HautePierre	33,3	65,5	75,0	58,3	92,9	93,3	45,8	79,2	84,2
9		Robertsau	76,2	69,0	75,0	100,0	92,9	86,7	88,1	80,9	80,8
10		Robertsau zar	0,0	20,7	40,6	0,0	35,7	66,7	0,0	28,2	53,6
11		Port du Rhin	28,6	31,0	28,1	41,7	50,0	46,7	35,1	40,5	37,4
12		Ostwald	28,6	34,5	56,3	50,0	57,1	80,0	39,3	45,8	68,1
13		Holtzheim	4,8	34,5	34,4	8,3	57,1	60,0	6,5	45,8	47,2
14		Vendenheim	33,3	41,4	43,8	41,7	71,4	80,0	37,5	56,4	61,9
15		La Wantzenau	61,9	55,2	53,1	75,0	71,4	73,3	68,5	63,3	63,2
16		Plobsheim	61,9	44,8	43,8	83,3	71,4	73,3	72,6	58,1	58,5
17											
18	A vélo	point_depa	v5s_nombre	v10s_nombre	v20s_nombre	v5s_diversite	v10s_diversite	v20s_diversite	v5s_disponibilite	v10s_disponibilite	v20s_disponibilite
19		Hypercentre	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20		Esplanade	74,2	93,8	96,9	86,7	100,0	100,0	80,4	96,9	98,4
21		Schiltigheim	80,6	93,8	96,9	80,0	100,0	100,0	80,3	96,9	98,4
22		Meinau	61,3	81,3	93,8	73,3	100,0	100,0	67,3	90,6	96,9
23		HautePierre	64,5	84,4	93,8	86,7	93,3	100,0	75,6	88,9	96,9
24		Robertsau	71,0	78,1	96,9	86,7	86,7	100,0	78,8	82,4	98,4
25		Robertsau zar	29,0	68,8	87,5	53,3	86,7	93,3	41,2	77,7	90,4
26		Port du Rhin	29,0	28,1	50,0	46,7	46,7	66,7	37,8	37,4	58,3
27		Ostwald	48,4	68,8	87,5	66,7	80,0	93,3	57,5	74,4	90,4
28		Holtzheim	35,5	34,4	65,6	60,0	60,0	80,0	47,7	47,2	72,8
29		Vendenheim	45,2	50,0	62,5	73,3	73,3	93,3	59,2	61,7	77,9
30		La Wantzenau	54,8	53,1	53,1	73,3	73,3	73,3	64,1	63,2	63,2
31		Plobsheim	45,2	46,9	59,4	73,3	80,0	93,3	59,2	63,4	76,4
32											
33	En voiture	point_depa	a5s_nombre	a10s_nombre	a5s_divressources	a10s_divressources	a5s_disponibilite	a10s_disponibilite	a5s_temps	a10s_temps	a5s_distance
34		Hypercentre	17,9	29,0	28,6	46,7	23,2	37,8	17,3	9,4	92,6
35		Esplanade	85,7	100,0	100,0	100,0	92,9	100,0	20,0	14,8	40,0
36		Schiltigheim	100,0	100,0	92,9	100,0	96,4	100,0	30,4	24,8	43,7
37		Meinau	78,6	100,0	85,7	100,0	82,1	100,0	31,5	16,1	39,3
38		HautePierre	92,9	93,5	92,9	93,3	92,9	93,4	19,3	15,8	24,5
39		Robertsau	89,3	87,1	92,9	86,7	91,1	86,9	34,6	24,7	46,5
40		Robertsau zar	78,6	83,9	92,9	86,7	85,7	85,3	13,9	11,8	19,0
41		Port du Rhin	32,1	48,4	50,0	66,7	41,1	57,5	44,1	11,2	53,8
42		Ostwald	67,9	83,9	85,7	93,3	76,8	88,6	19,3	12,9	26,5
43		Holtzheim	39,3	77,4	64,3	93,3	51,8	85,4	34,2	10,8	39,3
44		Vendenheim	57,1	64,5	78,6	86,7	67,9	75,6	30,9	18,7	37,3
45		La Wantzenau	60,7	54,8	78,6	73,3	69,6	64,1	100,0	100,0	100,0
46		Plobsheim	53,6	61,3	85,7	93,3	69,6	77,3	56,0	21,1	84,1

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
3	p5s_temps	p10s_temps	p20s_temps	p5s_distance	p10s_distance	p20s_distance	p5s_surface	p10s_surface	p20s_surface	p5s_forme	p10s_forme	p20s_forme
4	50,8	42,2	52,3	50,8	42,2	52,3	0,1	4,1	41,7	85,0	100,0	96,9
5	52,4	43,6	34,9	52,4	43,6	34,9	0,2	5,0	21,7	56,6	80,3	100,0
6	54,8	48,1	38,4	54,8	48,1	38,4	0,1	4,1	27,0	99,7	89,8	66,1
7	41,6	31,5	44,6	41,6	31,5	44,6	0,1	4,4	67,0	52,5	54,9	71,6
8	40,0	28,4	32,7	40,0	28,4	32,7	0,0	2,9	24,3	100,0	92,6	87,8
9	56,8	52,1	47,2	56,8	52,1	47,2	0,2	10,1	33,9	83,2	54,5	59,5
10	0,0	18,2	19,2	0,0	18,2	19,2	0,0	100,0	16,5	0,0	7,1	63,2
11	71,8	47,4	71,1	71,8	47,4	71,1	0,1	5,6	100,0	52,5	76,6	76,8
12	41,8	30,7	27,0	41,8	30,7	27,0	0,1	6,0	50,4	92,8	28,2	23,8
13	68,6	23,7	32,8	68,6	23,7	32,8	100,0	3,4	25,2	0,0	56,2	69,9
14	54,0	39,8	46,3	54,0	39,8	46,3	0,1	5,2	41,7	65,5	76,5	89,0
15	100,0	62,9	77,9	100,0	63,0	77,9	0,3	5,3	65,2	20,0	35,9	59,3
16	82,0	100,0	100,0	82,0	100,0	100,0	0,1	15,7	89,6	77,1	73,3	43,6
17												
18	v5s_temps	p10s_temps	v20s_temps	v5s_distance	v10s_distance	v20s_distance	v5s_surface	v10s_surface	v20s_surface	v5s_forme	v10s_forme	v20s_forme
19	58,3	61,4	70,2	57,0	67,8	76,7	51,3	41,7	64,0	100,0	100,0	98,2
20	36,3	30,1	31,5	33,9	31,9	32,8	33,0	19,1	17,3	64,2	72,3	60,2
21	52,3	39,4	39,5	49,5	42,8	42,2	25,2	16,5	12,0	73,9	96,4	64,1
22	46,1	27,0	22,7	43,1	28,5	23,7	56,5	11,3	5,3	66,8	50,3	62,1
23	30,9	25,1	22,8	28,9	26,7	23,8	46,1	15,7	8,0	51,6	63,0	100,0
24	56,3	46,3	24,5	52,6	48,7	25,1	47,8	15,7	6,7	50,7	66,9	51,4
25	25,2	18,6	15,6	23,5	19,5	16,2	70,4	20,9	6,7	17,6	80,0	93,1
26	46,7	53,5	12,7	41,2	53,8	12,5	100,0	100,0	14,7	69,1	79,2	16,3
27	28,3	22,3	17,0	26,2	23,5	17,8	54,8	20,9	6,7	21,1	25,7	59,5
28	33,8	38,7	13,4	30,3	39,5	13,2	25,2	25,2	4,0	62,9	72,1	57,1
29	44,9	38,1	23,3	41,1	39,1	23,6	40,0	17,4	6,7	74,9	46,7	72,8
30	87,2	100,0	100,0	76,7	100,0	100,0	65,2	65,2	100,0	53,4	61,2	9,9
31	100,0	75,5	28,6	100,0	84,1	29,7	89,6	27,8	10,7	39,2	52,2	40,0
32												
33	a10s_distance	a5s_surface	a10s_surface	a5s_forme	a10s_forme	a5s_centre	a10s_centre	a5s_dispersion	a10s_dispersion	a5s_repartition	a10s_repartition	a5s_nbaccidents
34	34,5	100,0	49,3	25,9	66,5	7,4	49,3	44,4	55,1	51,4	33,0	99,0
35	27,5	0,4	16,0	81,3	100,0	16,2	16,0	32,7	44,0	30,9	28,8	29,4
36	36,4	0,2	21,3	98,9	79,3	10,3	21,3	36,5	40,7	36,9	34,0	0,0
37	19,0	0,2	5,3	100,0	59,5	9,0	5,3	36,4	23,4	35,7	19,5	48,7
38	19,4	0,3	8,0	57,3	69,9	17,2	8,0	24,9	28,6	22,9	21,3	43,6
39	33,1	0,3	9,3	59,2	87,1	8,4	9,3	22,7	35,2	34,6	31,0	71,1
40	15,8	0,3	9,3	94,4	58,0	2,0	9,3	32,3	25,6	21,7	17,7	81,7
41	11,9	1,5	20,0	93,5	10,4	16,3	20,0	37,1	16,8	45,0	13,3	89,7
42	17,0	0,4	9,3	33,0	41,8	22,1	9,3	18,5	20,2	21,4	16,7	88,4
43	9,9	0,4	2,7	83,8	68,1	5,6	2,7	29,9	24,5	34,5	15,1	99,7
44	21,1	0,2	9,3	58,0	73,9	7,1	9,3	21,8	30,9	30,0	23,5	97,7
45	100,0	1,0	100,0	72,3	52,0	100,0	100,0	57,7	84,0	85,9	94,7	100,0
46	26,3	0,4	10,7	61,6	34,6	18,8	10,7	26,9	18,6	55,7	22,0	95,9

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
3	p5s_centre	p10s_centre	p20s_centre	p5s_dispersion	p10s_dispersion	p20s_dispersion	p5s_repartition	p10s_repartition	p20s_repartition	p5s_nb_accidents
4	51,8	50,6	37,0	45,6	51,5	58,6	49,0	45,3	54,4	30,0
5	27,6	29,2	8,4	28,1	38,2	43,4	44,3	41,8	37,8	0,0
6	45,6	37,6	8,9	48,5	43,8	34,0	52,7	46,7	36,9	10,0
7	18,8	15,4	6,9	23,8	24,9	48,5	35,7	29,3	45,9	73,3
8	35,7	27,2	8,9	45,2	40,9	40,3	41,8	32,6	35,3	50,0
9	22,9	29,0	10,7	35,4	31,2	34,7	49,7	45,1	43,0	73,3
10	0,0	6,6	3,0	0,0	37,9	27,6	0,0	24,8	22,0	0,0
11	100,0	37,3	16,3	50,9	39,9	64,4	64,8	44,9	68,9	76,7
12	31,2	25,1	24,7	41,4	19,8	33,0	41,7	27,0	29,0	100,0
13	0,0	9,1	5,6	33,3	22,9	33,6	56,8	23,4	33,0	100,0
14	35,5	22,2	9,9	33,7	34,6	46,9	47,3	38,1	46,5	96,7
15	51,0	88,7	100,0	23,8	43,3	74,9	74,6	56,4	76,9	100,0
16	55,7	100,0	73,4	44,3	63,0	68,8	69,4	87,7	89,6	96,7
17										
18	v5s_centre	v10s_centre	v20s_centre	v5s_dispersion	v10s_dispersion	v20s_dispersion	v5s_repartition	v10s_repartition	v20s_repartition	v5s_accidents
19	26,8	39,3	14,1	59,4	60,4	58,8	58,2	63,2	68,6	27,1
20	18,8	0,9	4,8	38,7	30,8	27,4	36,3	30,9	30,6	0,0
21	49,2	7,8	32,0	49,5	40,2	36,1	50,4	40,8	39,2	49,4
22	7,0	19,2	91,1	43,4	26,9	52,8	44,2	27,5	33,1	91,8
23	18,5	16,2	6,0	38,7	31,6	38,0	32,9	27,8	28,2	85,9
24	10,4	10,2	3,8	36,3	30,9	20,6	48,4	42,0	23,4	85,9
25	2,5	4,9	11,7	30,2	35,2	37,1	26,3	24,4	23,0	90,6
26	16,3	16,3	2,9	61,8	65,2	11,3	49,9	57,5	12,2	95,3
27	8,4	21,2	10,6	28,1	22,6	25,6	27,5	22,8	20,1	95,3
28	5,6	5,6	100,0	31,3	34,3	53,7	31,8	37,5	26,8	100,0
29	9,2	7,0	6,5	41,4	23,7	28,7	42,4	33,6	25,2	97,6
30	100,0	100,0	24,5	72,9	75,5	44,8	78,9	91,8	81,6	98,8
31	73,4	18,8	7,0	67,4	32,9	19,2	89,1	64,2	25,9	100,0
32										
33	a10s_nbaccidents	a5s_accidentlong	a10s_accidentlong	a5s_acciden grav	a10s_acciden grav	a5s_accidents	a10s_accidents	a5s_favorable	a10s_favorable	a5s_dediee
34	80,8	85,6	16,9	100,0	23,6	94,9	40,5	0,0	21,3	0,0
35	0,0	24,9	0,0	20,1	5,1	24,8	1,7	92,3	82,6	0,0
36	25,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	8,8	56,4	59,1	0,0
37	0,3	41,6	31,6	42,8	44,5	44,4	25,5	75,9	84,8	0,0
38	50,7	66,5	63,4	81,6	81,8	63,9	65,3	100,0	100,0	0,0
39	39,3	66,1	16,2	66,9	22,2	68,0	25,9	60,8	67,6	0,0
40	70,0	90,6	80,3	83,1	81,3	85,2	77,2	55,9	58,9	0,0
41	89,4	60,3	91,4	46,9	88,5	65,6	89,8	39,4	76,5	0,0
42	60,7	90,3	71,7	85,1	76,3	87,9	69,6	46,1	65,5	0,0
43	81,8	99,8	92,5	100,0	87,3	99,8	87,2	71,1	93,9	100,0
44	96,9	97,1	97,2	75,2	77,1	90,0	90,4	89,0	87,4	0,0
45	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,9	96,0	0,0
46	95,5	85,1	93,7	40,2	82,5	73,7	90,6	83,4	78,7	0,0

	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP
3	p10s_nb_accidents	p20s_nb_accidents	p5s_accidents_long	p10s_accidents_long	p20s_accidents_long	p5s_accident_grav	p10s_accident_grav	p20s_accident_grav	p5s_accidents
4	54,3	0,0	54,2	11,9	90,0	93,3	17,6	31,1	59,1
5	0,0	25,0	0,0	0,0	94,3	47,9	0,0	26,3	16,0
6	100,0	16,3	11,9	31,2	93,0	79,7	42,0	47,9	33,9
7	75,1	48,1	70,7	25,7	92,9	89,5	27,7	34,1	77,8
8	20,8	36,5	21,1	6,3	94,7	68,1	21,7	65,5	46,4
9	98,3	77,9	72,5	39,6	97,3	80,2	54,3	50,2	75,3
10	98,8	92,3	0,0	100,0	99,3	0,0	100,0	93,7	0,0
11	97,1	91,3	17,4	42,3	95,8	0,0	39,2	0,0	31,4
12	93,6	94,2	100,0	64,8	99,5	100,0	68,4	100,0	100,0
13	29,5	100,0	100,0	5,6	100,0	100,0	18,9	100,0	100,0
14	100,0	97,1	86,7	51,7	99,4	78,5	69,7	86,1	87,3
15	59,0	100,0	100,0	11,6	100,0	100,0	5,3	100,0	100,0
16	97,1	98,1	89,1	38,7	99,2	82,4	53,7	39,8	89,4
17									
18	v10s_accidents	v20s_accidents	v5s_accidentslong	v10s_accidentslong	v20s_accidentslong	v5s_accidentsgrav	v10s_accidentsgrav	v20s_accidentsgrav	v5s_accidents
19	55,8	69,6	9,0	11,9	30,8	78,9	62,8	71,6	38,3
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,1	25,2	8,4	22,7
21	56,4	47,3	32,0	41,6	32,2	0,0	0,0	0,0	27,1
22	67,3	51,3	87,3	66,3	64,0	89,0	51,8	55,3	89,4
23	69,2	63,8	86,1	71,4	73,2	100,0	82,7	83,0	90,7
24	75,6	40,6	77,1	55,4	54,7	61,0	48,7	42,6	74,7
25	85,9	62,5	83,3	88,2	79,9	91,2	76,7	72,9	88,4
26	97,4	93,3	85,4	85,6	95,4	100,0	100,0	100,0	93,6
27	95,5	85,3	94,4	95,5	91,5	89,2	90,6	87,4	93,0
28	100,0	96,9	100,0	100,0	98,5	100,0	100,0	92,1	100,0
29	98,7	99,6	95,3	97,1	99,7	75,6	78,6	97,0	89,5
30	99,4	92,9	96,4	96,5	58,4	100,0	100,0	63,9	98,4
31	99,4	100,0	100,0	96,6	100,0	100,0	50,9	94,4	100,0
32									
33	a10s_dediee	a5s_praticable	a10s_praticable	a5s_intersections	a10s_intersections	a5s_sens	a10s_sens	a5s_statpayant	a10s_statpayant
34	0,0	25,9	27,4	79,4	64,4	32,8	96,7	0,0	0,0
35	0,0	67,2	73,1	59,5	63,4	100,0	100,0	63,3	74,2
36	0,0	75,1	77,7	59,6	54,1	43,7	44,4	100,0	100,0
37	0,0	93,4	89,0	70,7	71,9	23,6	65,2	100,0	100,0
38	15,3	58,4	67,1	59,8	60,1	3,0	6,4	100,0	100,0
39	0,0	77,2	76,8	65,9	66,3	47,4	59,7	100,0	100,0
40	0,0	88,2	90,3	65,6	68,1	15,7	21,4	100,0	100,0
41	0,0	56,5	86,3	95,8	98,6	88,5	35,5	100,0	100,0
42	1,8	84,0	75,8	62,8	60,5	49,7	66,6	100,0	100,0
43	91,3	96,2	93,8	86,0	100,0	3,4	27,1	100,0	100,0
44	38,5	82,9	80,1	69,6	77,4	19,9	16,2	100,0	100,0
45	0,0	91,2	91,3	100,0	96,0	22,6	25,6	100,0	100,0
46	100,0	100,0	100,0	47,7	62,6	2,6	2,0	100,0	100,0

	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
3	p10s_accidents	p20s_accidents	p5s_favorable	p10s_favorable	p20s_favorable	p5s_dédiée	p10s_dédiée	p20s_dédiée	p5s_praticables	p10s_praticables	p20s_praticables
4	27,9	40,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	8,6	13,1	20,5
5	0,0	48,5	29,5	41,2	48,8	0,0	24,3	31,7	69,7	54,3	57,1
6	57,7	52,4	87,4	82,9	60,7	0,8	0,4	0,2	80,8	91,0	91,6
7	42,9	58,4	53,6	38,8	43,0	0,0	0,0	0,0	79,9	100,0	100,0
8	16,2	65,6	31,8	9,4	9,4	34,2	10,7	9,4	36,2	57,7	59,6
9	64,1	75,1	74,6	59,4	76,1	0,0	5,9	10,0	100,0	96,1	74,7
10	99,6	95,1	0,0	50,5	57,7	0,0	0,0	0,0	0,0	77,8	54,3
11	59,5	62,4	60,9	60,0	64,9	0,0	0,0	0,0	74,5	78,1	77,9
12	75,6	97,9	84,9	57,5	41,4	0,0	0,0	1,7	25,1	58,8	64,7
13	18,0	100,0	64,6	51,3	51,3	0,0	0,0	0,0	62,7	50,7	49,6
14	73,8	94,2	22,6	40,8	53,9	0,0	0,0	0,0	31,6	44,5	45,6
15	25,3	100,0	7,5	9,5	8,0	0,0	0,0	0,0	67,2	98,4	87,9
16	63,2	79,0	44,8	44,8	30,0	0,0	0,0	0,0	58,8	69,5	65,2
17											
18	v10s_accidents	v20s_accidents	v5s_favorable	v10s_favorable	v20s_favorable	v5s_dédiée	v10s_dédiée	v20s_dédiée	v5s_praticables	v10s_praticables	v20s_praticables
19	43,5	57,3	100,0	100,0	100,0	10,1	9,4	9,2	5,6	6,0	6,4
20	8,4	2,8	24,5	16,8	14,5	81,7	100,0	100,0	31,8	62,5	76,9
21	32,7	26,5	71,4	78,3	72,8	19,5	17,6	29,2	0,0	6,8	11,2
22	61,8	56,9	32,3	48,1	43,4	66,8	84,1	90,9	58,2	61,1	63,0
23	74,4	73,3	27,6	47,7	39,5	100,0	98,6	95,7	100,0	100,0	100,0
24	59,9	46,0	60,5	57,3	34,9	0,9	14,8	44,0	0,0	5,3	27,3
25	83,6	71,7	41,5	50,4	45,8	42,6	23,1	38,0	43,9	24,4	39,0
26	94,3	96,2	64,7	75,4	25,5	26,5	27,7	30,3	12,9	14,3	13,3
27	93,9	88,1	73,3	62,3	49,8	25,8	26,3	29,8	15,0	17,2	18,3
28	100,0	95,8	32,6	25,3	11,4	0,0	2,1	31,2	0,0	1,1	38,0
29	91,5	98,7	41,5	39,8	33,4	12,6	21,9	15,9	0,8	8,1	8,6
30	98,6	71,7	7,3	10,7	12,6	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	4,6
31	82,3	98,1	27,9	18,1	29,8	4,3	22,1	12,8	4,4	23,5	13,9
32											
33	a5s_parking	a10s_parking	a5s_statrue	a10s_statrue	a5s_stationnement	a10s_stationnement	a5s_reseaux	a10s_reseaux	a5s_revetement	a10s_revetement	a5s_sinusite
34	73,8	93,9	86,1	100,0	53,3	64,6	31,9	45,7	25,2	58,7	92,2
35	100,0	100,0	76,3	80,4	79,9	84,9	66,5	67,3	88,3	92,6	38,4
36	52,7	36,4	68,6	55,8	73,8	64,1	51,4	49,9	23,7	73,6	40,5
37	50,3	45,5	100,0	69,8	83,4	71,7	57,8	63,8	52,3	100,0	41,2
38	49,7	38,9	69,4	57,9	73,0	65,6	49,0	52,4	100,0	93,4	27,0
39	44,3	31,3	54,4	53,4	66,2	61,6	52,9	55,3	37,0	66,6	68,5
40	42,0	27,1	50,9	46,8	64,3	58,0	48,3	49,5	74,3	77,7	31,4
41	0,0	0,0	34,9	41,9	45,0	47,3	54,2	57,4	46,7	73,4	46,7
42	0,0	0,0	36,7	41,1	45,6	47,0	48,0	52,9	77,2	92,9	31,8
43	0,0	5,9	21,7	28,8	40,6	44,9	66,2	75,2	15,4	49,7	36,7
44	0,0	0,0	17,1	13,8	39,0	37,9	50,1	56,3	36,5	59,2	47,1
45	0,0	0,0	31,8	26,8	43,9	42,3	58,9	58,5	19,1	70,1	100,0
46	0,0	0,0	10,0	27,0	36,7	42,3	45,1	64,3	5,0	47,9	78,3

	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI
3	p5s_intersections	p10s_intersections	p20s_intersections	p5s_reseau_infrastructures	p10s_reseau_infrastructures	p20s_reseau_infrastructures	p5s_sinusite	p10s_sinusite
4	35,8	36,4	48,0	61,1	62,4	67,1	69,2	84,3
5	41,0	42,8	35,3	35,1	40,6	43,2	65,6	83,2
6	48,5	39,2	28,2	54,4	53,4	45,2	75,1	92,1
7	47,8	28,3	75,6	45,3	41,8	54,6	73,9	90,9
8	54,5	38,6	48,1	39,2	29,1	31,6	65,3	80,7
9	47,0	27,8	44,2	55,4	47,3	51,3	72,9	91,4
10	0,0	22,2	26,9	0,0	37,6	34,7	0,0	89,9
11	44,0	56,6	89,7	44,9	48,7	58,1	74,1	84,5
12	38,1	34,8	20,6	37,0	37,8	32,1	48,4	76,3
13	100,0	47,3	79,6	56,8	37,3	45,1	95,4	95,7
14	49,3	44,3	71,2	25,9	32,4	42,7	68,1	85,3
15	99,3	100,0	100,0	43,5	52,0	49,0	100,0	100,0
16	27,6	28,0	36,1	32,8	35,6	32,8	75,8	94,3
17								
18	v5s_intersections	v10s_intersections	v20s_intersections	v5s_sens	v10s_sens	v20s_sens	v5s_stationnement	v10s_stationnement
19	48,6	50,1	100,0	6,1	6,7	6,1	73,4	72,1
20	62,7	63,0	75,8	82,3	72,9	100,0	100,0	100,0
21	57,8	55,1	88,1	0,0	0,0	9,1	33,8	35,4
22	63,4	64,0	76,7	77,4	100,0	81,1	25,4	18,3
23	61,7	61,8	77,8	56,3	87,1	80,9	6,8	13,1
24	62,9	66,8	70,2	0,0	6,0	17,8	35,4	38,2
25	63,6	66,7	73,6	83,4	50,9	53,7	7,5	25,2
26	95,8	95,8	48,5	13,2	16,3	18,8	0,0	0,0
27	59,9	60,1	83,4	100,0	32,7	74,5	46,2	26,6
28	84,3	84,3	48,9	5,1	0,0	72,1	7,7	12,6
29	72,7	80,3	62,0	33,0	3,5	40,2	32,6	23,1
30	100,0	100,0	55,7	0,0	0,0	8,3	6,0	5,4
31	43,3	47,7	74,7	0,0	43,4	34,3	13,9	10,3
32								
33	a10s_sinusite	a5s_flux	a10s_flux	a5s_bleue	a10s_bleue	a5s_arbres	a10s_arbres	a5s_surfverte
34	96,6	100,0	100,0	0,0	100,0	18,4	37,2	1,1
35	64,5	17,4	29,8	3,2	6,3	68,7	75,9	26,0
36	100,0	20,9	34,3	3,9	5,3	20,6	21,4	26,9
37	12,3	22,5	27,9	2,7	3,7	78,5	68,3	38,4
38	15,9	16,7	28,0	0,0	0,0	41,3	46,0	27,4
39	79,1	27,9	33,8	0,0	20,1	19,1	100,0	24,5
40	36,8	23,0	36,6	4,8	12,0	30,4	56,3	35,3
41	32,7	28,0	45,8	0,0	7,5	100,0	23,6	33,4
42	44,2	19,9	29,3	9,8	33,6	9,7	16,2	27,2
43	13,3	30,3	31,8	0,0	7,7	11,6	5,0	28,3
44	12,3	46,5	51,4	0,0	0,0	6,8	7,8	40,1
45	13,2	36,5	58,4	0,0	0,0	2,3	2,7	49,4
46	12,7	39,2	62,2	100,0	49,5	18,2	22,4	100,0

	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS
3	p20s_sinusite	p5s_flux	p10s_flux	p20s_flux	p5s_revetement	p10s_revetement	p20s_revetement	p5s_bleue	p10s_bleue	p20s_bleue
4	85,3	100,0	100,0	69,5	11,5	19,0	26,6	22,1	100,0	35,3
5	100,0	89,0	59,3	49,0	42,8	58,5	48,2	0,0	0,0	6,6
6	93,3	67,9	28,5	20,3	80,3	95,8	83,1	0,0	0,0	0,0
7	90,3	82,3	52,6	9,9	96,2	98,1	95,0	0,0	0,0	0,0
8	83,9	74,4	17,2	42,8	0,0	67,9	10,4	0,0	0,0	0,0
9	90,8	85,8	73,4	21,6	99,3	95,7	82,9	0,0	0,0	0,0
10	77,0	0,0	58,7	10,3	0,0	88,7	65,0	0,0	0,0	6,8
11	85,2	35,9	12,9	43,7	62,6	79,8	78,7	0,0	0,0	0,0
12	74,6	56,4	12,0	26,2	43,2	64,6	68,6	47,8	79,1	8,8
13	94,2	0,0	71,7	42,6	100,0	82,0	85,0	0,0	0,0	0,0
14	86,6	92,6	98,2	100,0	62,7	75,8	58,8	0,0	0,0	0,0
15	90,1	66,3	67,2	73,4	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0
16	92,8	91,2	84,6	79,0	77,4	87,4	89,2	100,0	49,6	100,0
17										
18	v20s_stationnement	v5s_reseau	v10s_reseau	v20s_reseau	v5s_sinusite	v10s_sinusite	v20s_sinusite	v5s_flux	v10s_flux	v20s_flux
19	78,1	40,6	40,7	50,0	92,1	100,0	100,0	85,9	97,9	20,1
20	100,0	63,8	69,2	77,9	72,3	18,8	38,1	52,4	49,7	100,0
21	38,8	30,4	32,2	41,5	99,3	83,5	58,1	22,8	30,2	77,9
22	23,6	53,9	62,6	63,1	92,7	11,9	7,2	17,2	17,5	96,0
23	22,8	58,7	68,1	69,4	69,8	9,8	7,0	57,0	44,3	98,9
24	38,2	26,6	31,4	38,7	91,2	93,6	28,9	30,7	22,5	88,5
25	29,0	47,1	40,1	46,5	88,2	36,6	17,9	26,5	17,8	88,2
26	1,6	35,5	38,3	23,0	53,2	80,3	17,0	62,9	76,1	70,1
27	39,5	53,4	37,5	49,2	70,9	25,4	22,5	14,8	17,9	99,7
28	28,0	21,6	20,9	38,3	93,9	12,4	7,8	37,6	45,4	91,5
29	28,1	32,2	29,5	31,3	85,8	12,0	7,3	100,0	93,9	55,5
30	20,7	18,9	19,4	19,1	95,5	12,6	14,4	82,7	100,0	60,3
31	14,6	15,7	27,5	30,0	100,0	12,7	7,3	75,1	68,6	48,9
32										
33	a10s_surfverte	a5s_trameverte	a10s_trameverte	a5s_qualiteair	a10s_qualiteair	a5s_remarcables	a10s_remarcables	a5s-environnement	a10s-environnement	a5s_confort
34	7,7	9,7	22,5	100,0	100,0	100,0	100,0	61,0	82,5	46,5
35	37,5	47,4	56,7	6,0	16,3	53,9	69,5	36,4	47,9	51,4
36	38,0	23,7	29,7	3,4	3,4	14,0	26,8	18,6	39,0	35,0
37	51,6	58,5	59,9	100,0	3,2	6,4	10,0	40,5	31,0	49,2
38	66,6	34,4	56,3	100,0	100,0	0,0	4,4	39,7	42,6	44,4
39	88,0	21,8	94,0	100,0	1,6	6,7	28,0	37,4	46,2	45,2
40	87,6	32,8	72,0	100,0	100,0	4,7	17,8	38,7	50,4	43,5
41	51,9	66,7	37,7	7,4	11,0	21,5	5,2	31,0	30,5	42,6
42	60,2	18,5	38,2	100,0	2,1	0,0	6,4	36,7	35,2	42,4
43	78,9	19,9	42,0	100,0	100,0	51,4	16,1	36,3	37,2	51,2
44	64,3	23,4	36,1	100,0	100,0	8,4	34,4	37,4	41,9	43,7
45	80,7	25,9	41,7	100,0	100,0	31,8	57,5	44,7	48,7	51,8
46	100,0	59,1	61,2	100,0	100,0	10,1	22,6	56,0	50,9	50,5

	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC
3	p5s_arbres	p10s_arbres	p20s_arbres	p5s_surface_verte	p10s_surface_verte	p20s_surface_verte	p5s_trame_verte	p10s_trame_verte	p20s_trame_verte	p5s_qualite_air
4	5,9	3,8	32,3	6,7	17,5	12,0	6,3	10,7	22,2	100,0
5	34,9	73,5	60,1	20,0	60,8	34,6	27,5	67,2	47,4	100,0
6	5,7	0,9	7,7	26,2	29,1	14,9	16,0	15,0	11,3	100,0
7	25,9	39,3	50,2	27,7	42,4	30,2	26,8	40,9	40,2	100,0
8	46,9	14,5	34,4	59,5	75,3	38,8	53,2	44,9	36,6	100,0
9	11,1	11,6	34,0	26,5	59,3	59,2	18,8	35,4	46,6	100,0
10	0,0	8,7	32,2	0,0	64,3	62,1	0,0	36,5	47,1	0,0
11	100,0	100,0	100,0	100,0	88,4	51,4	100,0	94,2	75,7	26,0
12	5,2	5,5	9,4	72,5	100,0	45,5	38,9	52,7	27,4	100,0
13	5,1	0,7	7,8	99,2	34,6	31,0	52,1	17,7	19,4	100,0
14	2,3	0,7	8,1	50,2	65,4	62,5	26,3	33,1	35,3	100,0
15	0,0	0,4	1,7	23,1	67,4	49,5	11,6	33,9	25,6	100,0
16	0,5	0,5	6,3	41,2	65,4	100,0	20,8	32,9	53,1	100,0
17										
18	v5s_bleue	v10s_bleue	v20s_bleue	v5s_arbre	v10s_arbre	v20s_arbre	v5s_surf_verte	v10s_surf_verte	v20s_surf_verte	v5s_trame_verte
19	31,5	49,8	100,0	33,9	36,2	35,1	11,0	12,1	20,0	22,5
20	7,8	6,8	79,0	70,7	73,5	79,4	30,1	26,2	64,3	50,4
21	0,0	0,0	22,0	11,5	10,5	24,7	26,7	18,9	50,3	19,1
22	0,0	4,0	8,4	71,9	68,9	76,8	35,0	44,0	74,6	53,5
23	0,0	0,0	1,5	44,9	37,9	47,8	21,5	22,9	74,7	33,2
24	0,0	3,4	61,8	28,7	78,6	100,0	31,0	53,8	89,0	29,8
25	3,6	9,9	56,0	33,4	32,8	63,2	59,8	42,2	97,7	46,6
26	0,0	0,0	25,7	100,0	100,0	26,4	34,8	33,4	52,0	67,4
27	10,2	7,5	42,8	10,4	10,8	13,2	34,5	34,3	71,4	22,5
28	0,0	0,0	2,6	11,6	11,6	5,3	29,7	28,5	84,2	20,7
29	0,0	0,0	3,5	9,9	6,3	8,2	57,5	43,6	73,3	33,7
30	0,0	0,0	0,0	2,3	2,3	30,1	51,4	49,4	82,3	26,9
31	100,0	100,0	54,7	8,6	18,2	17,8	100,0	100,0	100,0	54,3
32										
33	a10s_confort	a5s_prix	a10s_prix	a5s_conditions	a10s_conditions	a5s_ergoproximate	a10s_ergoproximate	a5s_nbalternatives	a10s_nbalternatives	a5s_divalternatives
34	64,1	92,6	34,5	71,3	43,0	47,3	40,4	9,2	24,8	42,9
35	57,6	40,0	27,5	36,8	28,9	64,8	64,5	55,6	100,0	100,0
36	44,5	43,7	36,4	28,9	30,9	62,7	65,5	100,0	99,4	92,9
37	47,4	39,3	19,0	42,1	27,8	62,1	63,9	49,8	73,7	85,7
38	47,5	24,5	19,4	38,9	38,4	65,9	65,9	58,0	60,4	92,9
39	50,7	46,5	33,1	48,6	35,2	69,8	61,0	50,5	69,9	92,9
40	49,9	19,0	15,8	42,3	40,2	64,0	62,7	27,8	37,1	92,9
41	43,9	53,7	11,9	51,7	39,7	46,4	48,6	4,4	6,2	50,0
42	44,1	26,5	17,0	44,6	36,8	60,7	62,7	26,4	35,9	85,7
43	56,2	39,3	9,9	56,2	42,1	54,0	63,7	9,5	29,2	64,3
44	49,1	37,2	21,1	50,2	46,0	59,0	60,8	15,6	13,5	78,6
45	53,6	100,0	100,0	84,4	87,1	77,0	75,6	14,2	8,8	78,6
46	57,6	84,1	26,3	66,0	49,1	67,8	63,2	12,9	12,6	85,7

	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM
3	p10s_qualite_air	p20s_qualite_air	p5s_remarcables	p10s_remarcables	p20s_remarcables	p5s_nb-mobilier	p10s_nbmobilier	p20s_nbmobilier	p5s_div_mobilier	p10s_div_mobilier
4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	54,4	80,7	66,7	100,0
5	100,0	96,4	31,0	64,7	29,0	81,0	100,0	100,0	100,0	100,0
6	100,0	100,0	0,0	8,1	13,4	0,0	31,9	40,0	0,0	66,7
7	100,0	100,0	0,0	2,9	2,7	54,8	27,2	45,0	66,7	66,7
8	100,0	100,0	0,0	0,0	1,7	50,0	17,6	26,3	66,7	33,3
9	100,0	100,0	0,0	4,6	2,4	0,0	21,7	28,7	0,0	33,3
10	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	6,4	0,0	33,3
11	37,2	37,2	33,0	9,3	9,7	23,8	43,9	66,3	33,3	33,3
12	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	11,9	19,9	28,5	33,3	66,7
13	100,0	100,0	0,0	29,3	25,5	0,0	8,1	11,1	0,0	33,3
14	100,0	100,0	0,0	11,7	8,1	0,0	20,5	28,8	0,0	33,3
15	100,0	100,0	42,4	20,8	16,8	11,9	11,0	14,2	33,3	33,3
16	100,0	100,0	17,4	13,6	8,8	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
17										
18	v10s_trame_verte	v20s_trame_verte	v5s_qualiteair	v10s_qualiteair	v20s_qualiteair	v5s_remarcables	v10s_remarcables	v20s_remarcables	v5s_nbmobilier	v10s_nbmobilier
19	24,2	27,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20	49,9	71,8	95,8	93,1	86,7	34,6	22,8	34,1	89,9	70,1
21	14,7	37,5	100,0	100,0	97,4	14,7	12,2	21,9	56,8	49,6
22	56,5	75,7	100,0	100,0	98,7	2,8	2,4	3,0	44,2	33,7
23	30,4	61,3	100,0	100,0	92,6	0,0	0,0	4,5	23,9	25,8
24	66,2	94,5	100,0	100,0	99,2	5,9	14,6	11,5	27,2	38,1
25	37,5	80,4	100,0	100,0	99,4	0,0	1,9	4,4	3,8	9,4
26	66,7	39,2	44,5	44,5	89,9	11,3	12,8	1,5	43,8	48,2
27	22,5	42,3	100,0	96,2	86,2	0,0	1,2	1,8	27,6	25,6
28	20,1	44,7	100,0	100,0	100,0	27,3	30,8	6,6	14,2	15,6
29	25,0	40,8	100,0	100,0	100,0	7,3	5,2	11,2	30,2	22,7
30	25,9	56,2	100,0	100,0	100,0	16,7	18,9	33,5	16,6	18,3
31	59,1	58,9	100,0	100,0	100,0	8,8	6,0	7,4	39,4	33,1
32										
33	a10s_divalternatives	a5s_alternatives	a10s_alternatives	a5s_ergototal	a10s_ergototal					
34	46,7	26,0	35,7	40,2	38,9					
35	100,0	77,8	100,0	69,1	76,3					
36	100,0	96,4	99,7	73,9	76,9					
37	100,0	67,8	86,9	64,0	71,6					
38	93,3	75,4	76,9	69,1	69,6					
39	86,7	71,7	78,3	70,4	66,8					
40	86,7	60,3	61,9	62,8	62,4					
41	66,7	27,2	36,4	40,0	44,6					
42	93,3	56,1	64,6	59,1	63,4					
43	93,3	36,9	61,3	48,3	62,9					
44	86,7	47,1	50,1	55,1	57,2					
45	73,3	46,4	41,0	66,8	64,1					
46	93,3	49,3	52,9	61,7	59,8					

	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV
3	p20s_div_mobilier	p5s_urbain	p10s_urbain	p20s_urbain	p5s_environnement	p10s_environnement	p20s_environnement	p5s_confort	p10s_confort
4	100,0	83,3	77,2	90,3	61,6	73,9	66,1	61,1	62,4
5	100,0	90,5	100,0	100,0	55,8	66,6	59,6	35,1	40,6
6	66,7	0,0	49,3	53,4	42,4	48,6	46,9	54,4	53,4
7	66,7	60,7	46,9	55,8	55,0	54,0	49,2	45,3	41,8
8	66,7	58,3	25,5	46,5	43,9	42,0	40,2	39,2	29,1
9	33,3	0,0	27,5	31,0	47,1	53,5	46,9	55,4	47,3
10	33,3	0,0	18,1	19,9	0,0	49,0	40,8	0,0	37,6
11	33,3	28,6	38,6	49,8	45,0	44,6	47,5	44,9	48,7
12	100,0	22,6	43,3	64,2	44,7	53,5	46,2	37,0	37,8
13	66,7	0,0	20,7	38,9	43,4	52,1	50,7	56,8	37,3
14	33,3	0,0	26,9	31,1	43,7	53,9	52,5	25,9	32,4
15	33,3	22,6	22,1	23,8	55,4	55,5	53,7	43,5	52,0
16	33,3	33,3	33,3	33,3	64,5	62,0	69,5	32,8	35,6
17									
18	v20s_nbmobilier	v5s_divmobilier	v10s_divmobilier	v20s_divmobilier	v5s_mobilier	v10s_mobilier	v20s_mobilier	v5s_environnement	v10s_environnement
19	100,0	100,0	75,0	75,0	100,0	87,5	87,5	76,0	79,9
20	72,0	100,0	100,0	100,0	95,0	85,0	86,0	58,3	46,6
21	62,4	66,7	50,0	50,0	61,8	49,8	56,2	45,4	41,5
22	36,6	66,7	50,0	100,0	55,4	41,9	68,3	45,9	33,4
23	28,3	66,7	50,0	50,0	45,3	37,9	39,1	43,6	31,8
24	45,9	33,3	50,0	50,0	30,3	44,1	47,9	41,1	49,2
25	23,7	33,3	25,0	50,0	18,6	17,2	36,8	40,5	31,6
26	7,3	33,3	25,0	50,0	38,6	36,6	28,6	39,7	45,3
27	18,0	66,7	75,0	75,0	47,1	50,3	46,5	37,9	31,6
28	10,7	33,3	25,0	25,0	23,8	20,3	17,9	43,3	32,7
29	18,2	33,3	25,0	25,0	31,8	23,9	21,6	51,2	37,1
30	51,7	33,3	25,0	50,0	25,0	21,6	50,8	49,5	39,9
31	23,6	33,3	25,0	50,0	36,4	29,0	36,8	67,8	53,6
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									

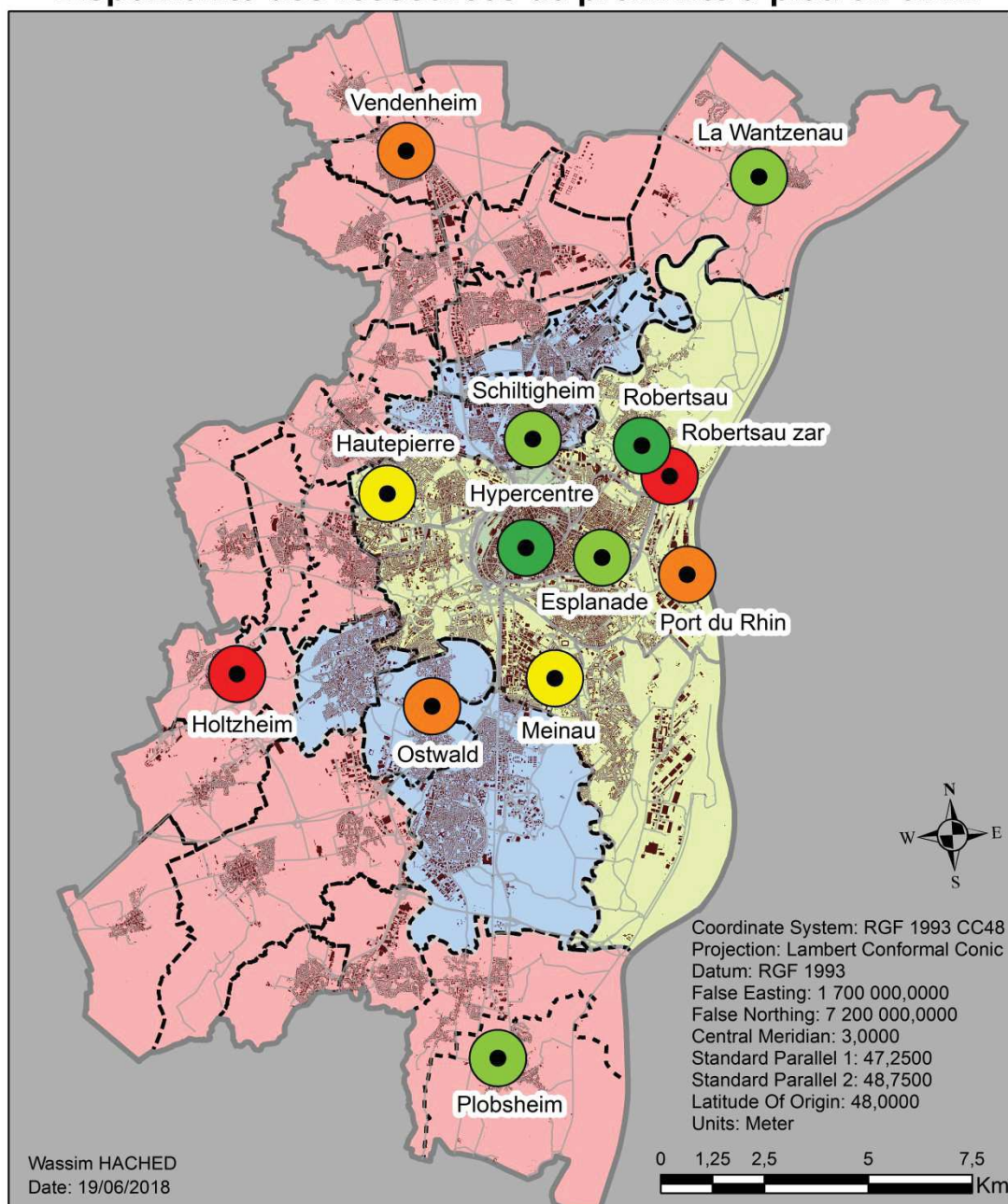
	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD
3	p20s_confort	p5s_conditions_acces	p10s_conditions_acces	p20s_conditions_acces	p5s_ergonomie_proxi	p10s_ergonomie_proxi	p20s_ergonomie_proxi	p5s_nb_alt
4	67,1	56,4	45,2	53,9	76,1	72,6	77,0	100,0
5	43,2	31,8	27,5	43,2	49,2	53,3	66,8	55,1
6	45,2	47,0	52,6	44,8	62,2	65,8	67,6	43,6
7	54,6	52,9	38,0	53,0	54,1	55,0	62,1	28,2
8	31,6	42,5	26,0	44,2	44,1	52,6	64,2	15,4
9	51,3	60,1	52,2	56,5	74,1	66,5	68,7	41,0
10	34,7	0,0	54,0	50,6	0,0	41,1	52,1	0,0
11	58,1	47,0	51,0	63,1	41,1	45,8	50,3	9,0
12	32,1	59,6	46,8	53,0	49,4	46,3	60,6	17,9
13	45,1	71,2	26,3	59,4	38,9	36,0	53,3	1,3
14	42,7	53,5	48,1	61,1	45,5	52,3	61,5	10,3
15	49,0	72,7	44,5	75,3	70,6	53,9	69,3	24,4
16	32,8	63,9	62,1	67,1	68,3	60,1	62,8	17,9
17								
18	v20s_environnement	v5s_confort	v10s_confort	v20s_confort	v5s_prix	v10s_prix	v20s_prix	v5s_conditionsacc
19	76,4	58,3	60,3	63,2	57,0	67,8	76,7	52,9
20	70,8	61,1	57,9	74,4	33,9	31,9	32,8	38,5
21	53,0	37,9	36,8	47,3	49,5	42,8	42,2	41,2
22	51,1	49,9	48,0	57,1	43,1	28,5	23,7	56,6
23	43,6	51,2	49,9	56,5	28,9	26,7	23,8	50,9
24	61,8	33,9	40,3	50,2	52,6	48,7	25,2	52,4
25	54,7	43,8	35,8	50,6	23,5	19,5	16,2	45,5
26	38,8	37,6	41,8	30,9	41,2	53,7	12,5	55,6
27	48,8	45,6	34,5	49,0	26,2	23,5	17,9	48,1
28	38,7	32,5	26,8	38,5	30,3	39,5	13,3	48,6
29	34,3	41,7	33,3	32,8	41,1	39,1	23,6	53,7
30	45,0	34,2	29,6	32,1	76,7	100,0	100,0	72,1
31	44,9	41,7	40,6	37,4	100,0	84,1	29,7	82,7
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								

	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN
3	p10s_nb_alt	p20s_nb_alt	p5s_div_alt	p10s_div_alt	p20s_div_alt	p5s_alternatives	p10s_alternatives	p20s_alternatives	p5s-ergo_total	p10s-ergo_total
4	100,0	100,0	91,7	100,0	100,0	95,8	100,0	100,0	82,7	81,7
5	26,1	50,3	66,7	92,9	93,3	60,9	59,5	71,8	53,1	55,4
6	30,1	30,8	83,3	85,7	86,7	63,5	57,9	58,7	62,6	63,2
7	20,3	14,3	58,3	78,6	80,0	43,3	49,4	47,2	50,5	53,1
8	25,5	20,4	58,3	92,9	93,3	36,9	59,2	56,8	41,7	54,8
9	20,3	14,7	100,0	92,9	86,7	70,5	56,6	50,7	72,9	63,2
10	2,6	5,6	0,0	35,7	66,7	0,0	19,2	36,1	0,0	33,8
11	3,3	1,6	41,7	50,0	46,7	25,3	26,6	24,1	35,8	39,4
12	6,5	9,1	50,0	57,1	80,0	34,0	31,8	44,5	44,3	41,5
13	4,6	2,8	8,3	57,1	60,0	4,8	30,9	31,4	27,5	34,3
14	9,5	5,1	41,7	64,3	73,3	26,0	36,9	39,2	39,0	47,1
15	11,8	5,0	75,0	71,4	73,3	49,7	41,6	39,2	63,6	49,8
16	8,2	4,4	83,3	71,4	73,3	50,6	39,8	38,8	62,4	53,4
17										
18	v10s_conditionsacc	v20s_conditionsacc	v5s_ergo_proxi	v10s_ergo_proxi	v20s_ergo_proxi	v5s_nbalternative	v10s_nbalternative	v20s_nbalternative	v5s_divalternative	v10s_divalternative
19	58,7	66,4	76,5	79,4	83,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20	32,3	35,1	59,5	64,6	66,8	21,7	83,5	88,7	86,7	100,0
21	38,3	38,8	60,8	67,6	68,6	29,7	46,1	96,8	80,0	100,0
22	41,5	42,7	62,0	66,0	69,8	18,5	27,0	49,3	73,3	100,0
23	44,7	45,5	63,2	66,8	71,2	18,5	23,1	34,4	86,7	93,3
24	47,7	36,2	65,6	65,1	67,3	14,9	21,2	71,9	86,7	86,7
25	40,9	40,4	43,3	59,3	65,4	4,2	9,4	43,2	53,3	86,7
26	61,8	38,0	46,7	49,6	48,1	2,0	1,1	1,9	46,7	46,7
27	43,7	43,8	52,8	59,0	67,1	7,9	8,2	20,9	66,7	80,0
28	51,0	43,6	48,2	49,1	58,2	3,7	2,6	9,4	60,0	60,0
29	49,4	45,1	56,5	55,5	61,5	7,0	4,3	4,0	73,3	73,3
30	80,0	71,3	68,1	71,6	67,3	7,2	3,6	1,9	73,3	73,3
31	67,8	47,8	71,0	65,6	62,1	5,9	3,3	3,6	73,3	80,0
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										

	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU
3	p20s-ergo_total						
4	84,6						
5	68,5						
6	64,7						
7	57,1						
8	61,7						
9	62,7						
10	46,8						
11	41,5						
12	55,2						
13	46,0						
14	54,1						
15	59,2						
16	54,8						
17							
18	v20s_divalternative	v5s_alternatives	v10s_alternatives	v20s_alternatives	v5s_ergo_total	v10s_ergo_total	v20s_ergo_total
19	100,0	100,0	100,0	100,0	84,3	86,2	88,8
20	100,0	54,2	91,7	94,4	57,7	73,6	76,0
21	100,0	54,9	73,1	98,4	58,8	69,4	78,5
22	100,0	45,9	63,5	74,7	56,6	65,2	71,4
23	100,0	52,6	58,2	67,2	59,7	63,9	69,8
24	100,0	50,8	53,9	85,9	60,7	61,4	73,5
25	93,3	28,8	48,0	68,3	38,5	55,5	66,4
26	66,7	24,3	23,9	34,3	39,3	41,0	43,5
27	93,3	37,3	44,1	57,1	47,6	54,1	63,8
28	86,7	31,8	31,3	48,0	42,7	43,1	54,8
29	93,3	40,2	38,8	48,7	51,0	49,9	57,2
30	73,3	40,2	38,5	37,6	58,8	60,6	57,4
31	93,3	39,6	41,6	48,5	60,5	57,6	57,5
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							

RÉSULTATS CARTOGRAPHIÉS

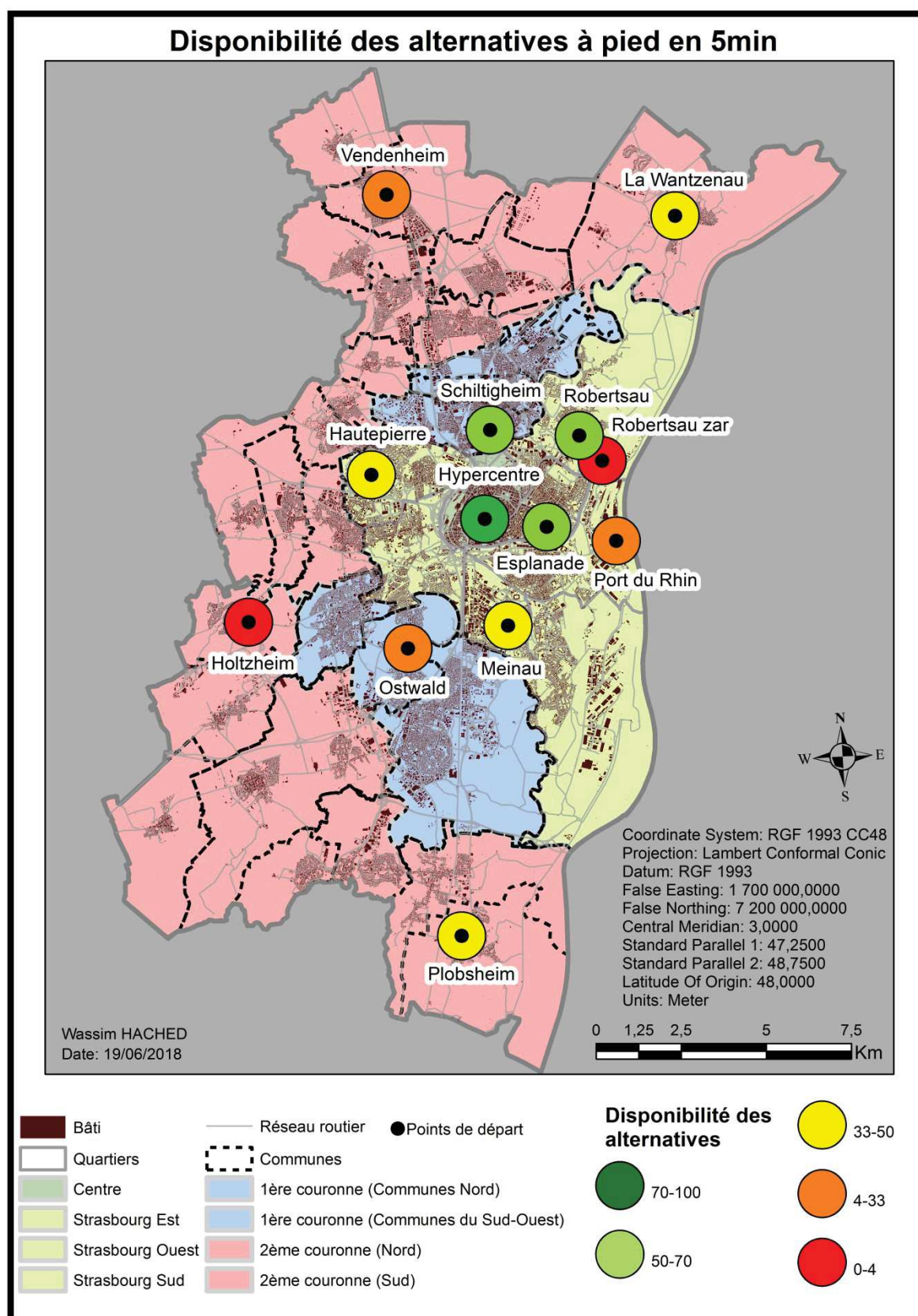
Disponibilité des ressources de proximité à pied en 5min

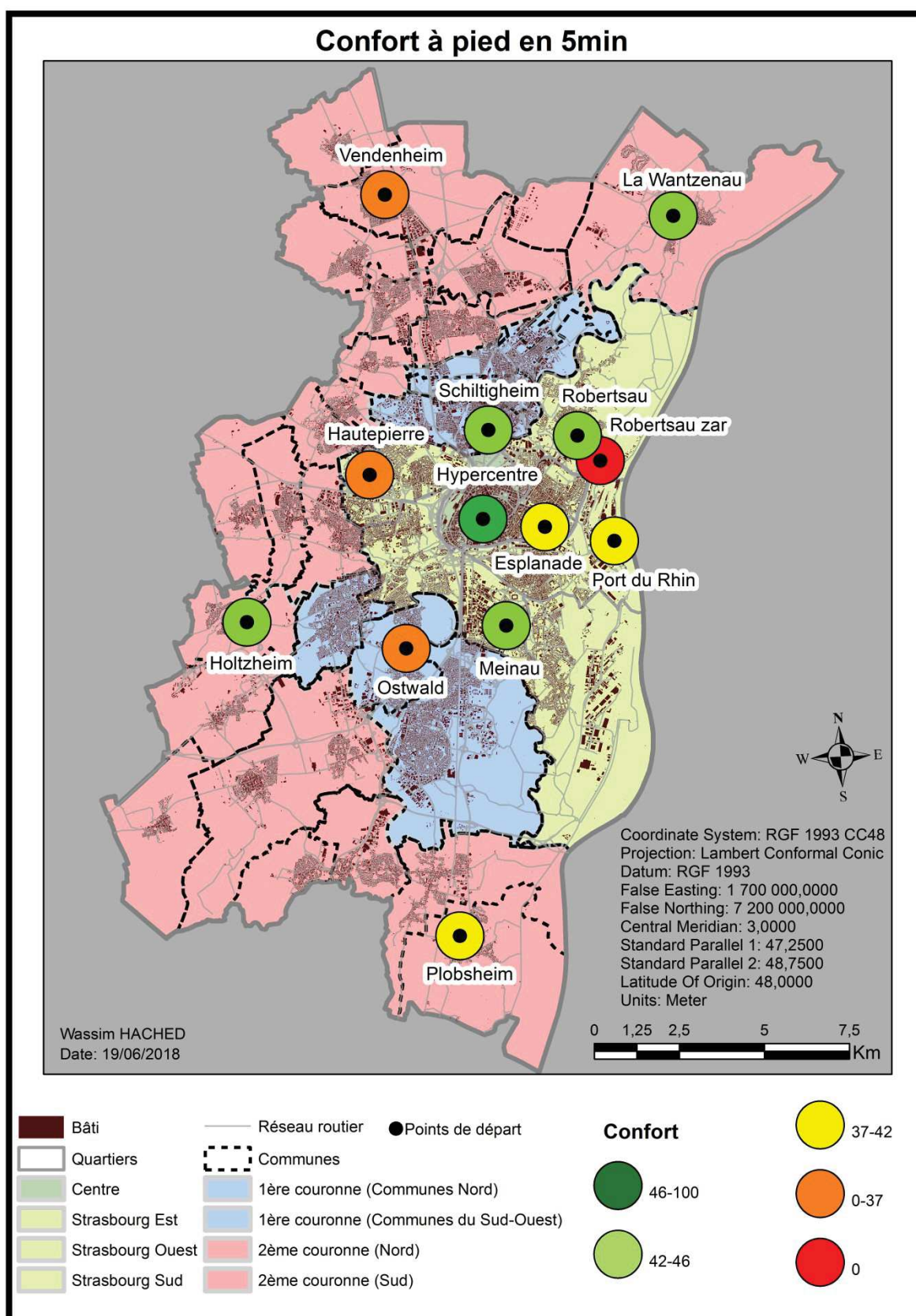


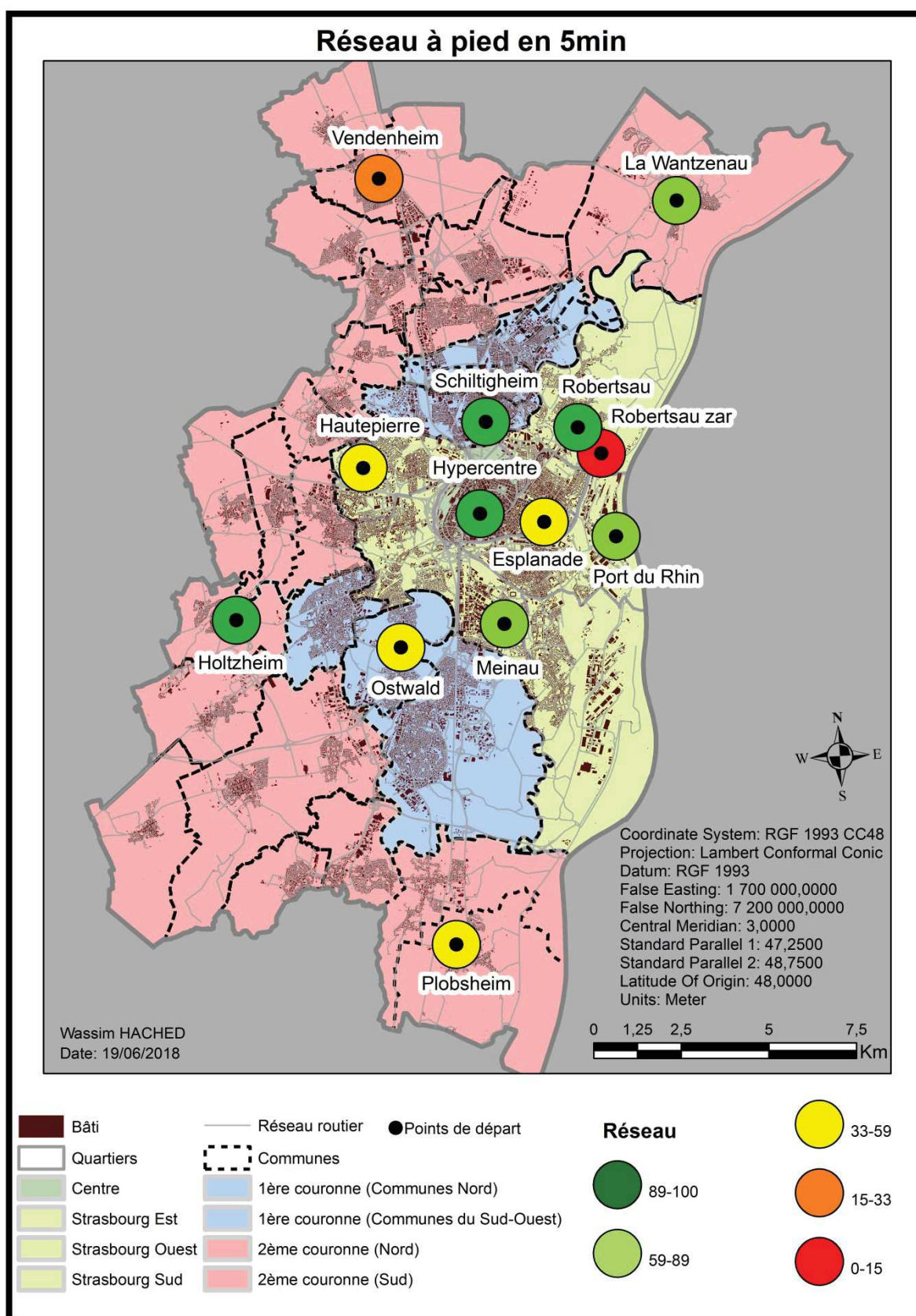
- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

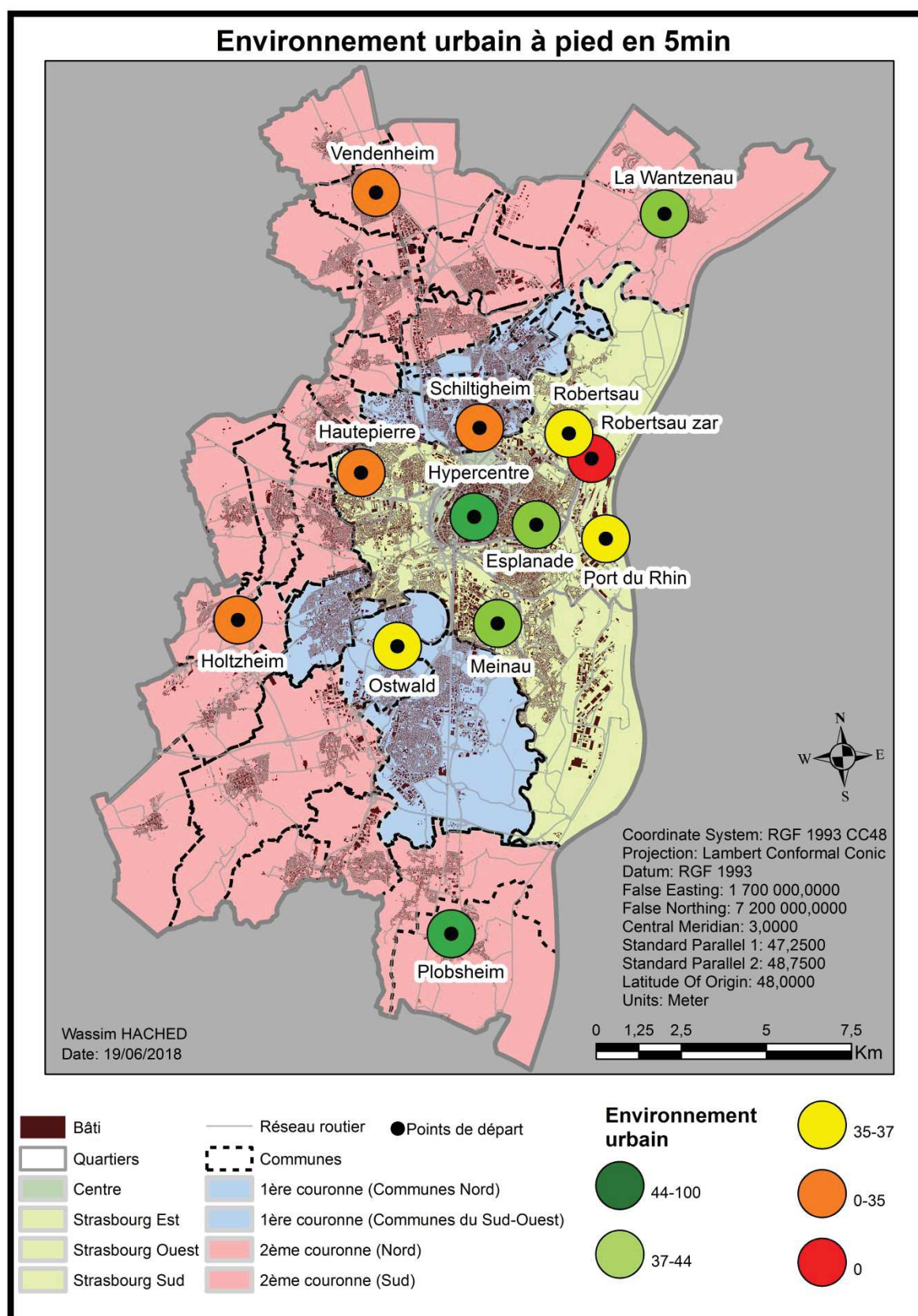
Disponibilité des ressources de proximité

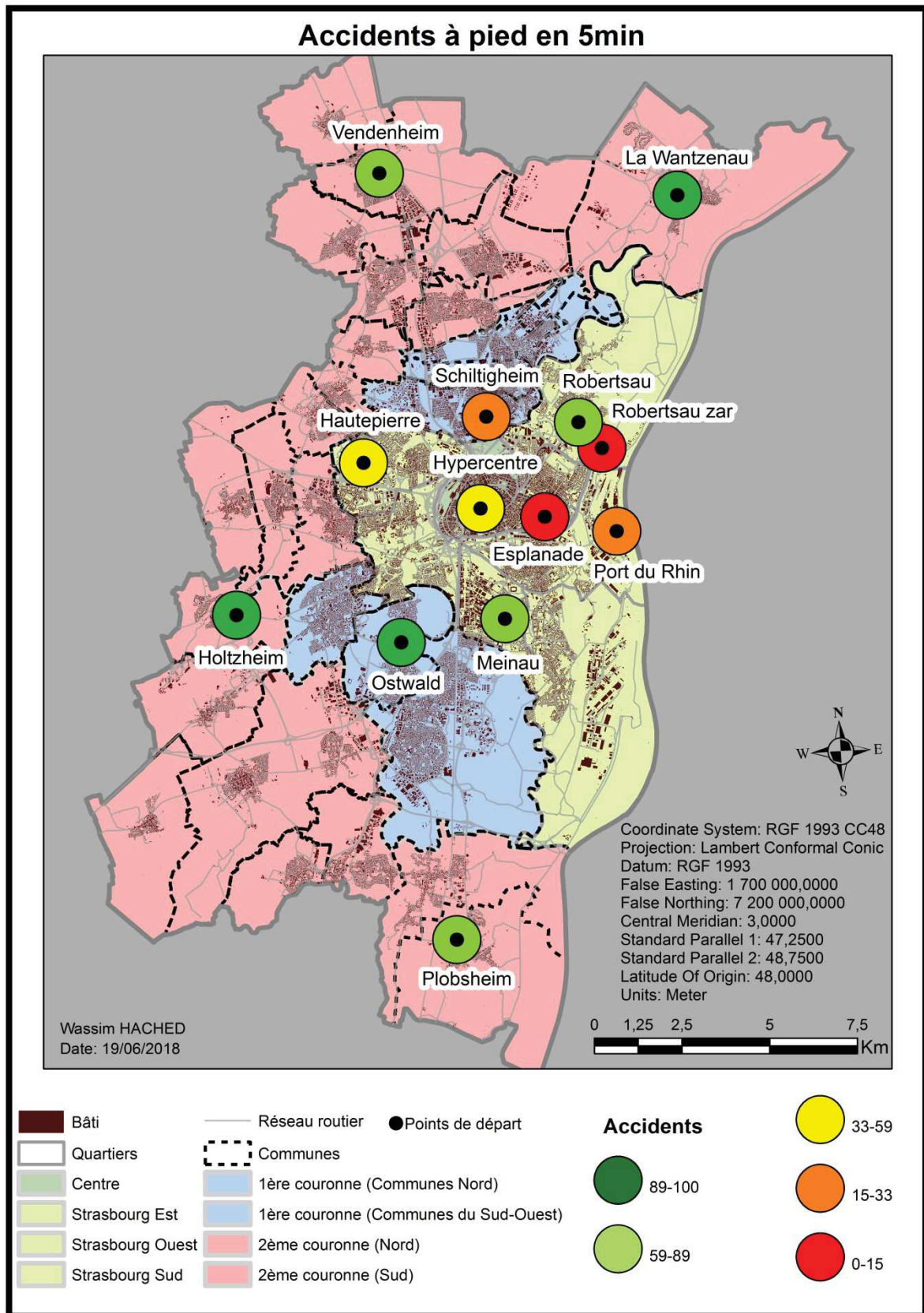
- | | |
|--------|-------|
| 77-100 | 39-55 |
| 55-77 | 9-39 |
| | 0-6 |



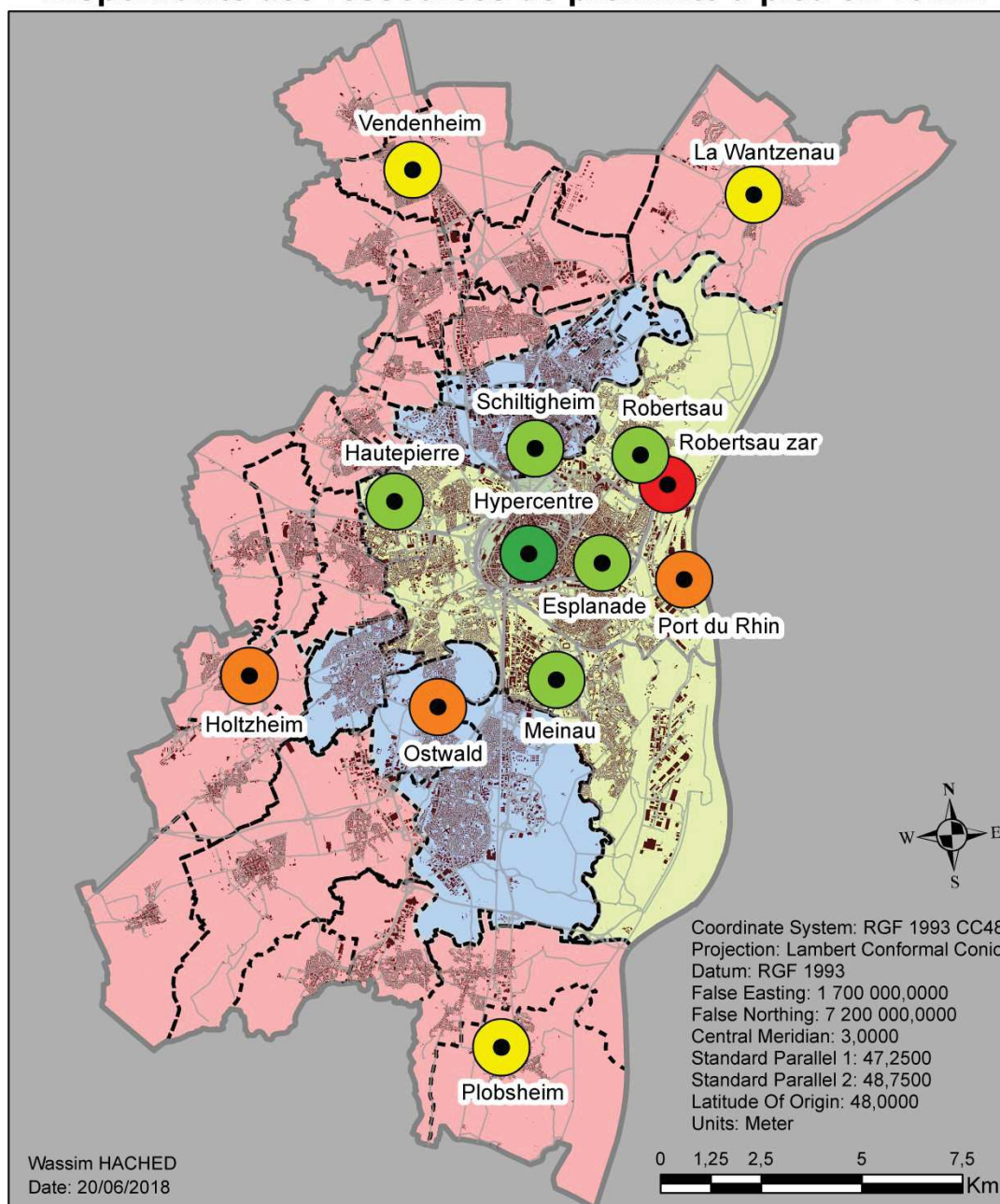








Disponibilité des ressources de proximité à pied en 10min

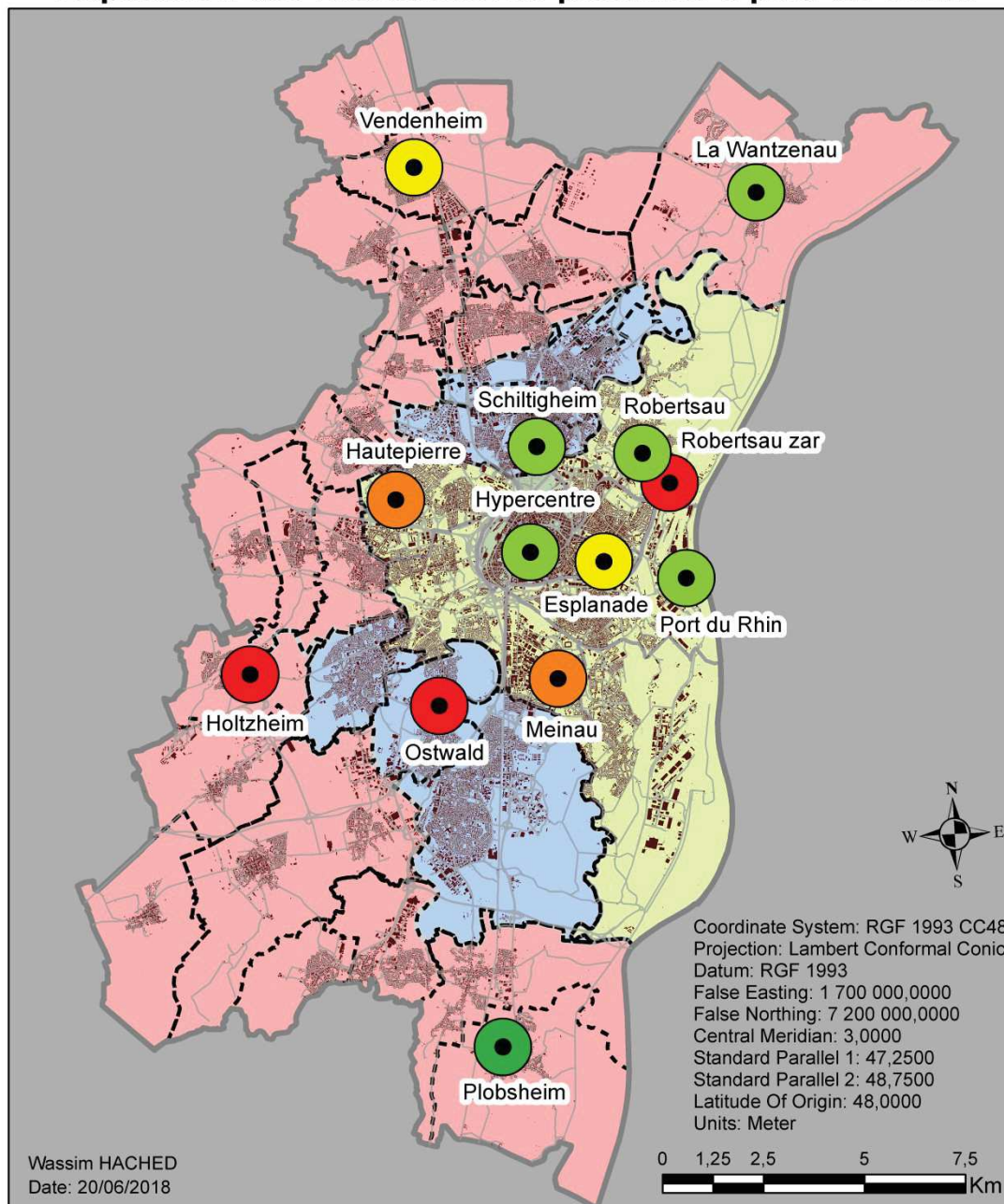


- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

Disponibilité des ressources de proximité

- | | |
|--------|-------|
| 80-100 | 45-63 |
| 63-80 | 28-45 |
| | 0-28 |

Répartition des ressources de proximité à pied en 10min

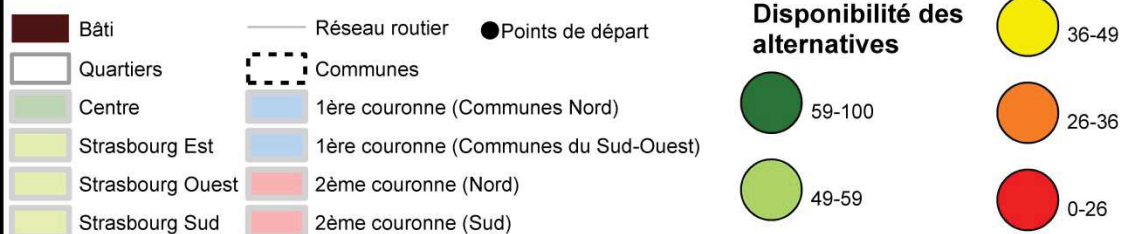
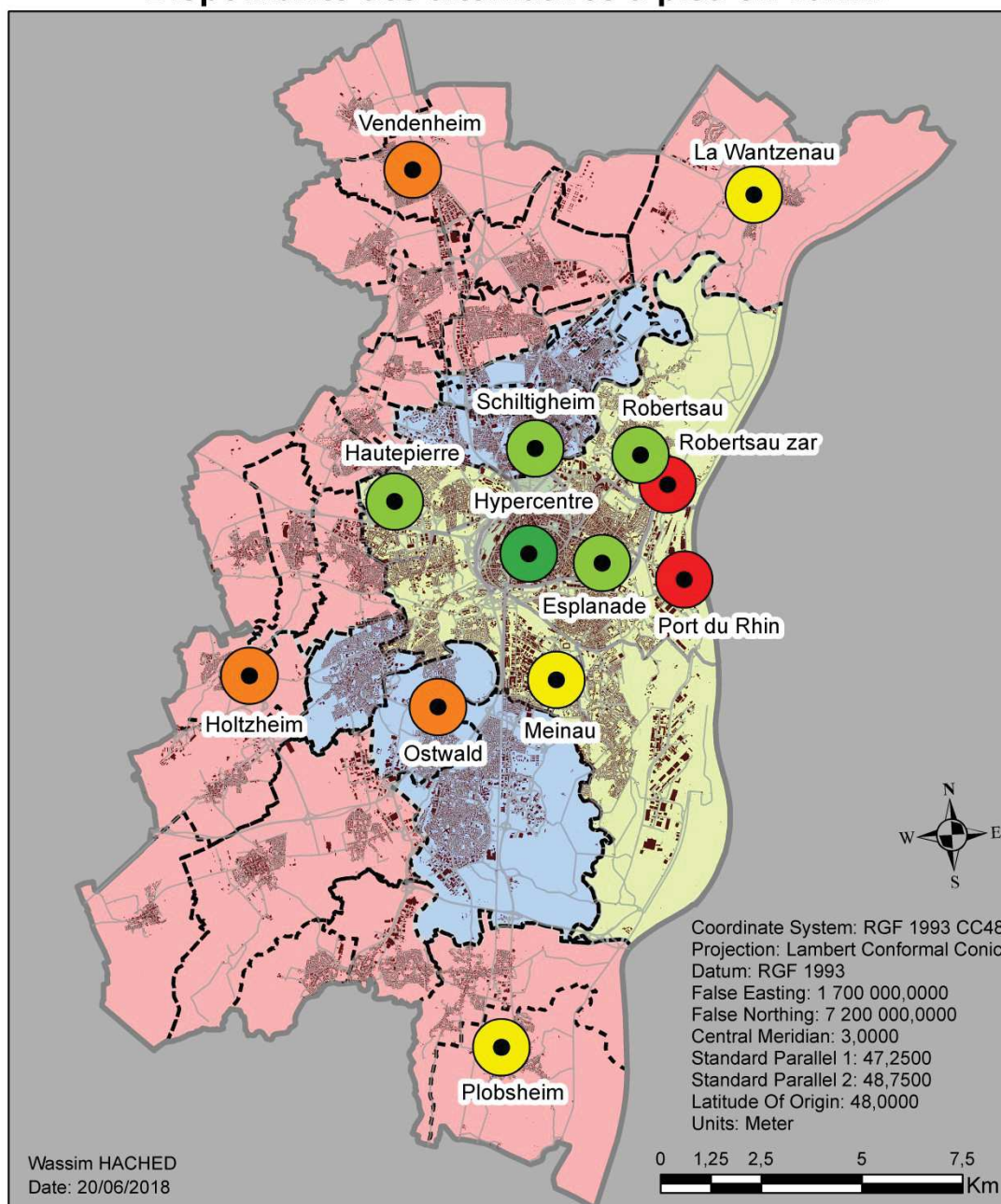


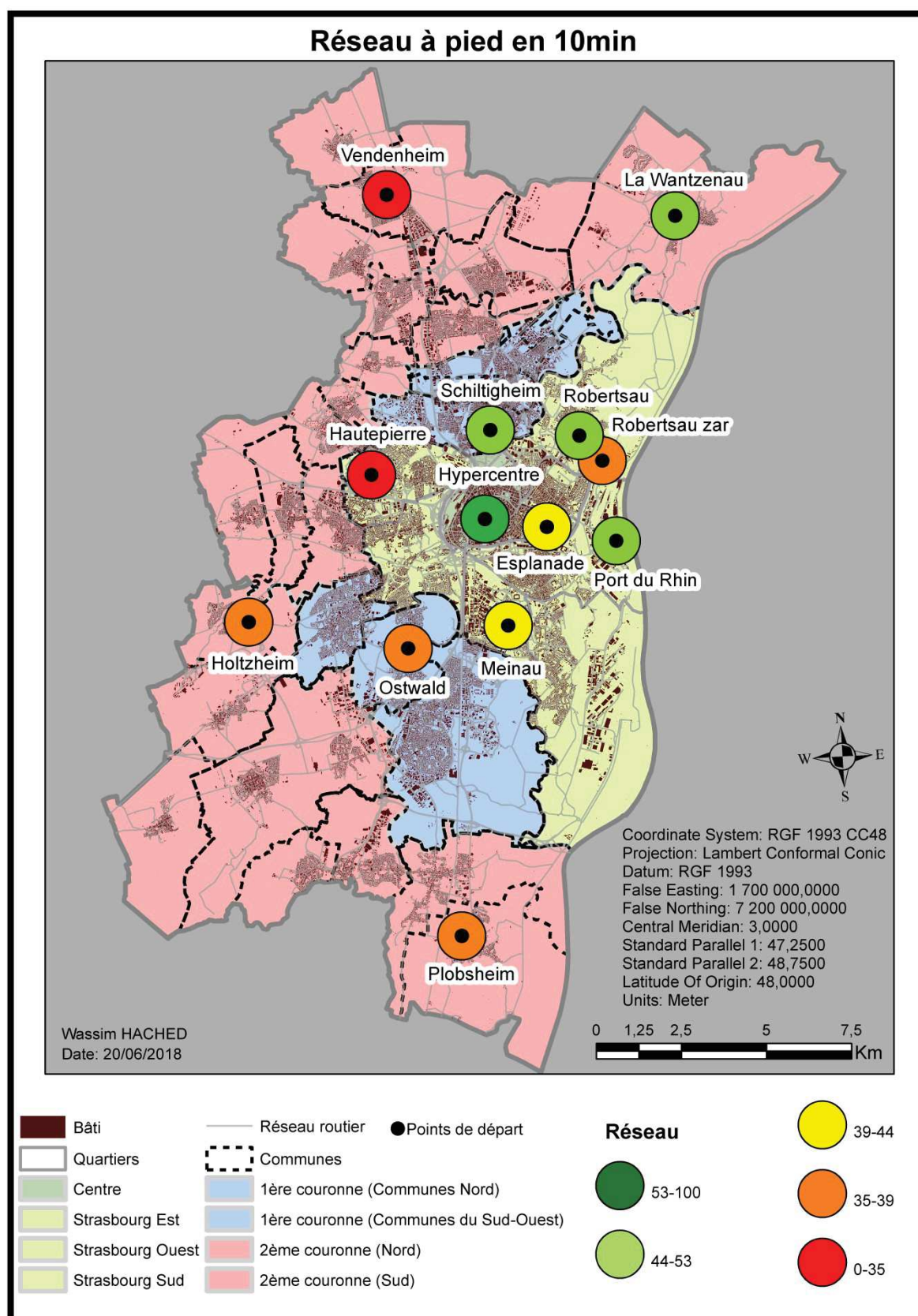
- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

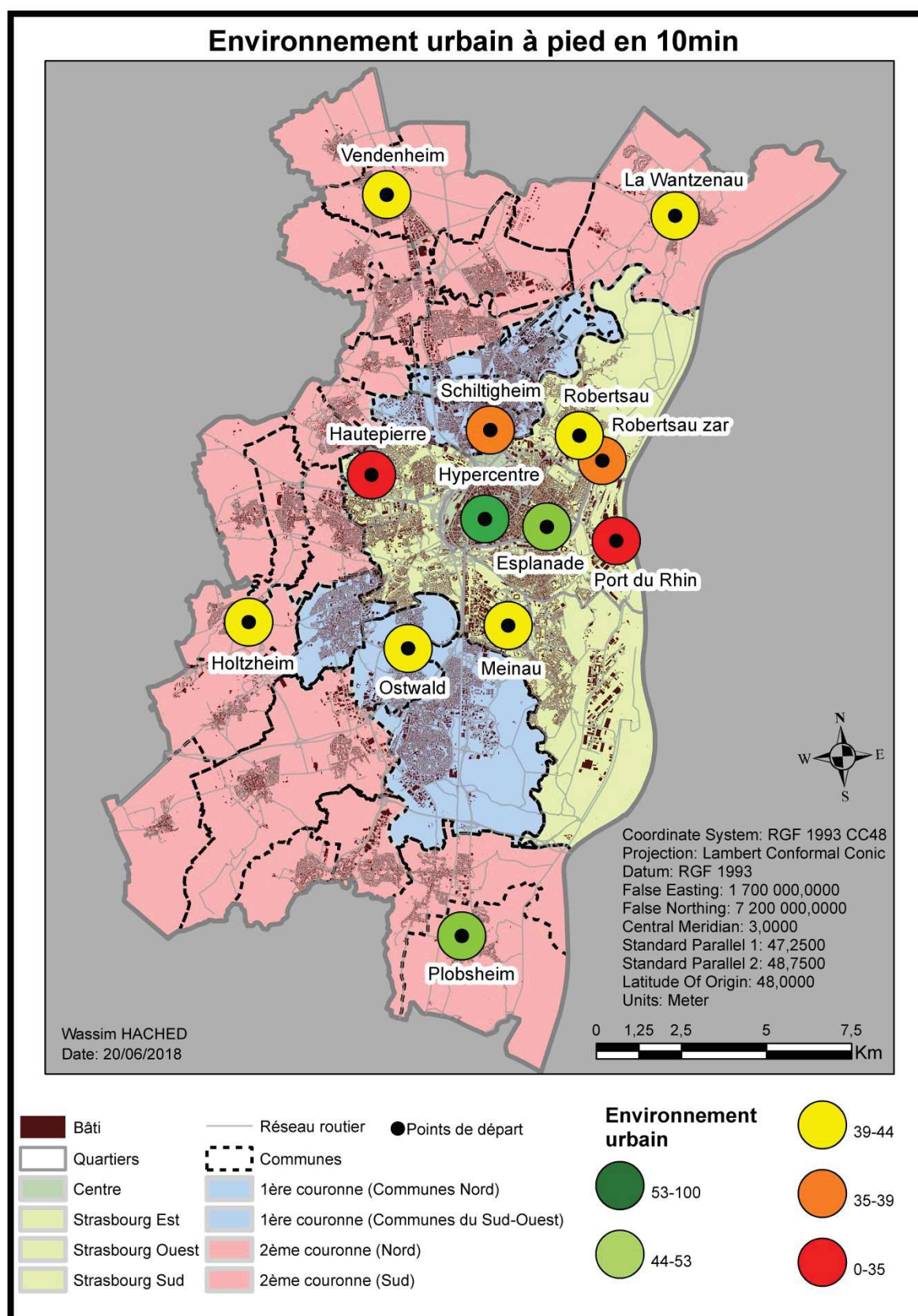
Répartition des ressources de proximité

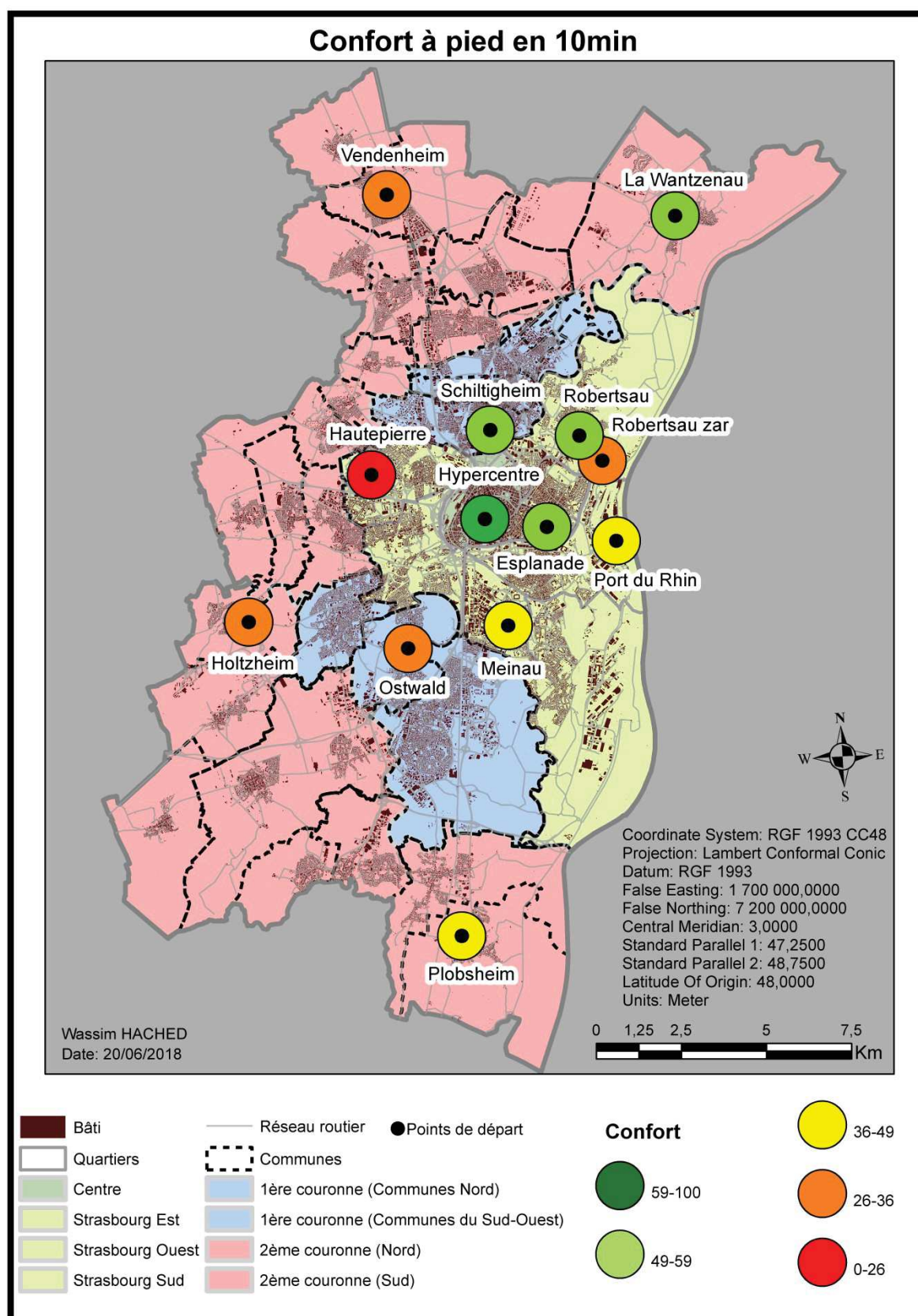
- | | |
|--------|-------|
| 64-100 | 27-42 |
| 42-64 | 0-27 |
| | 0 |

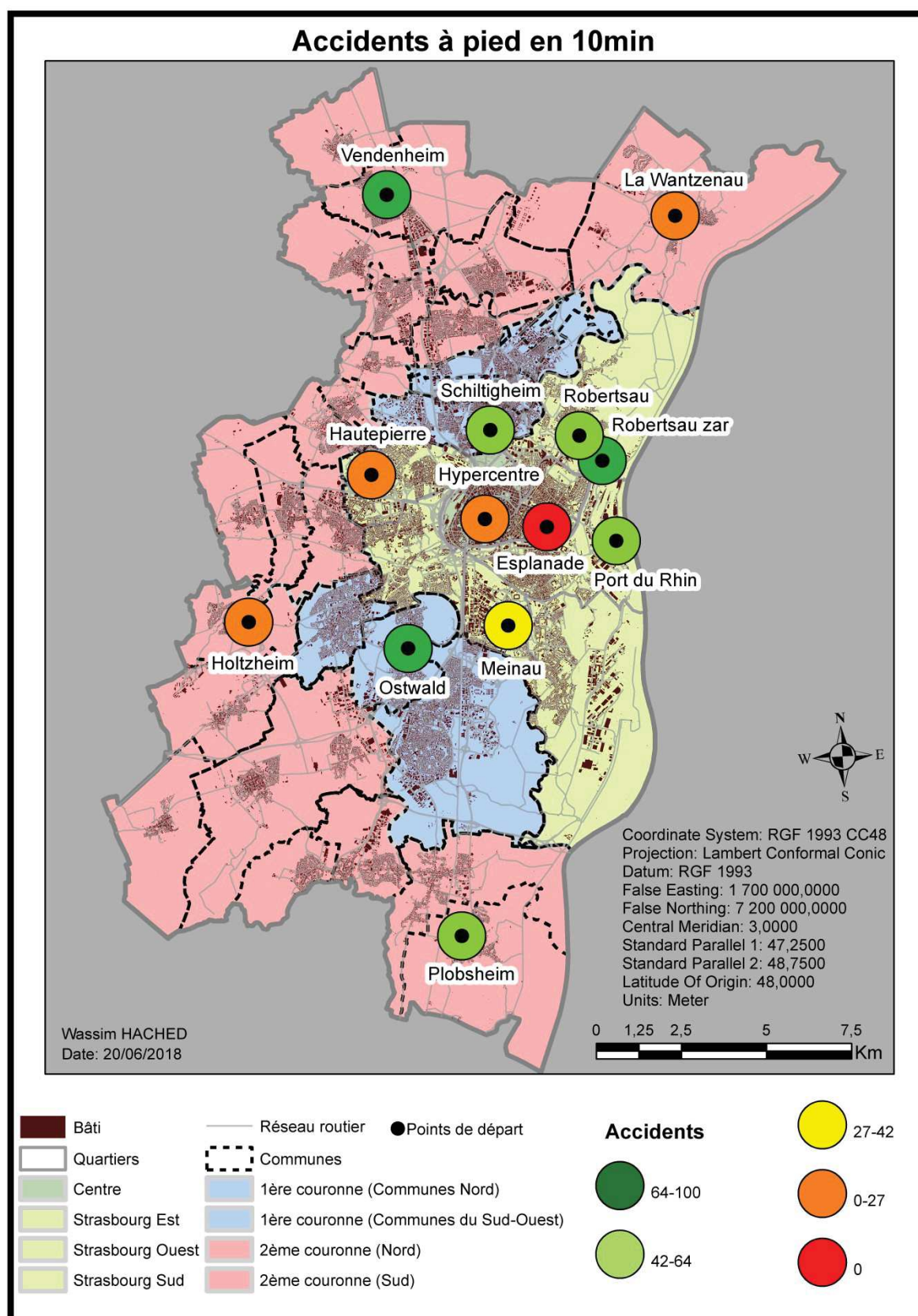
Disponibilité des alternatives à pied en 10min



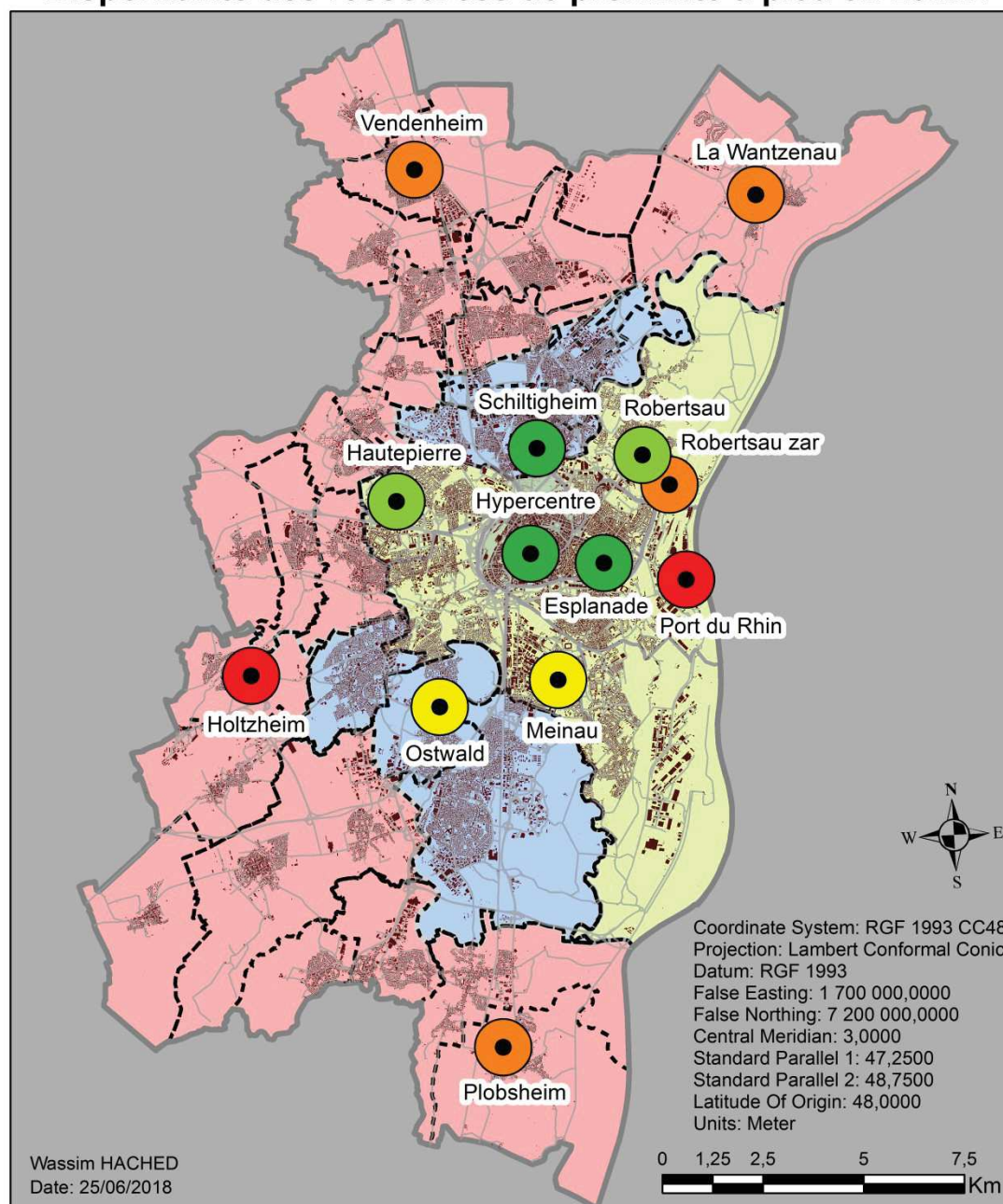






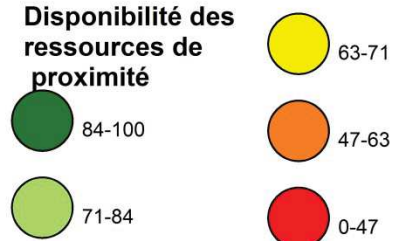


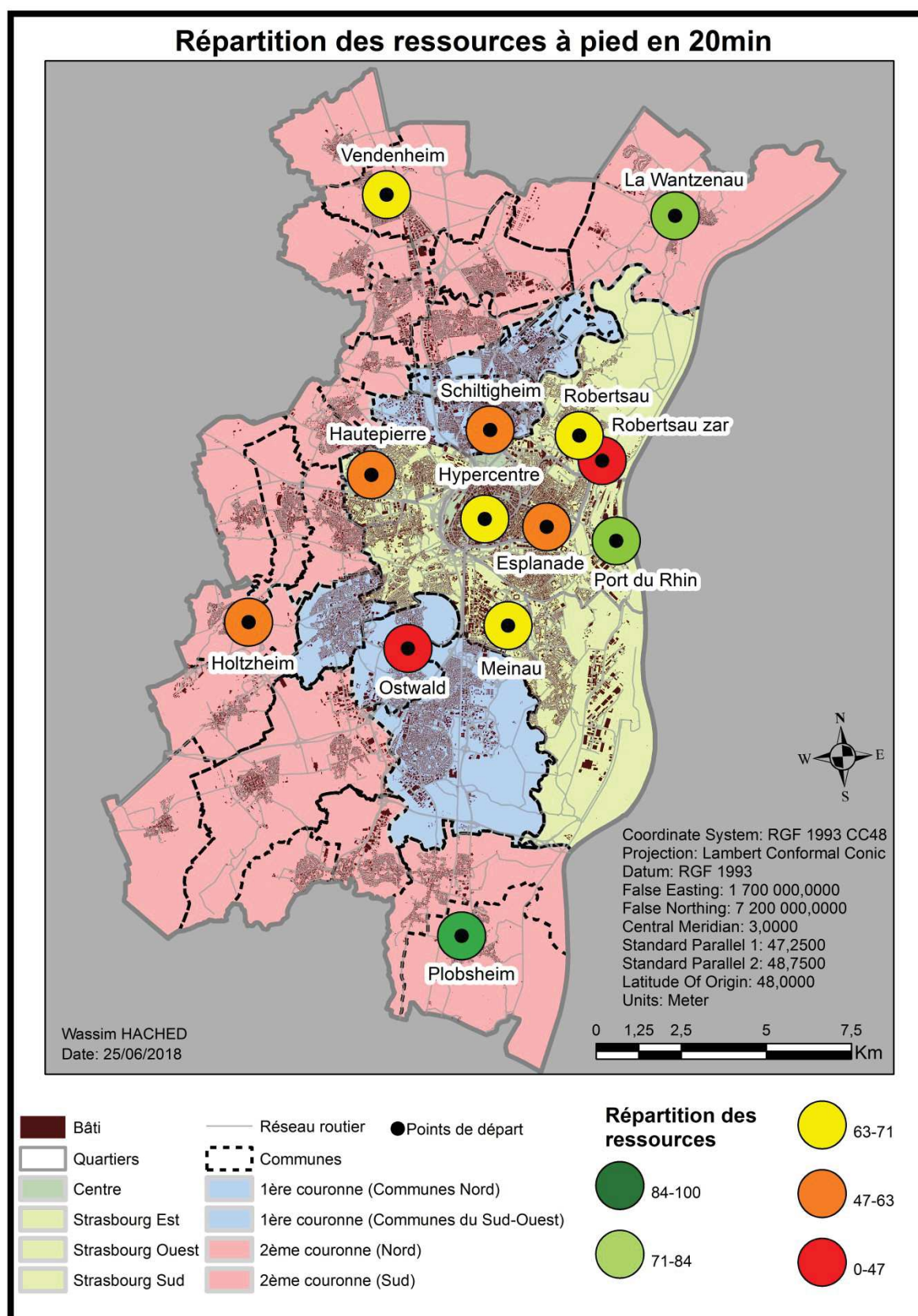
Disponibilité des ressources de proximité à pied en 20min

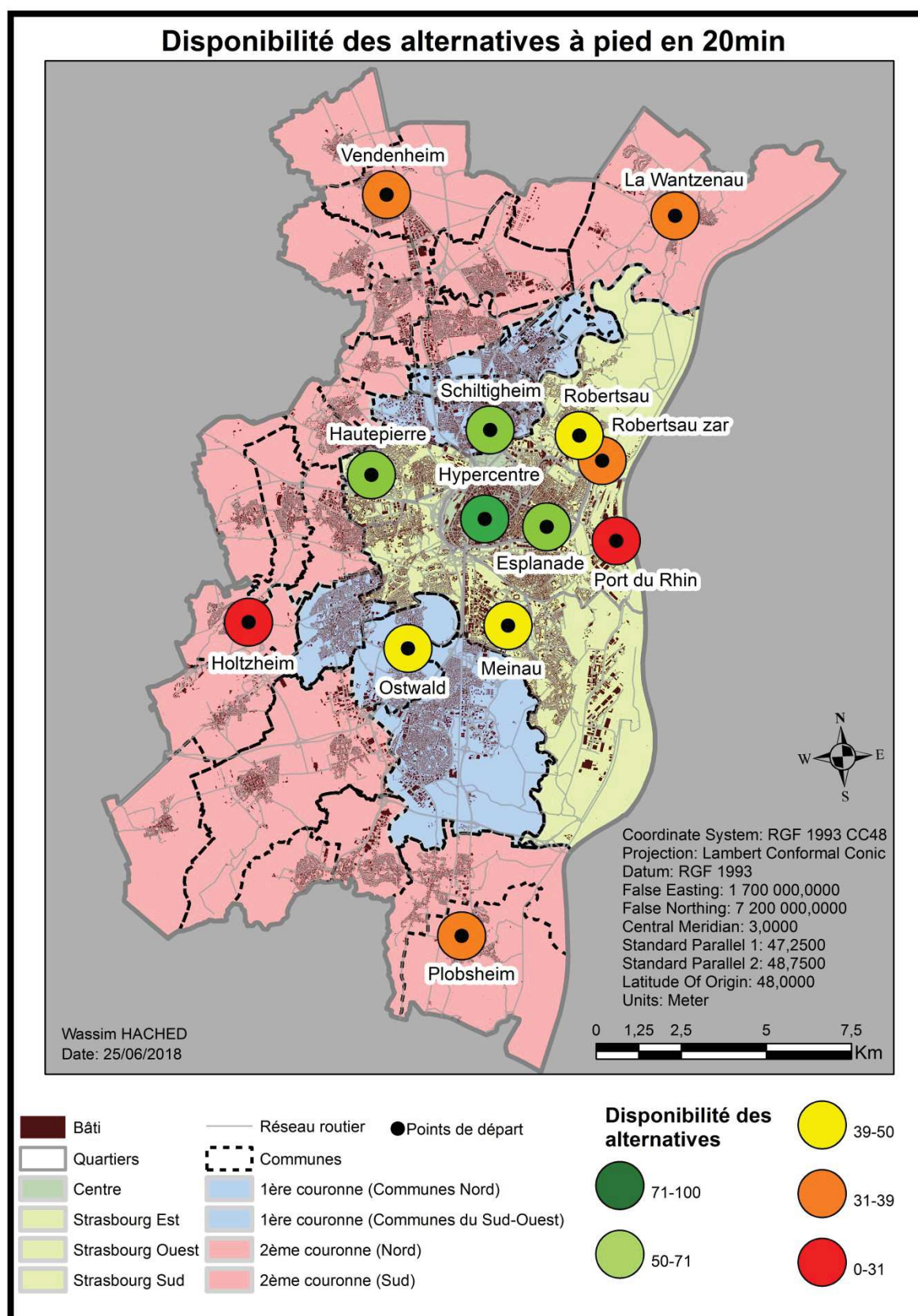


- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

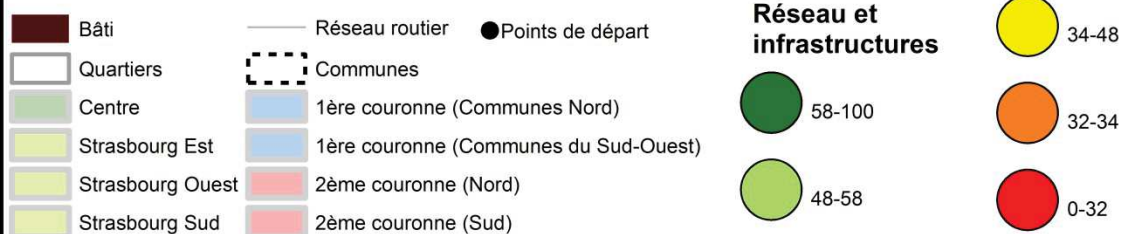
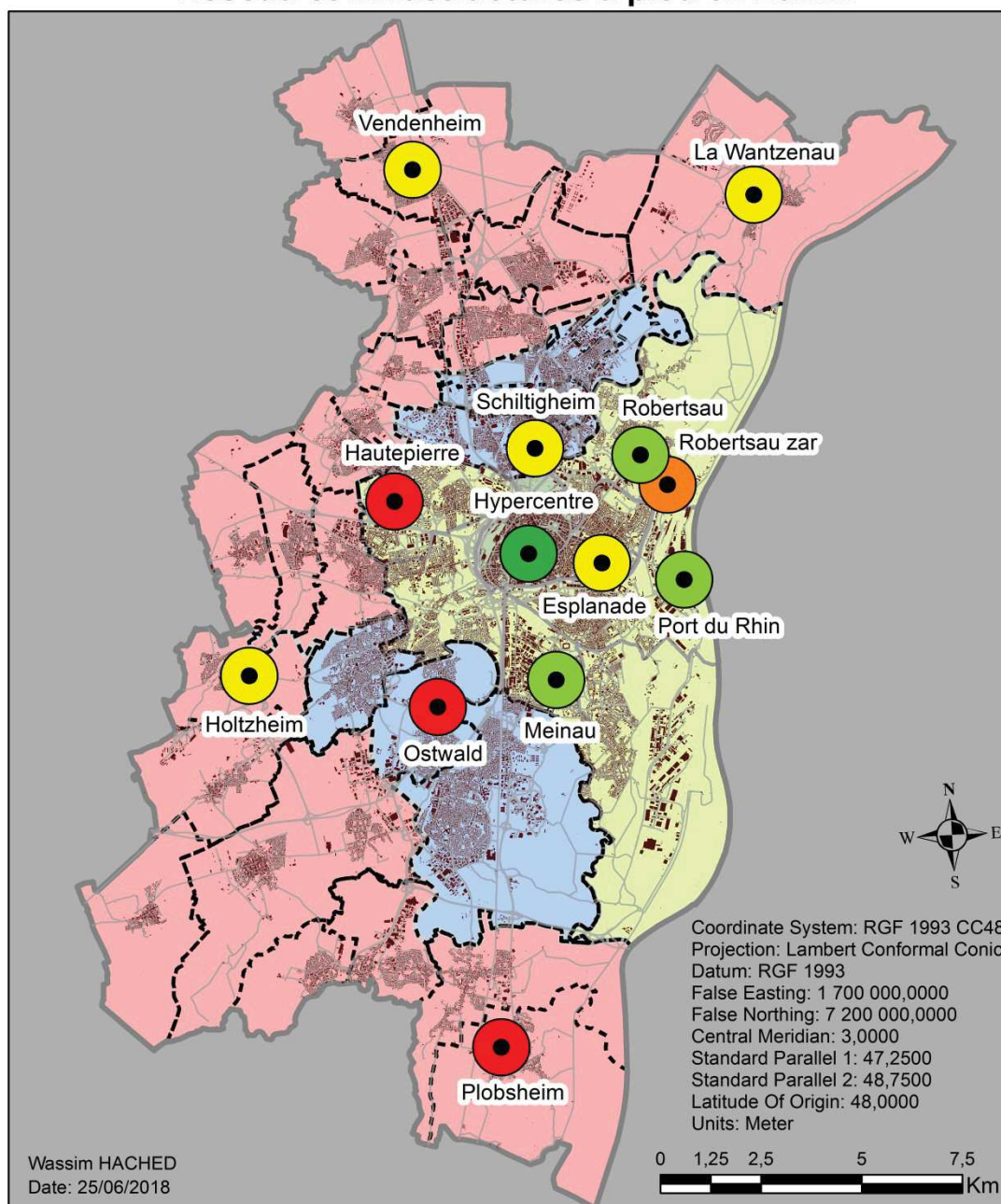
Disponibilité des ressources de proximité

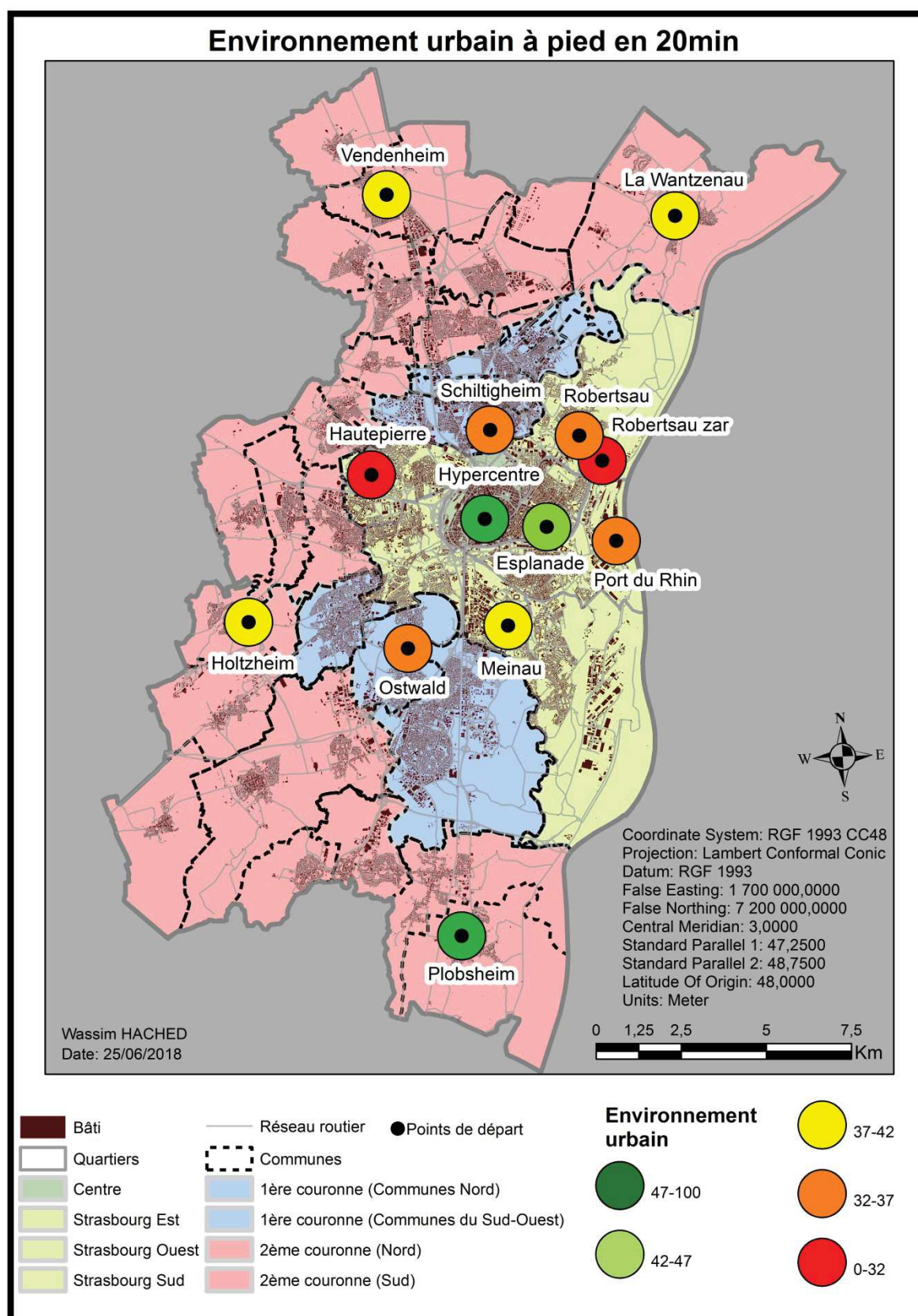


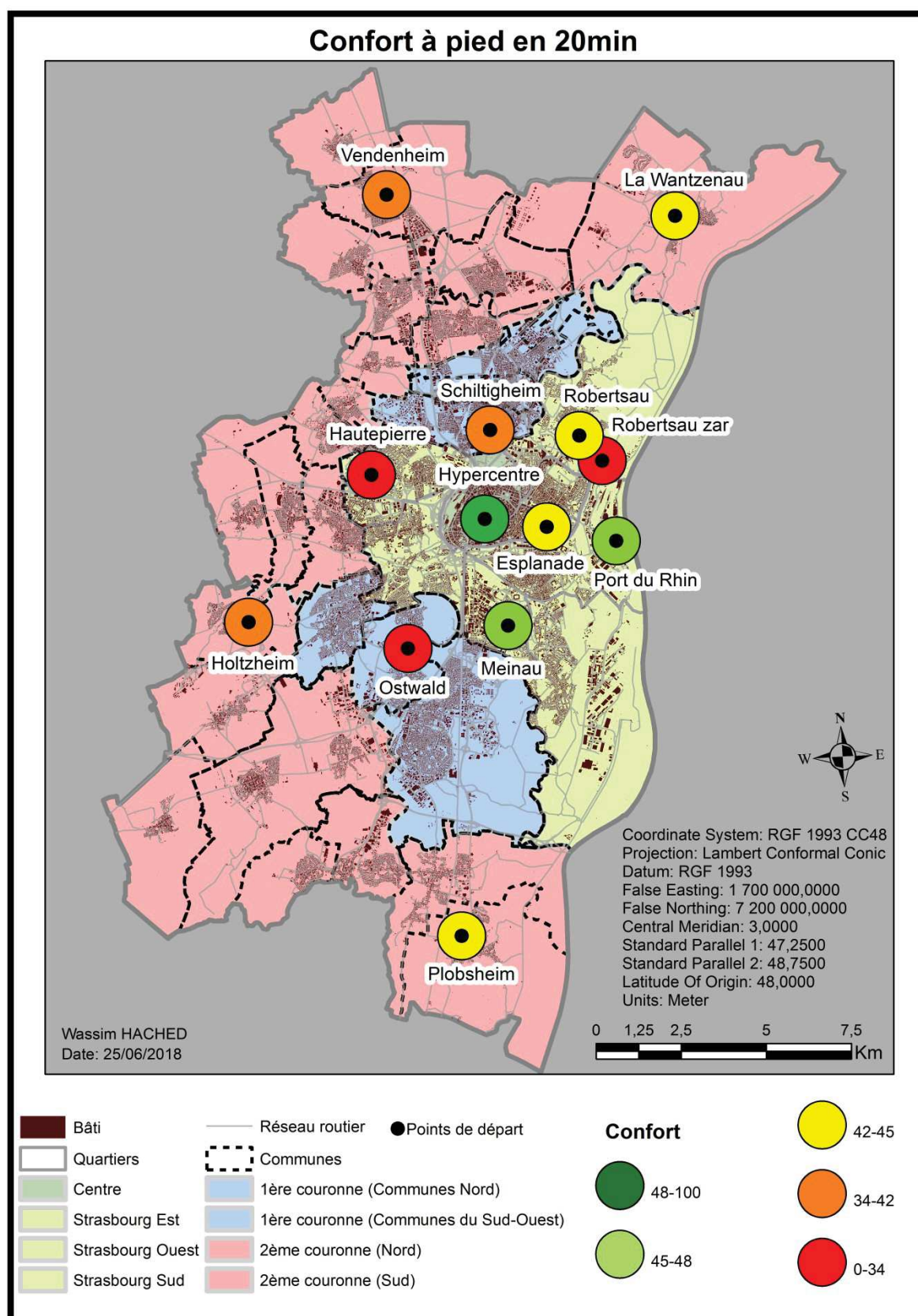


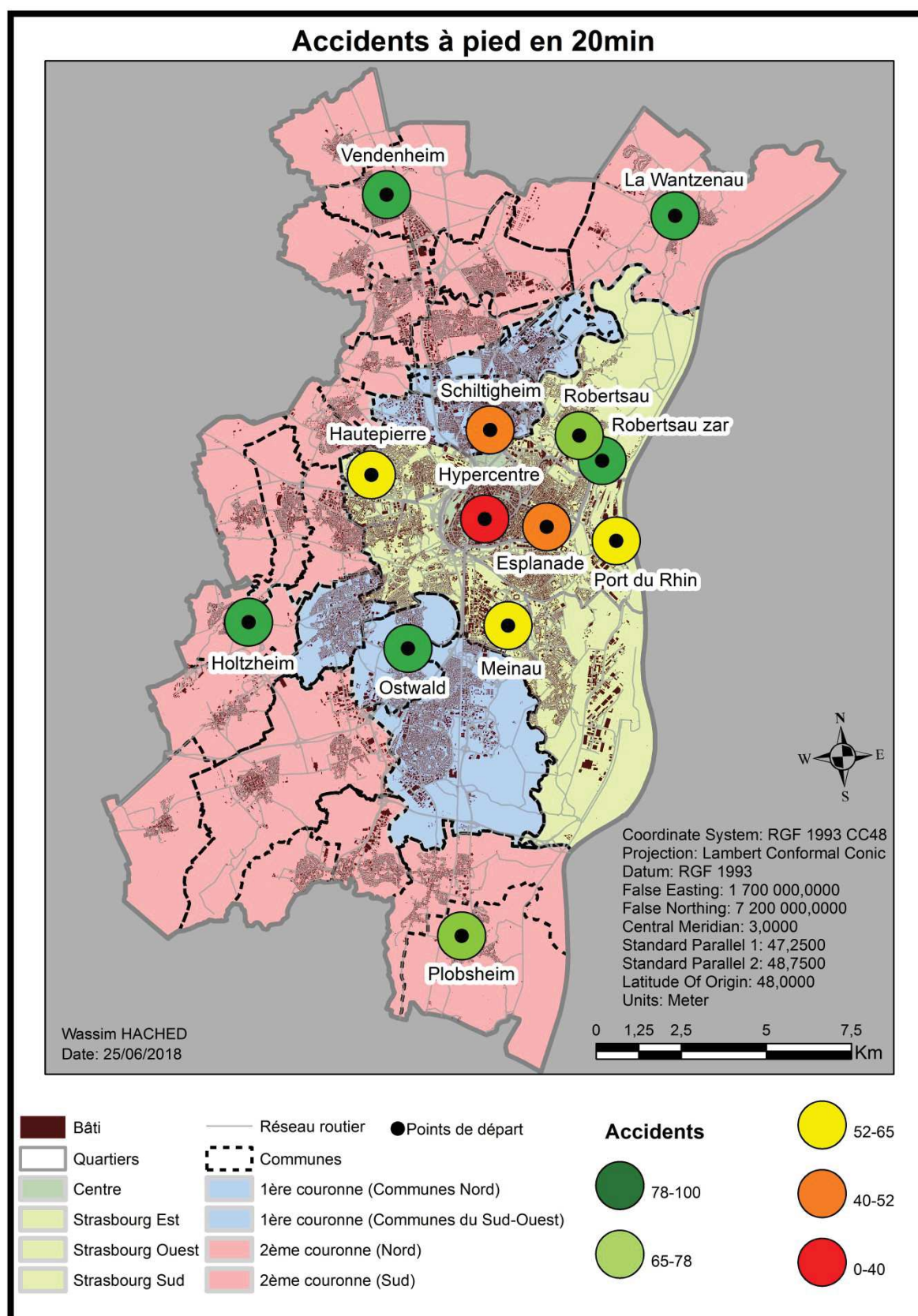


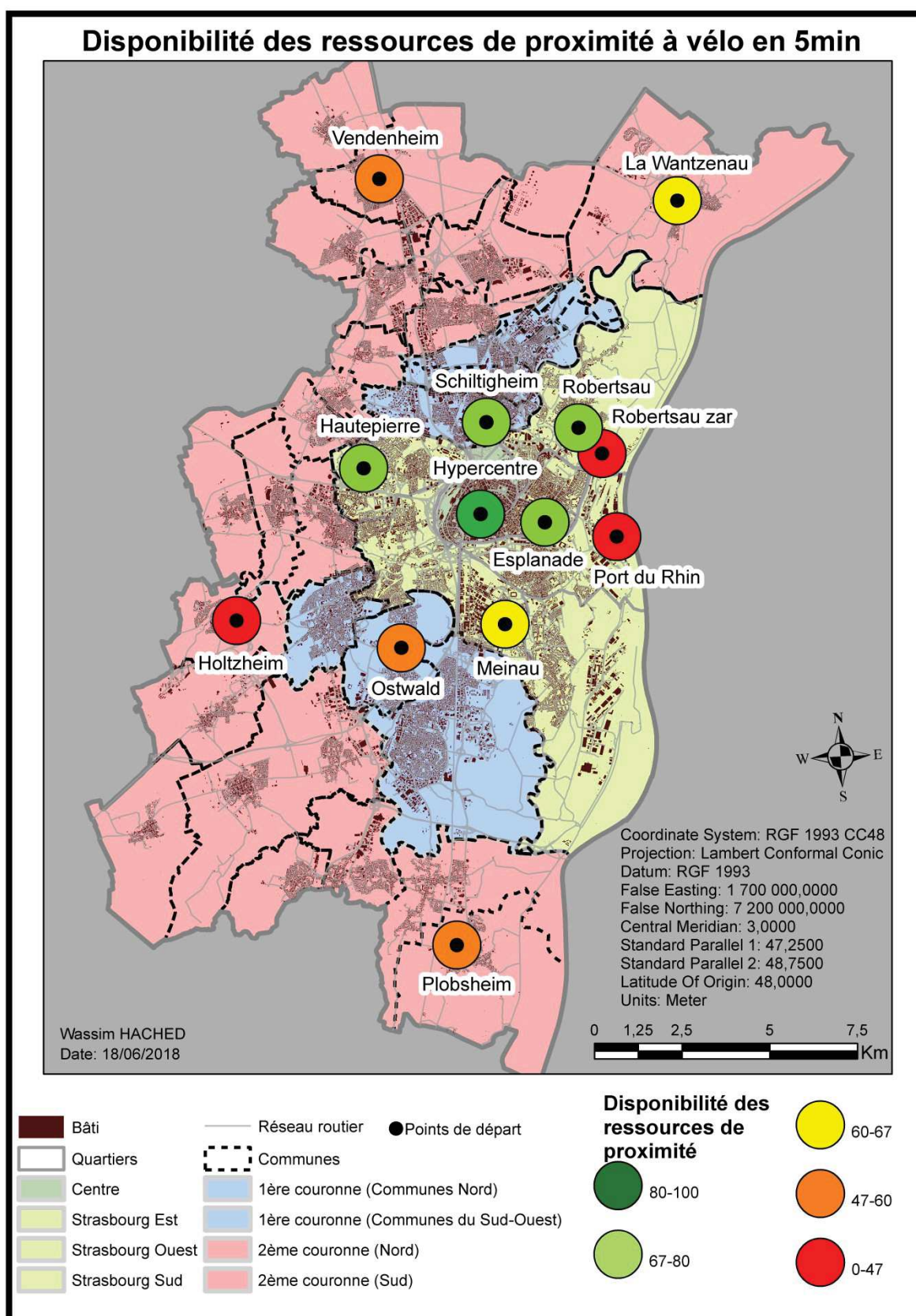
Réseau et infrastructures à pied en 20min

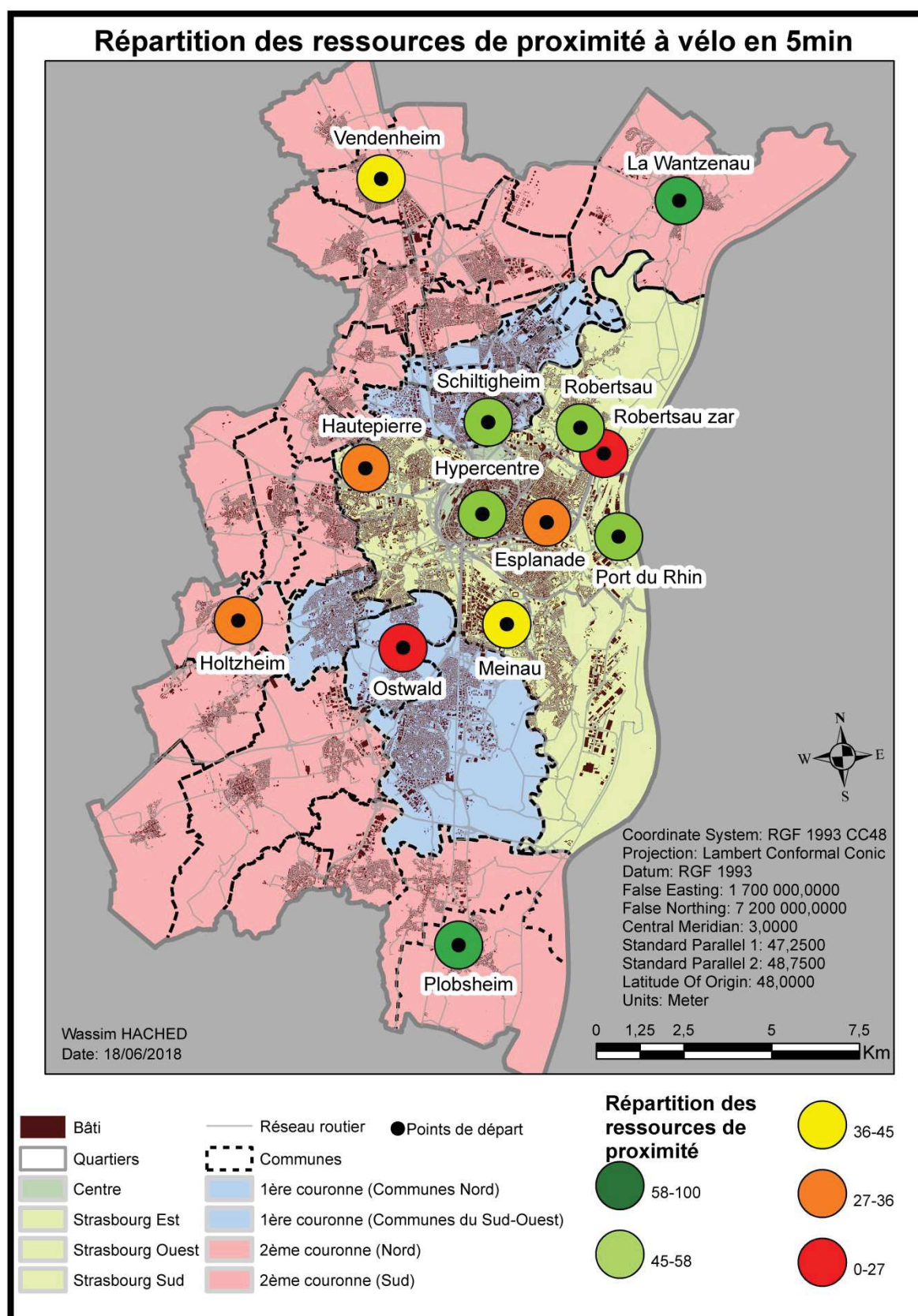


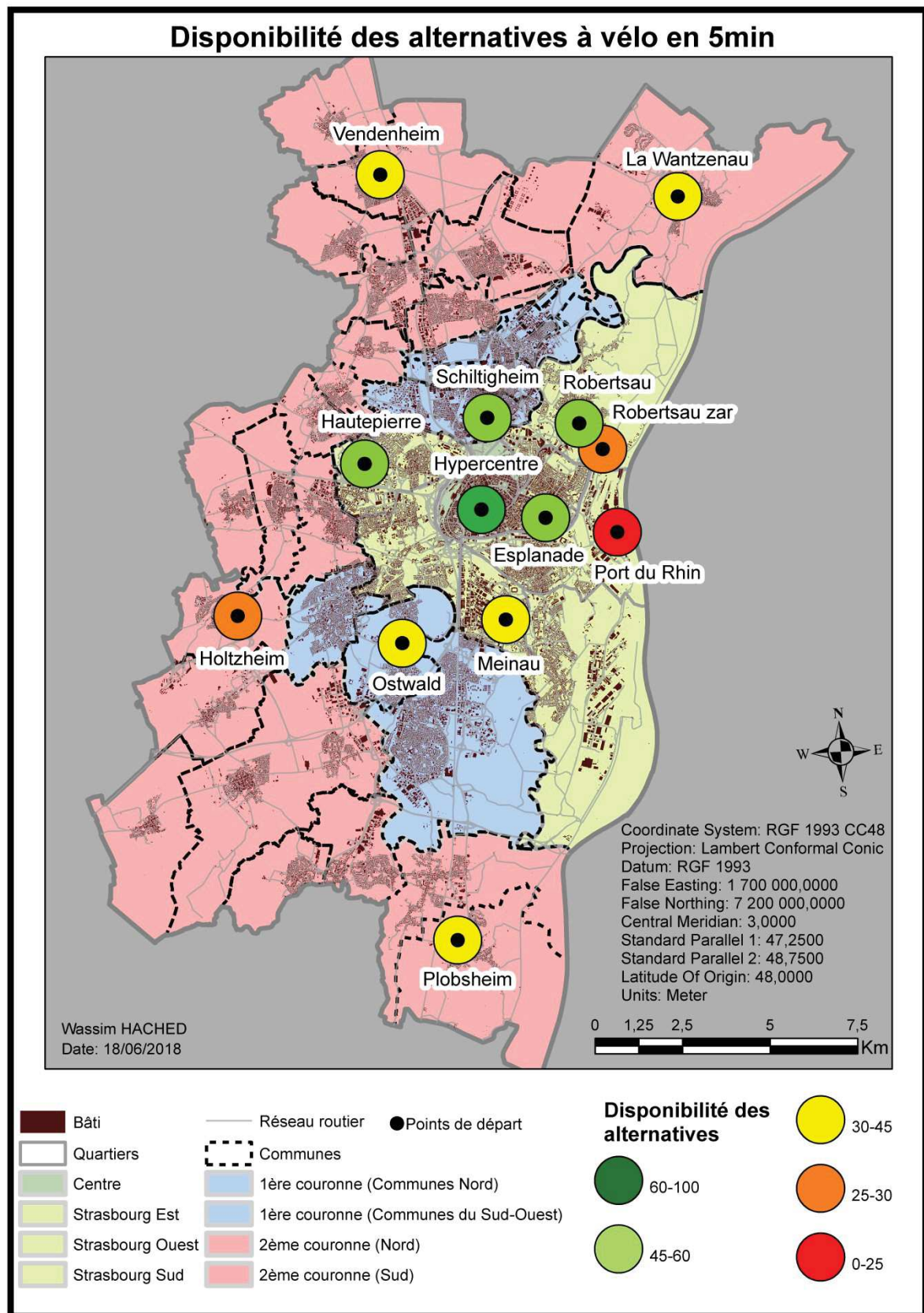


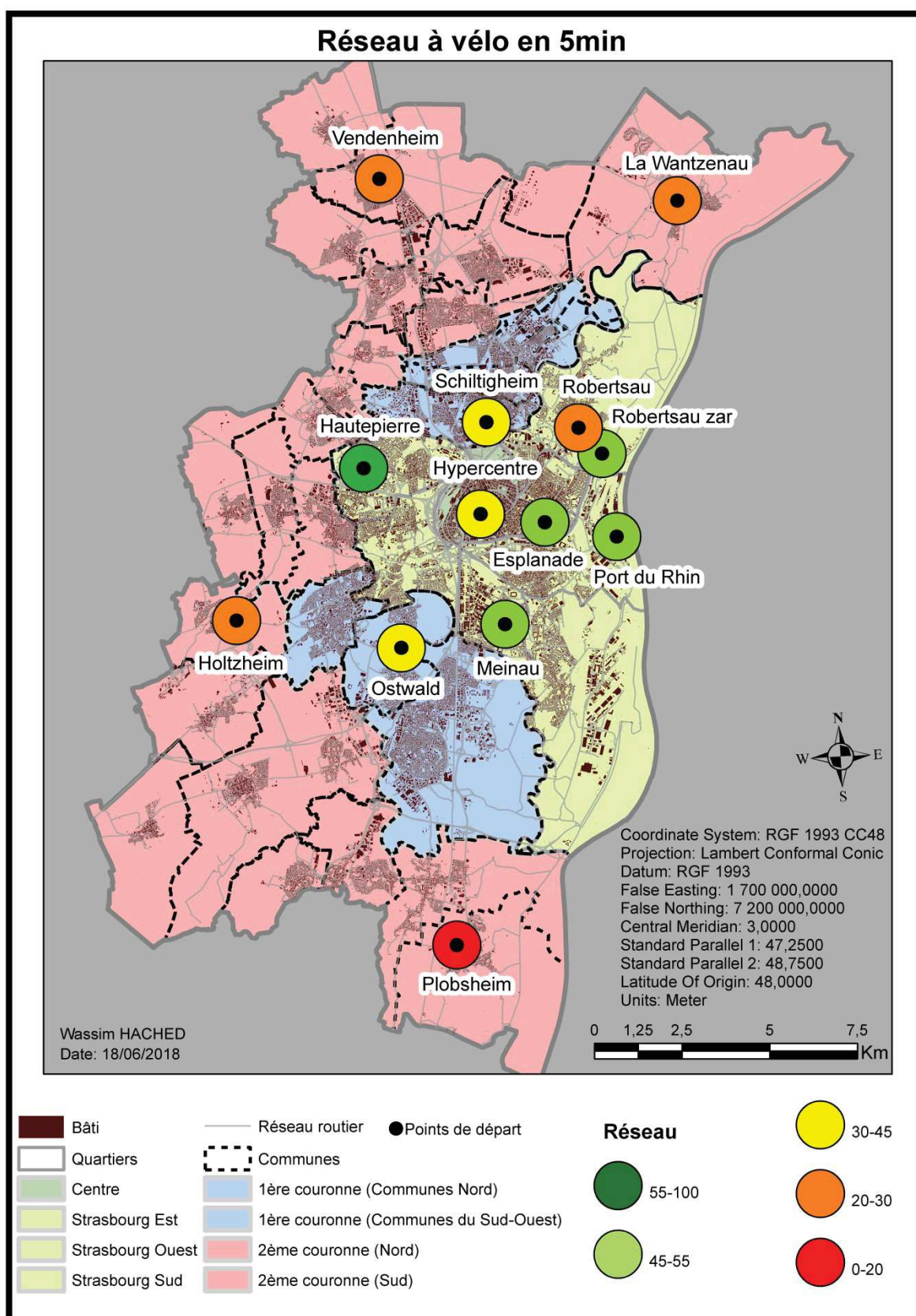


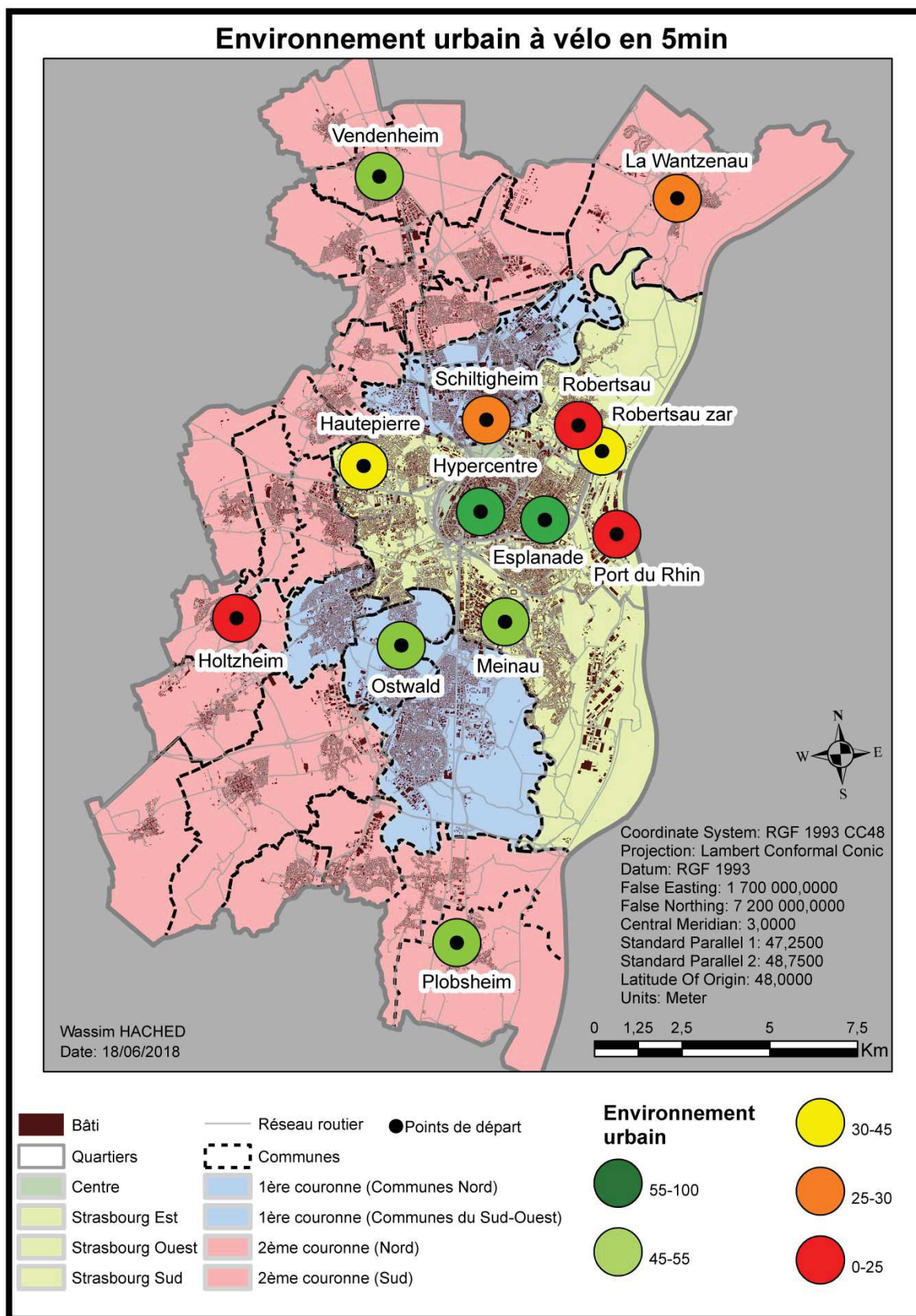


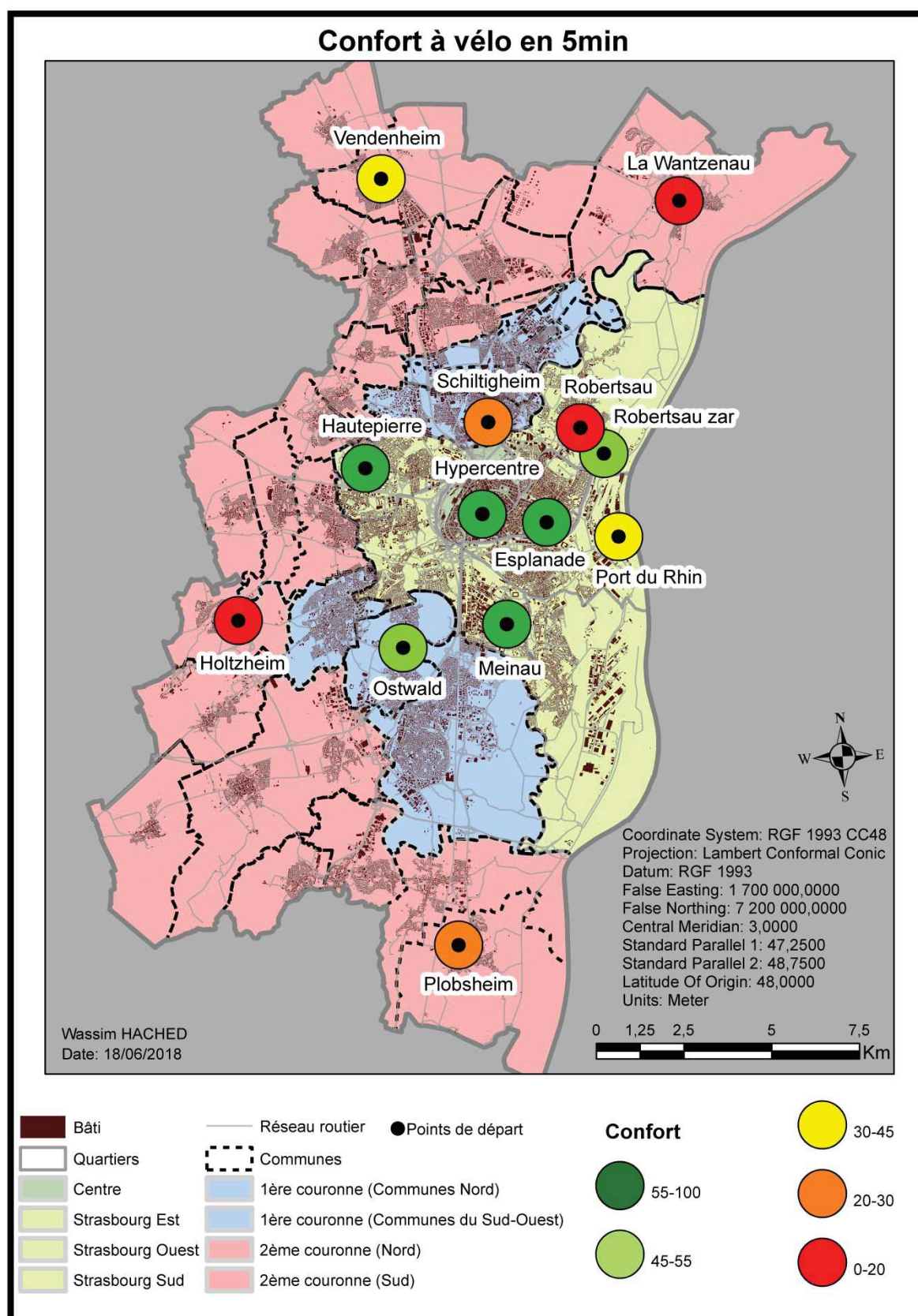


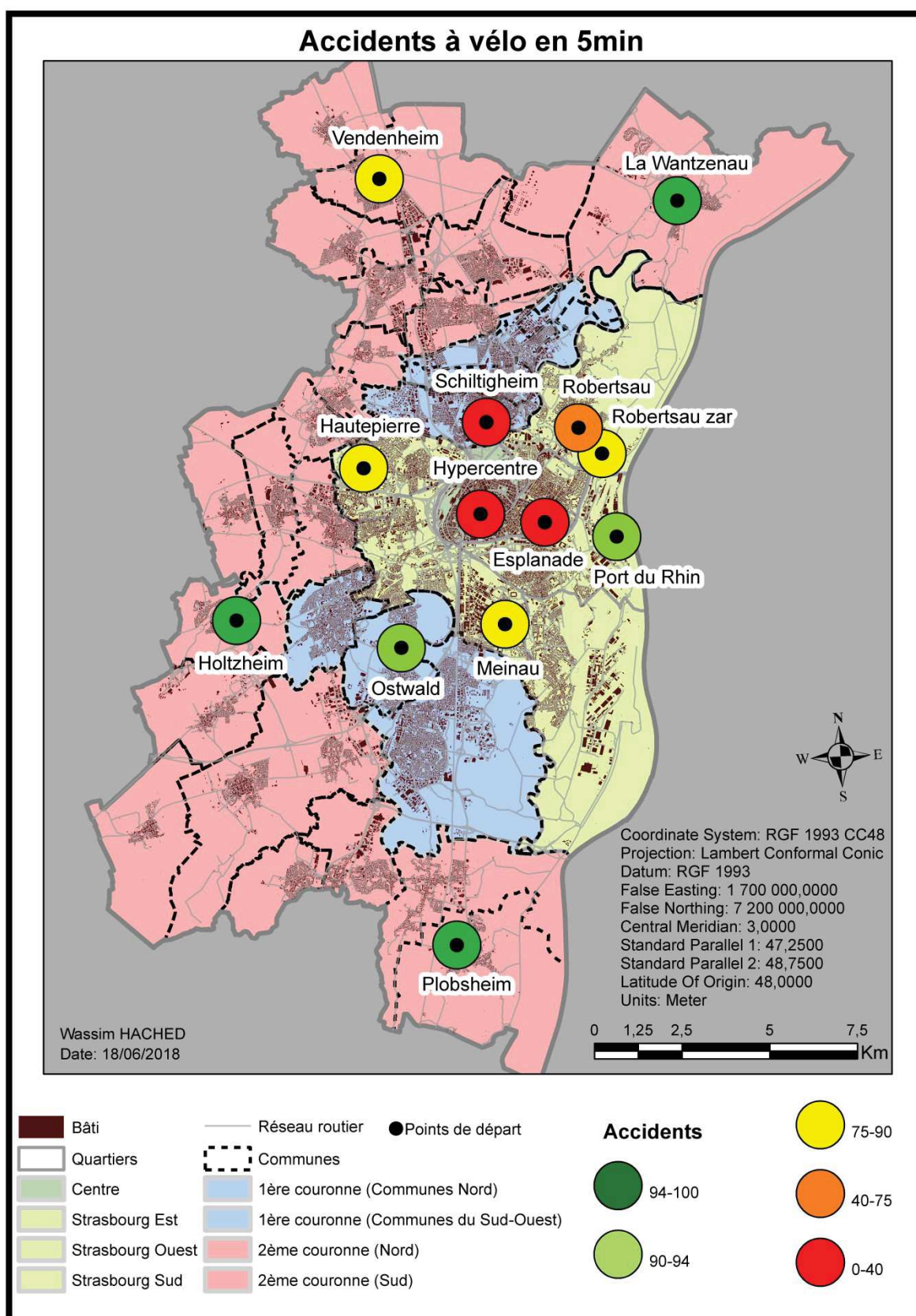


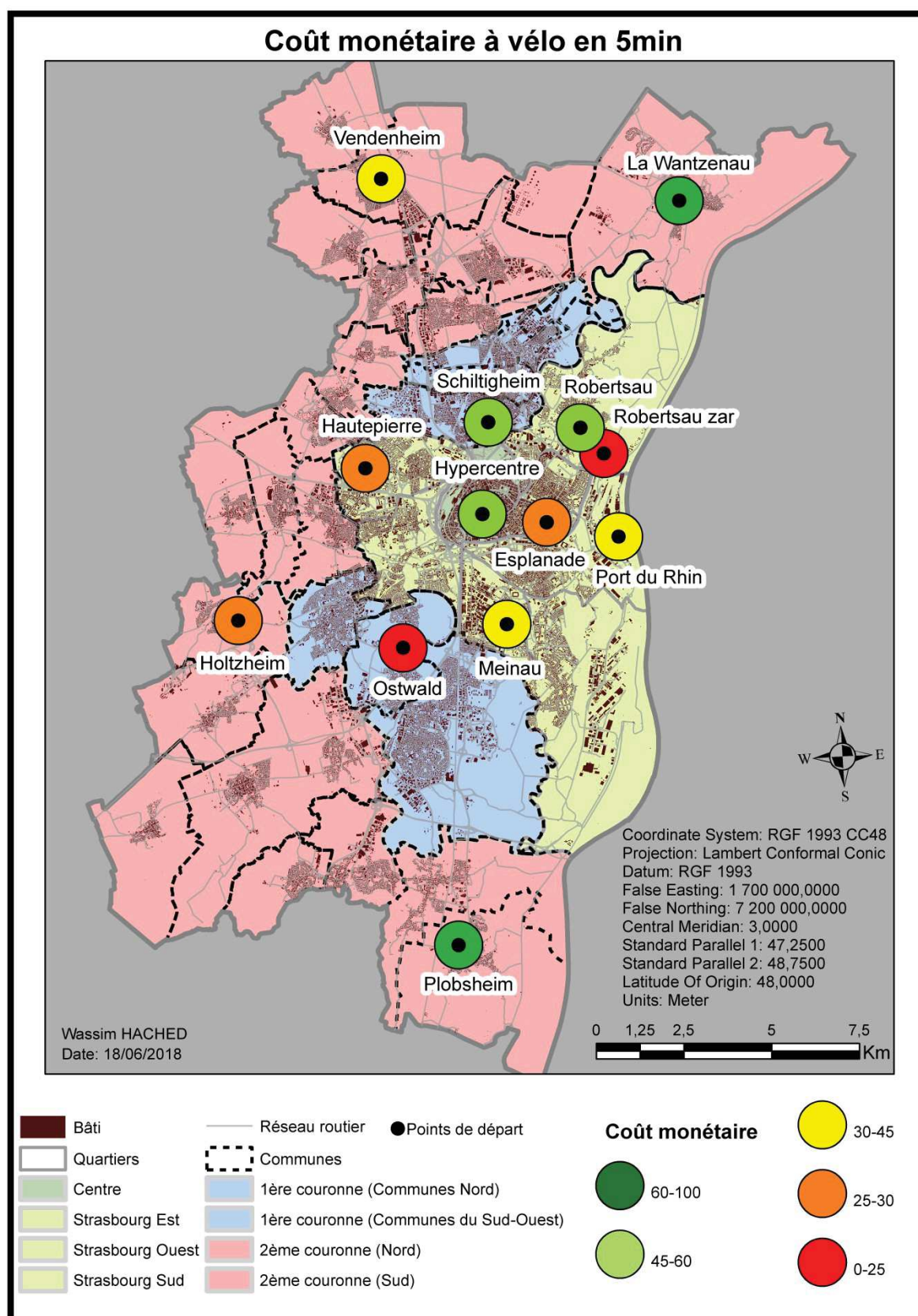




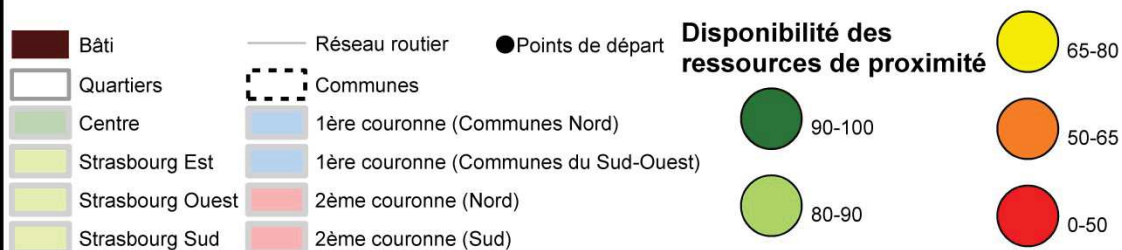
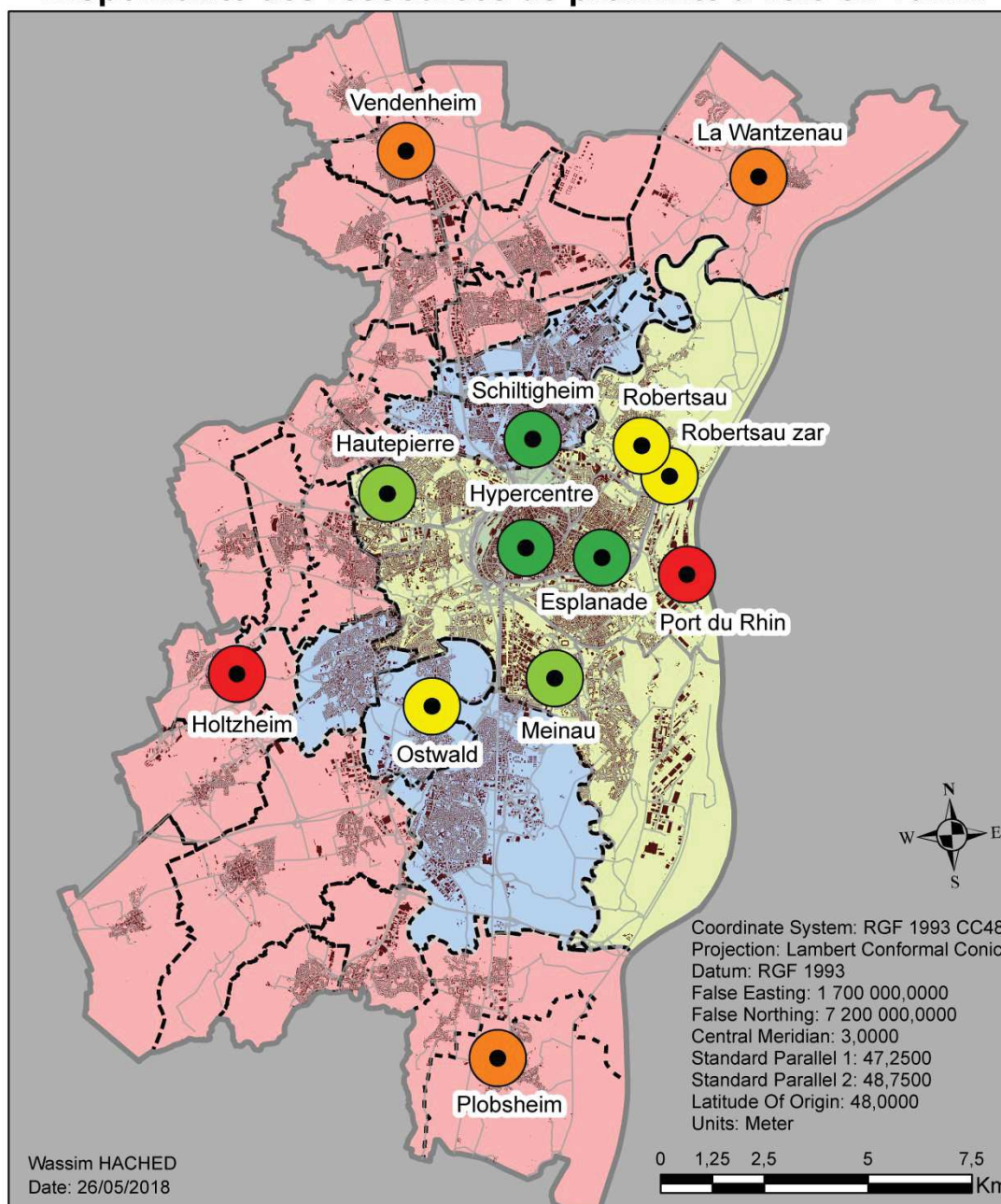


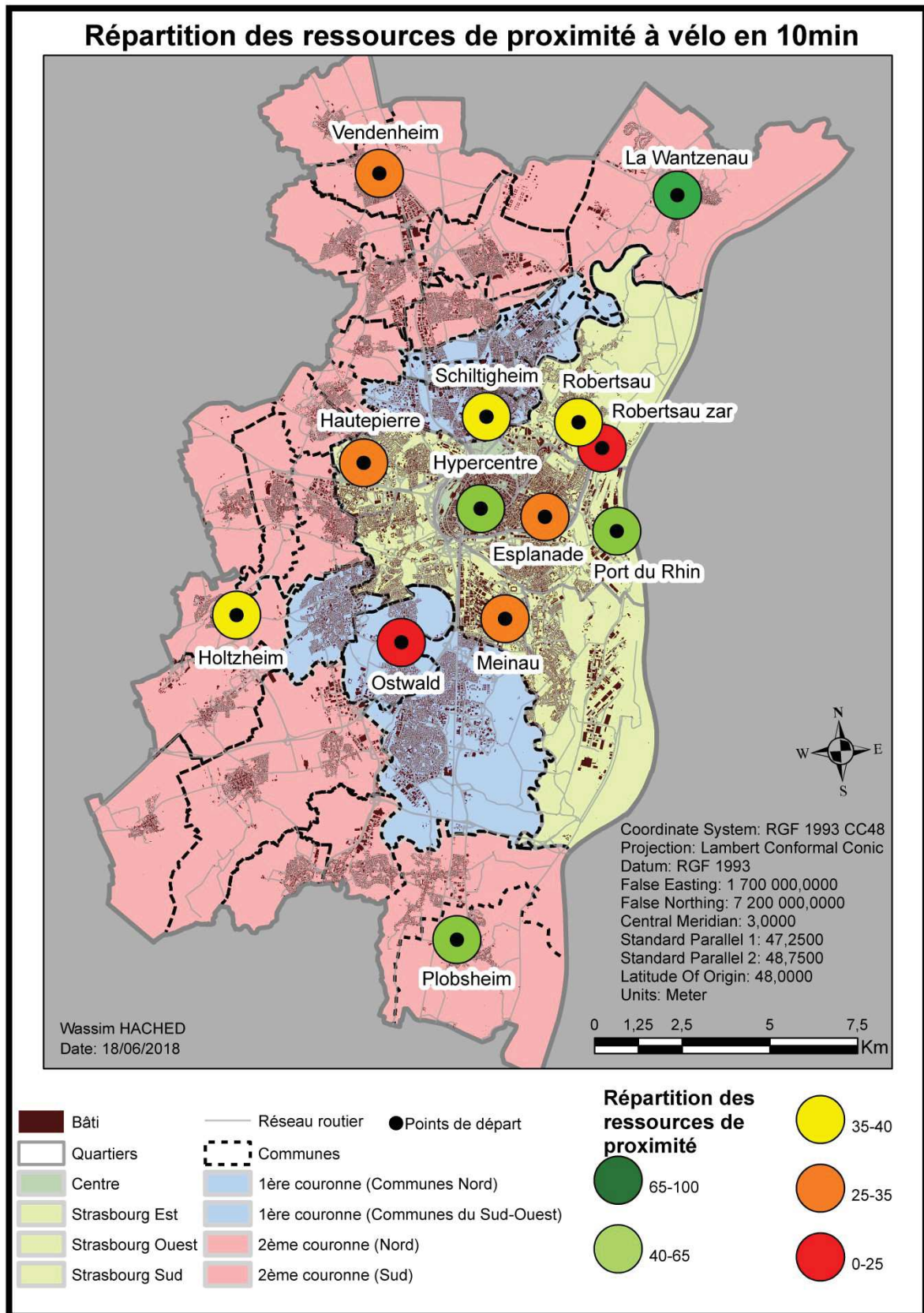




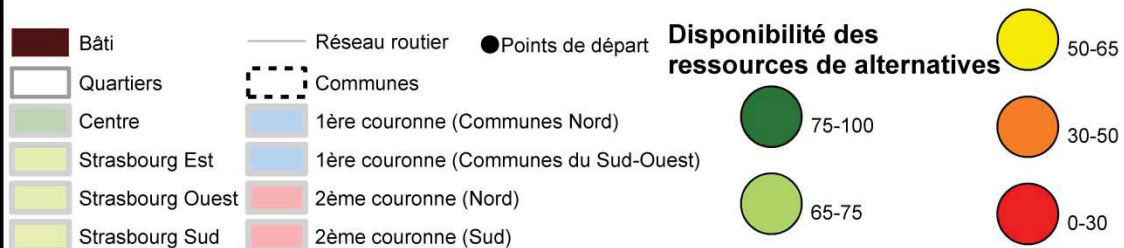
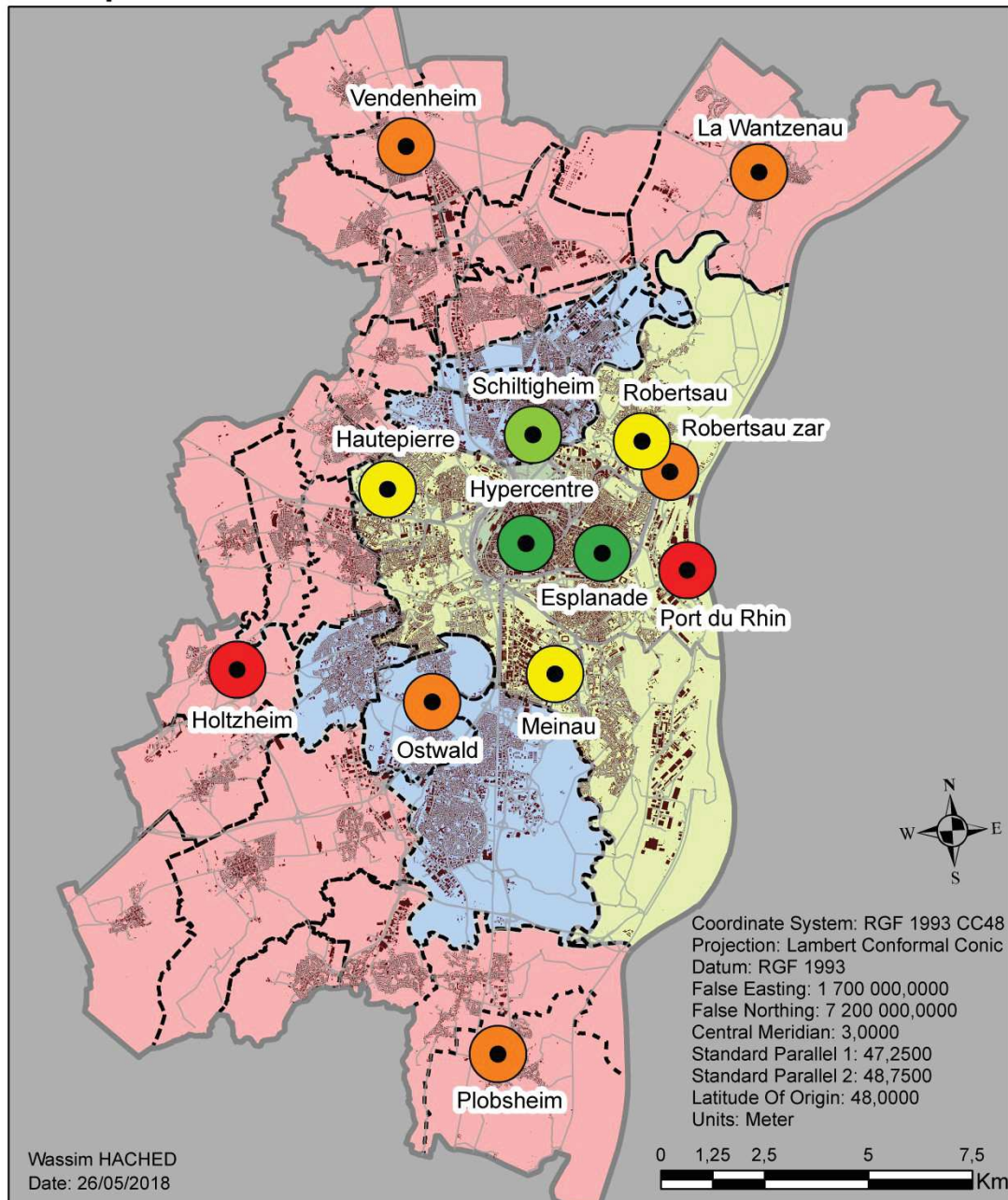


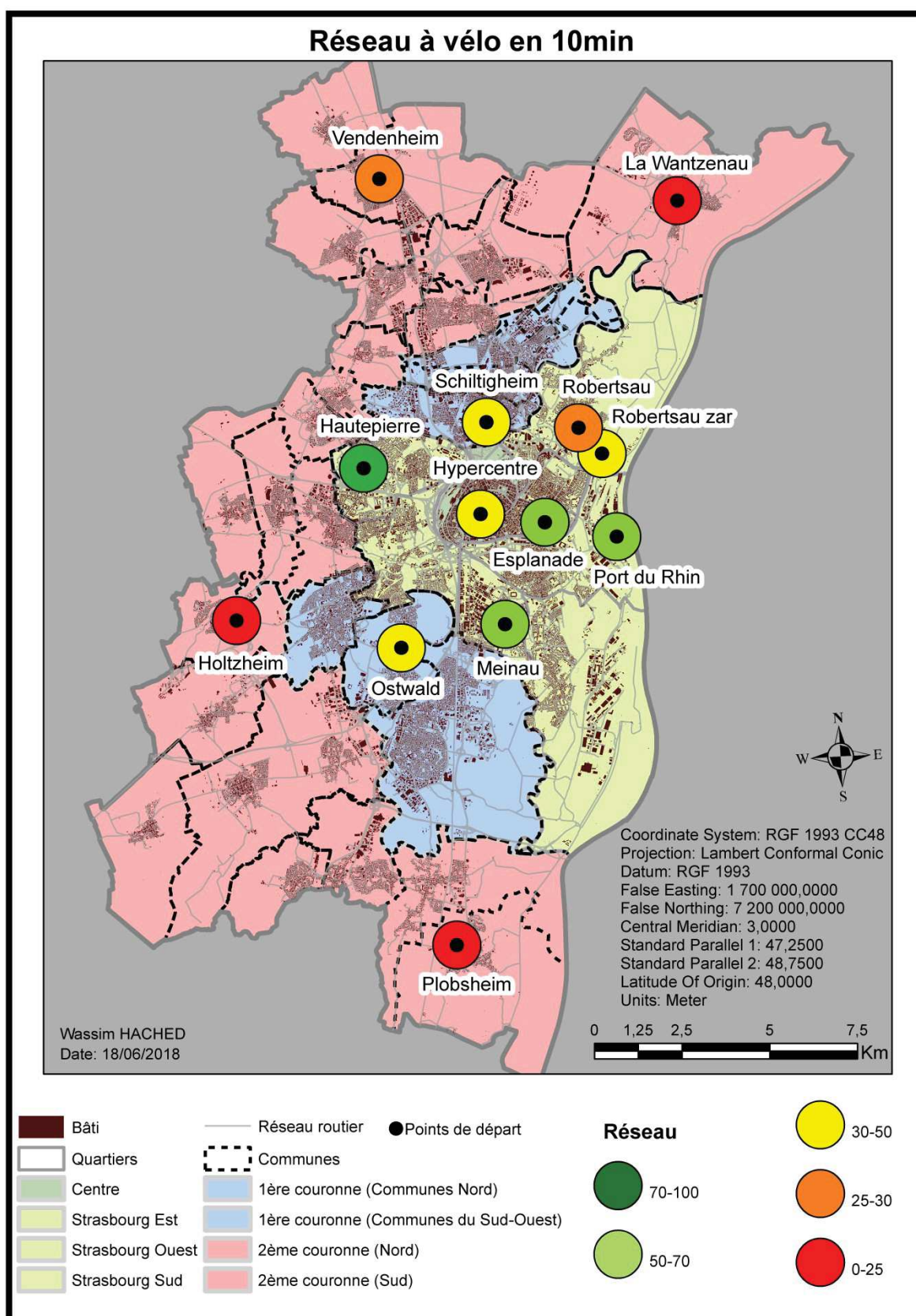
Disponibilité des ressources de proximité à vélo en 10min

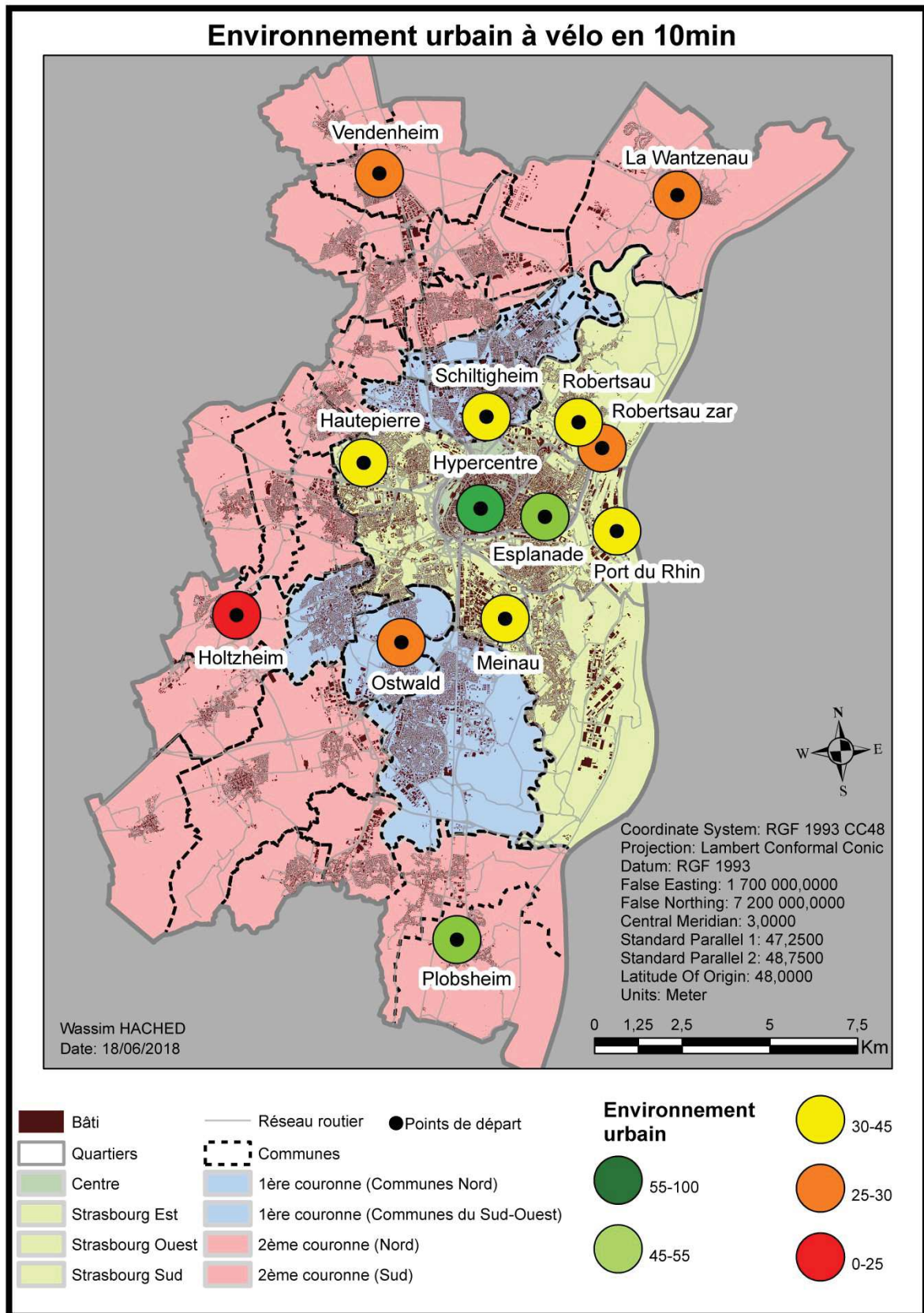


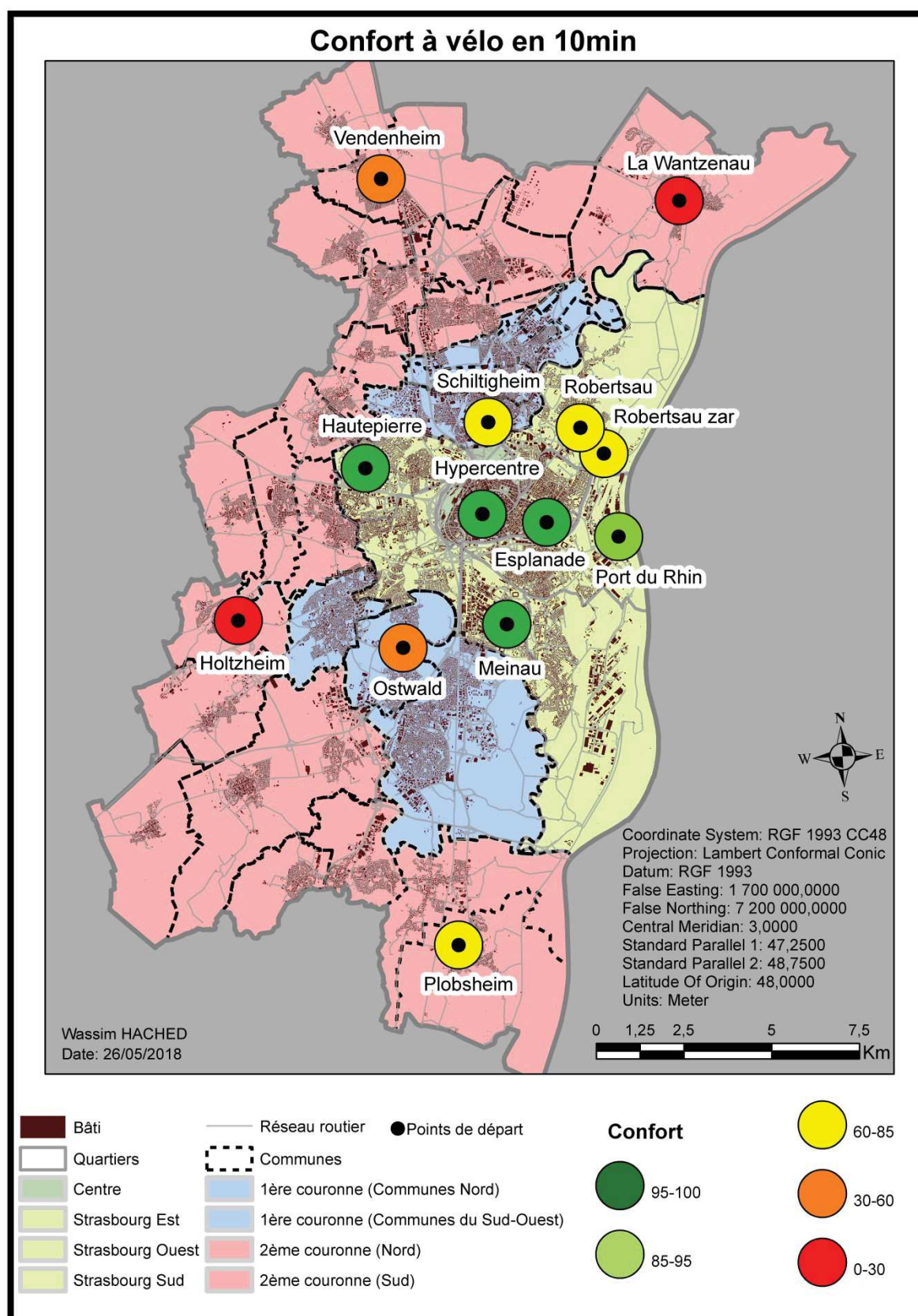


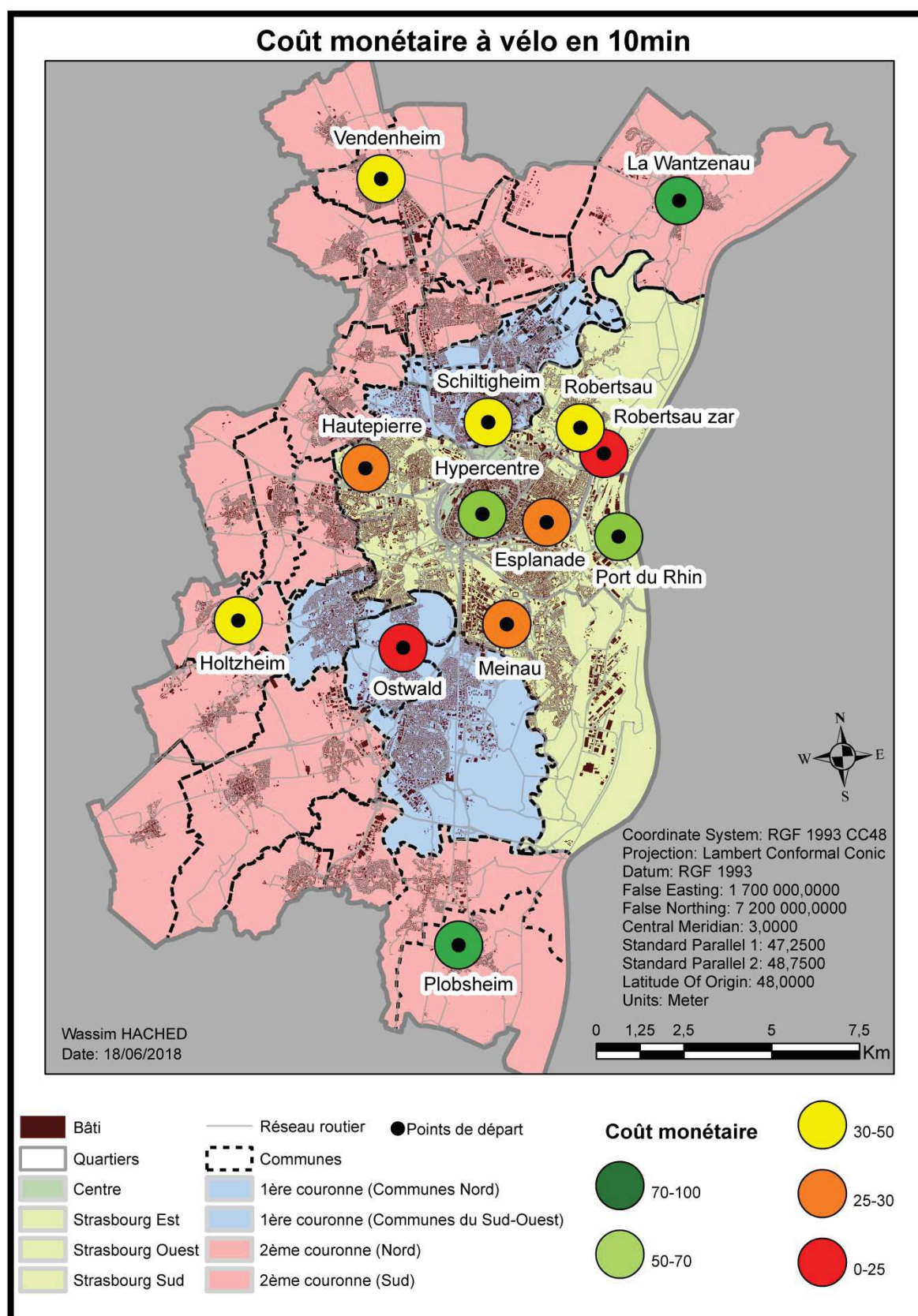
Disponibilité des ressources alternatives à vélo en 10min

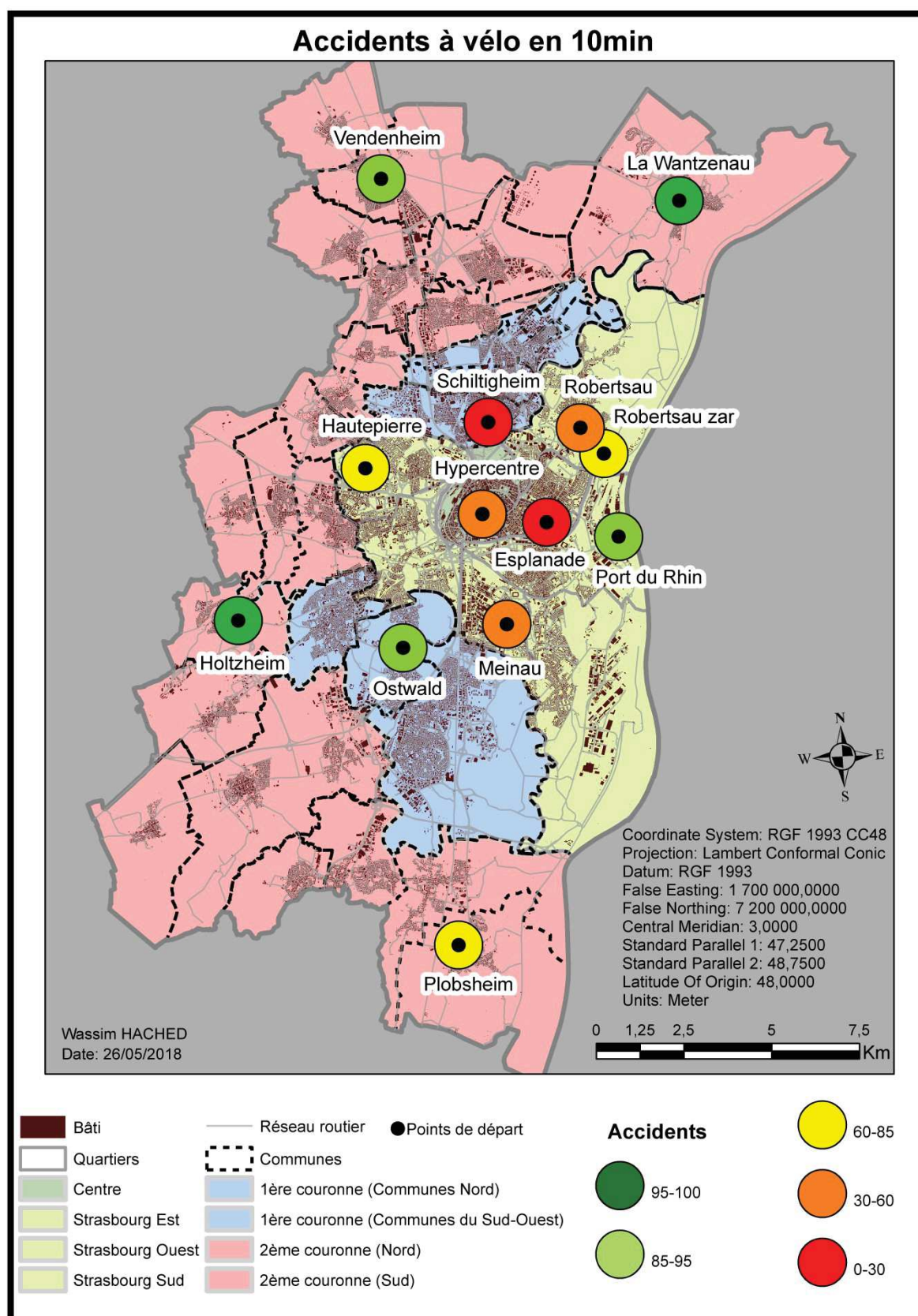




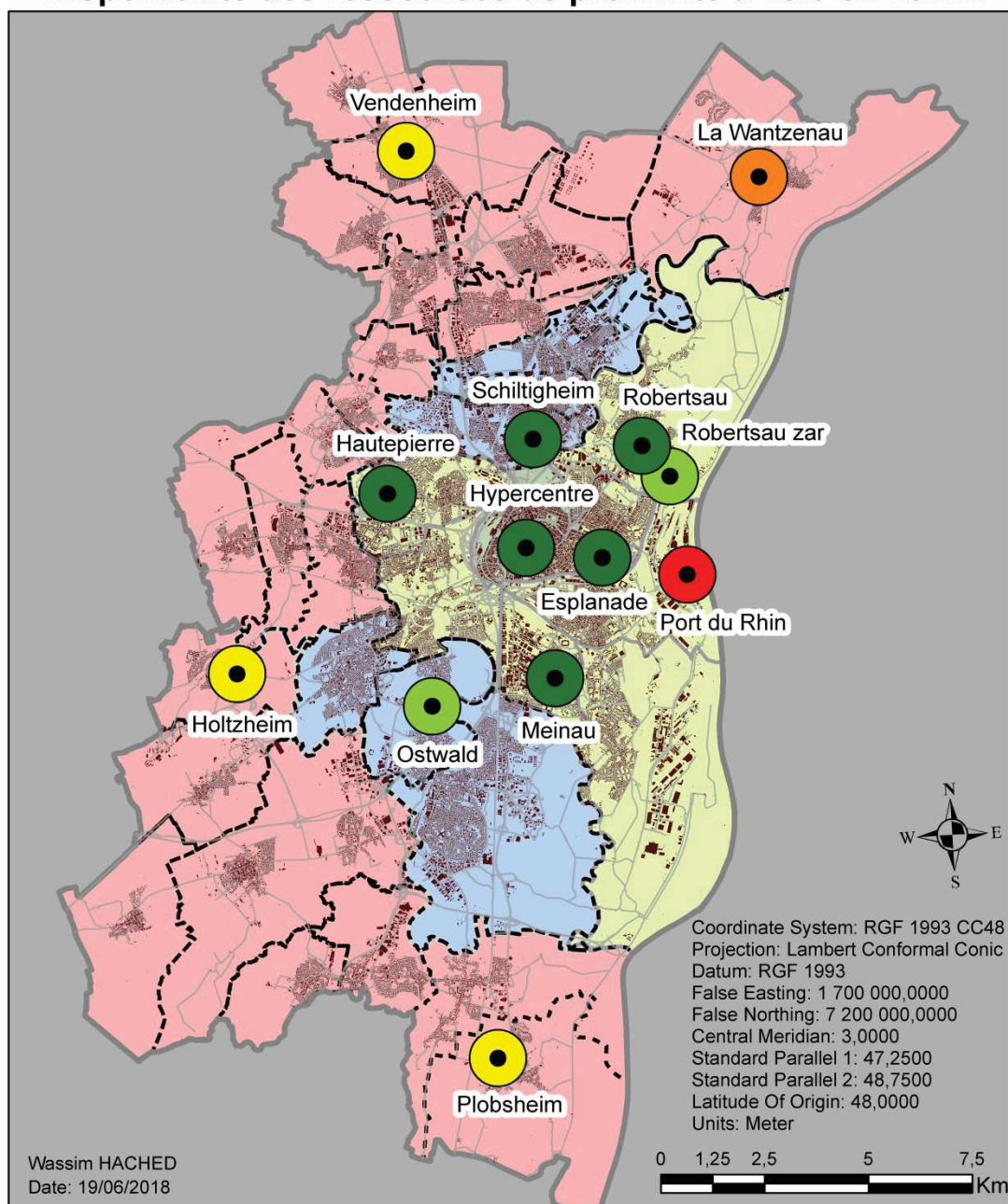






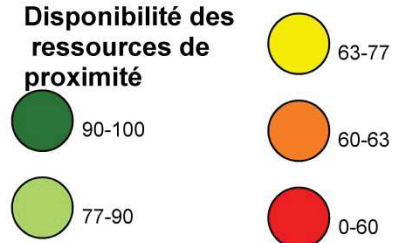


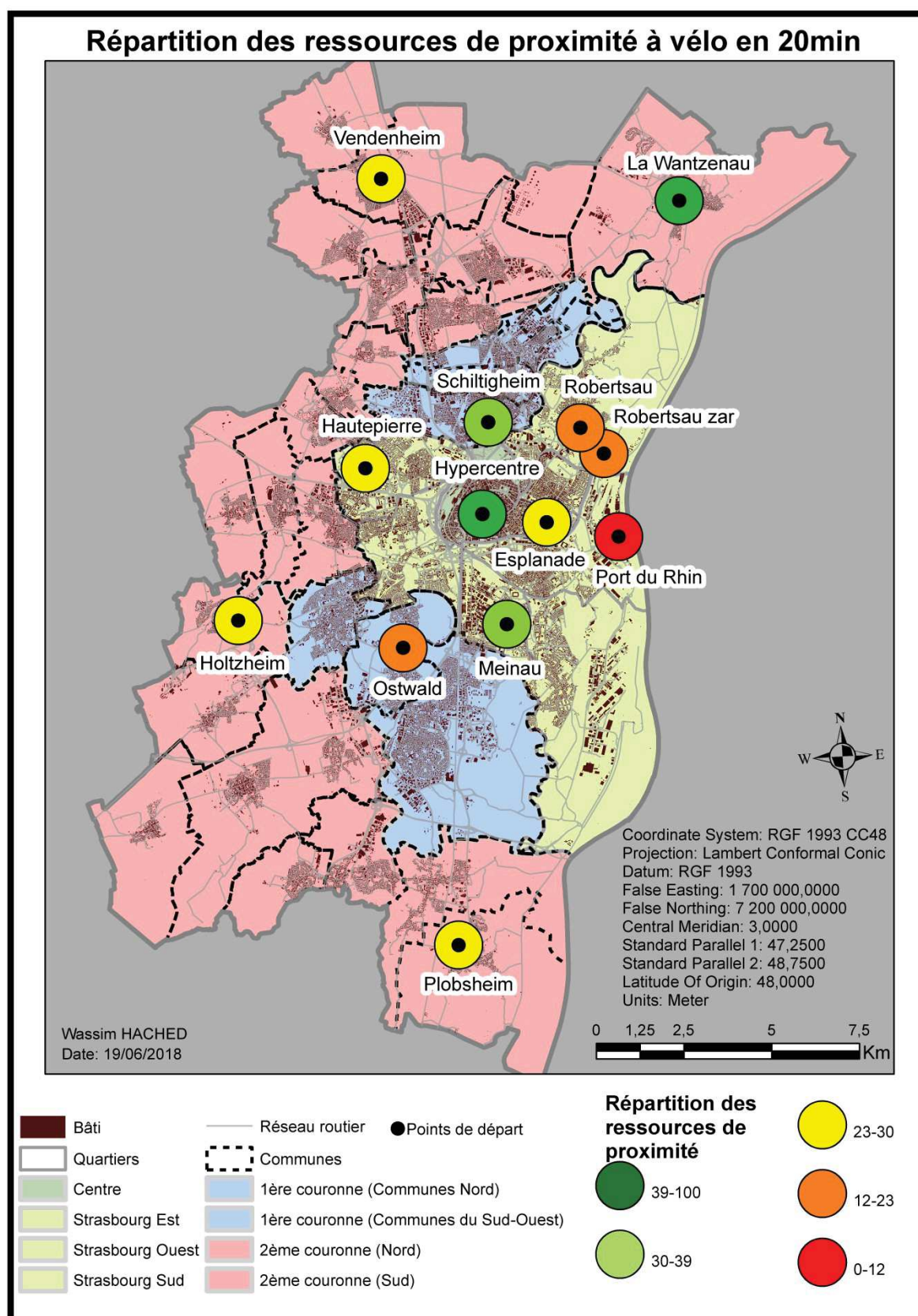
Disponibilité des ressources de proximité à vélo en 20min

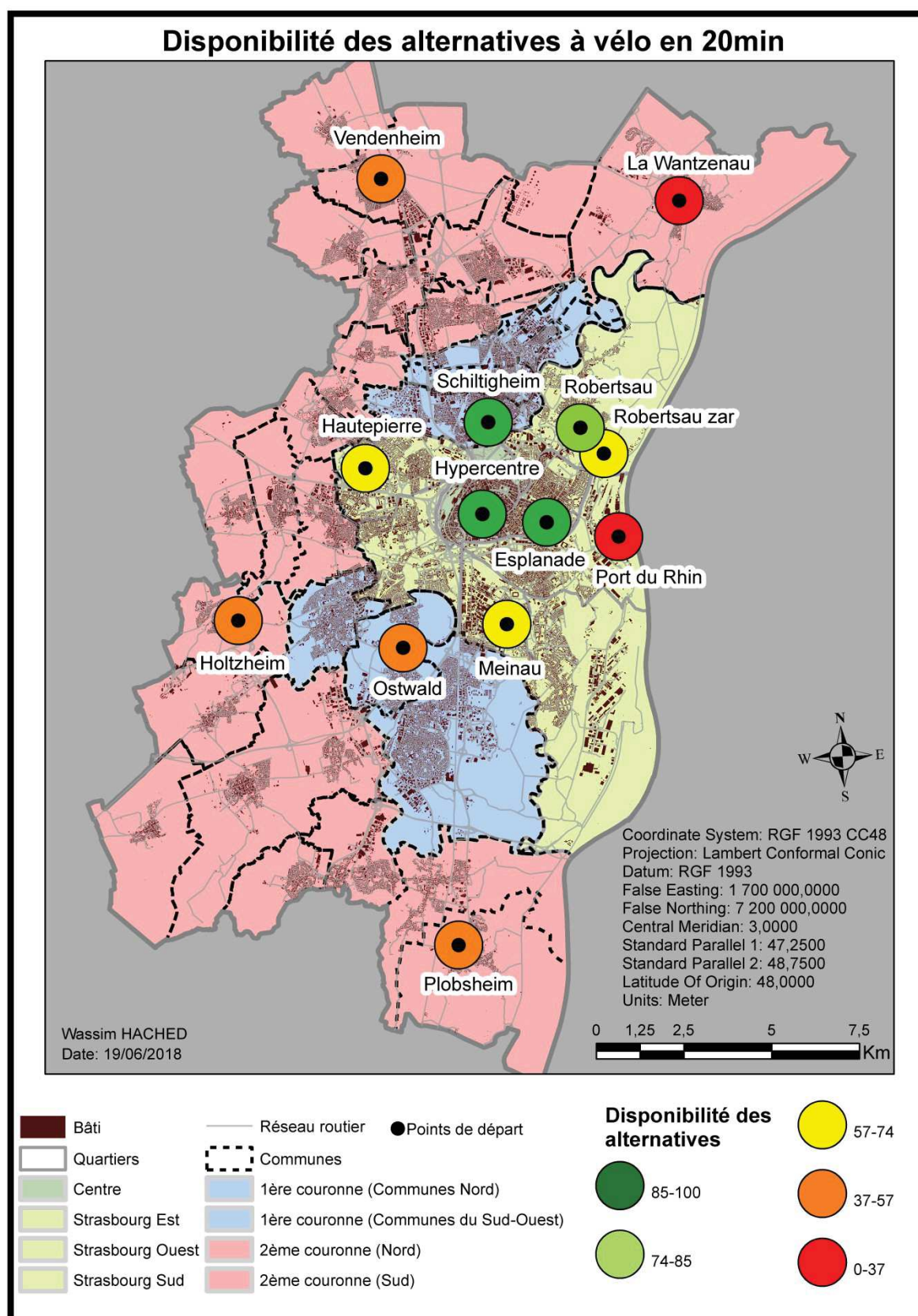


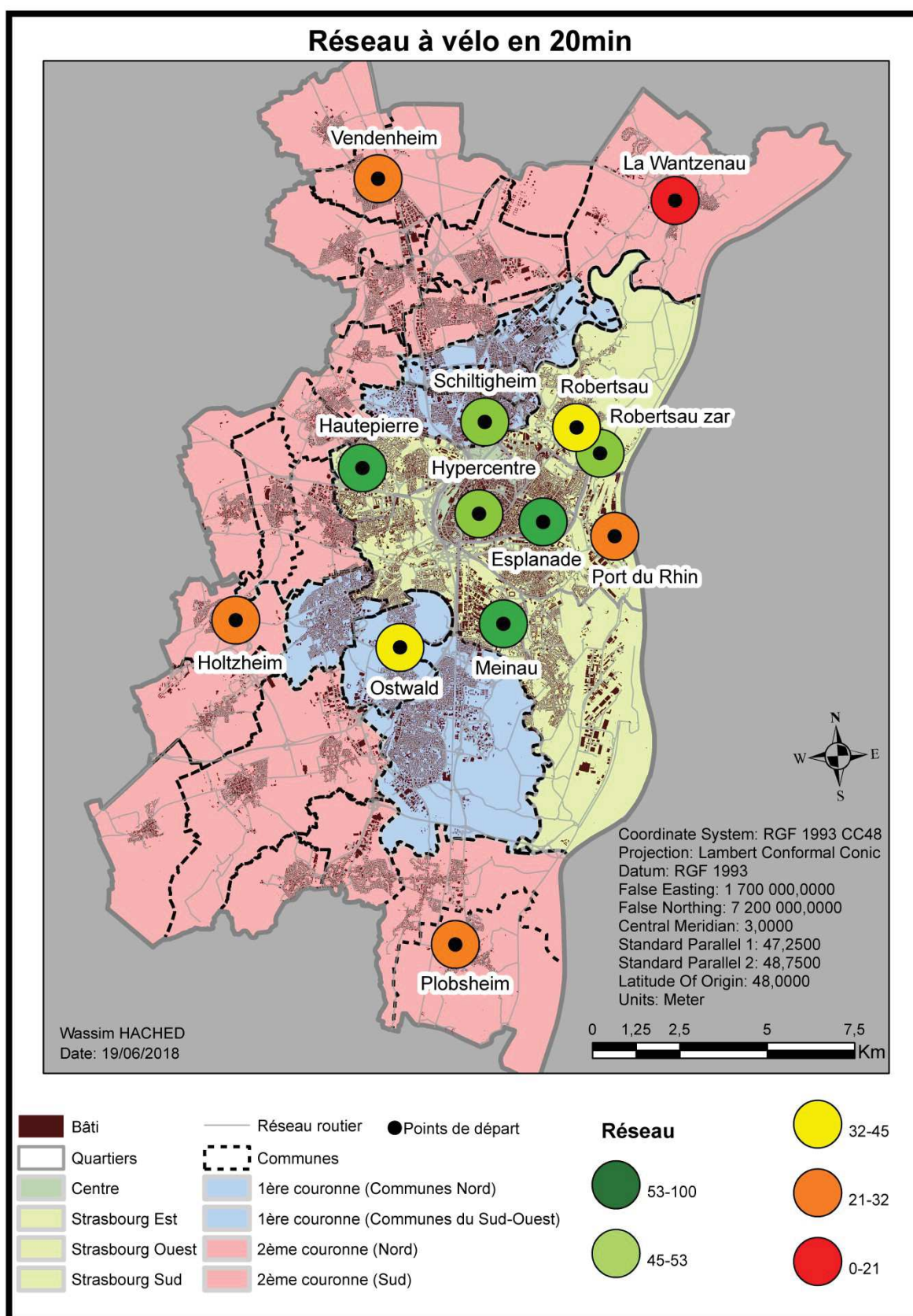
- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

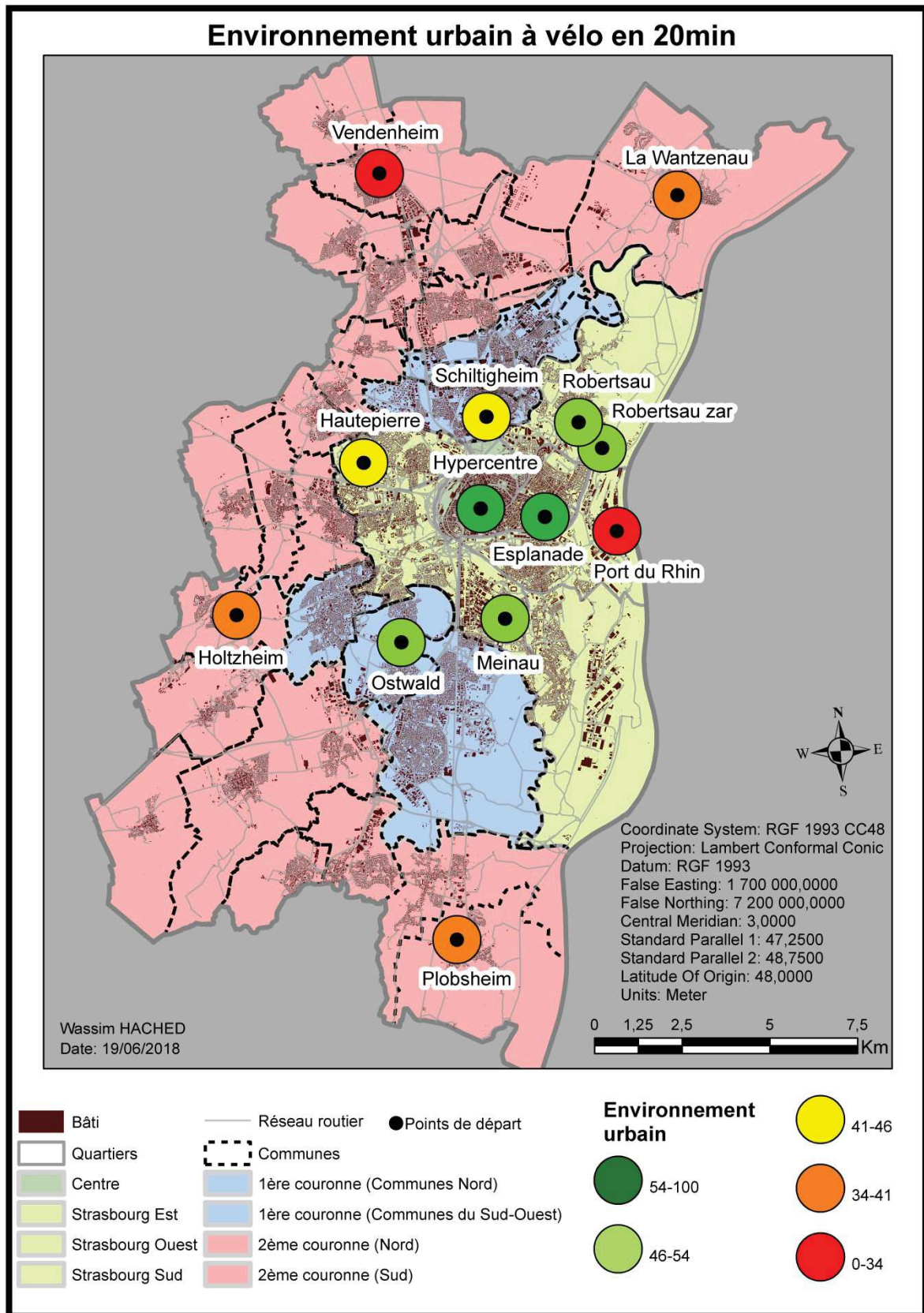
Disponibilité des ressources de proximité

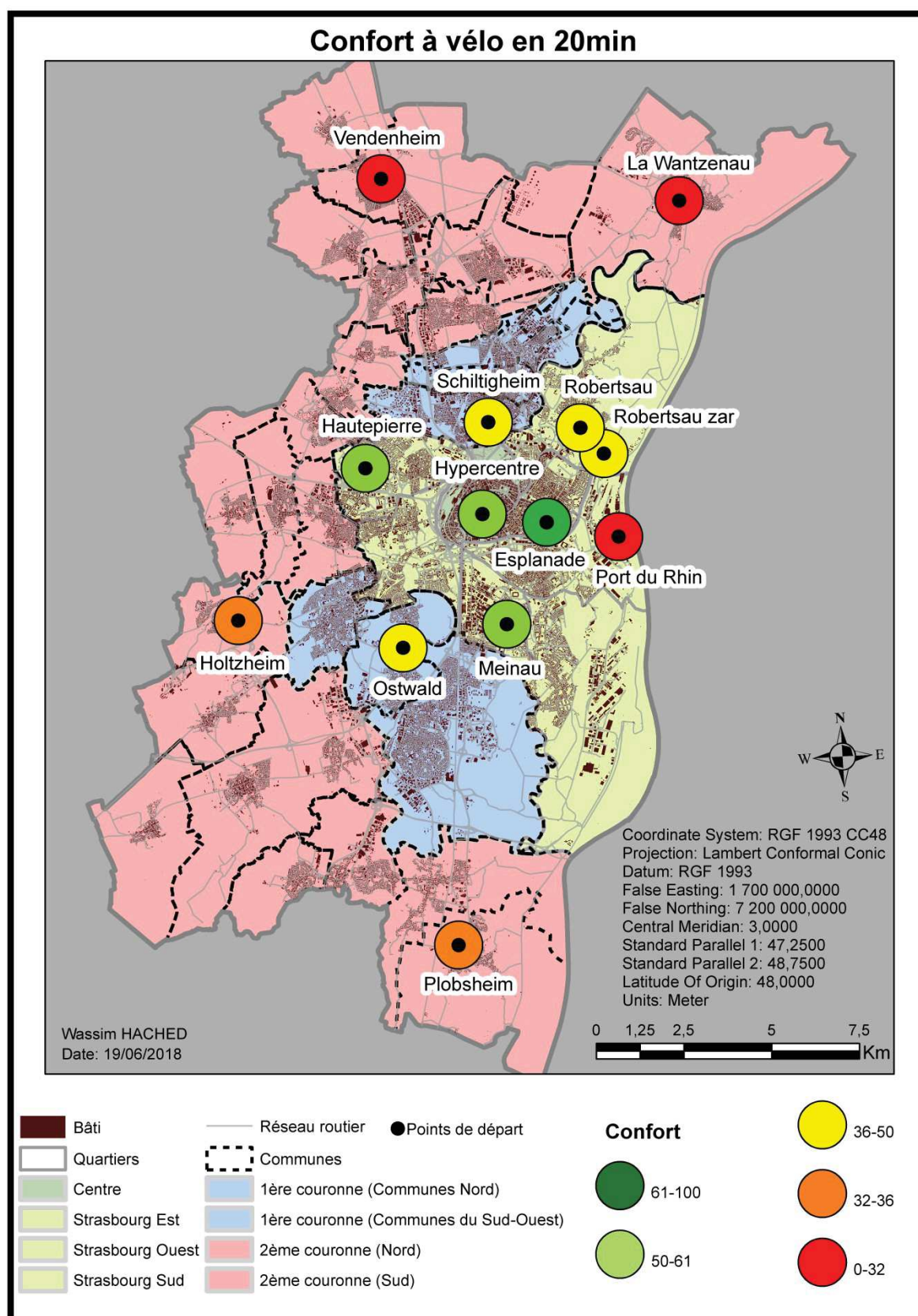


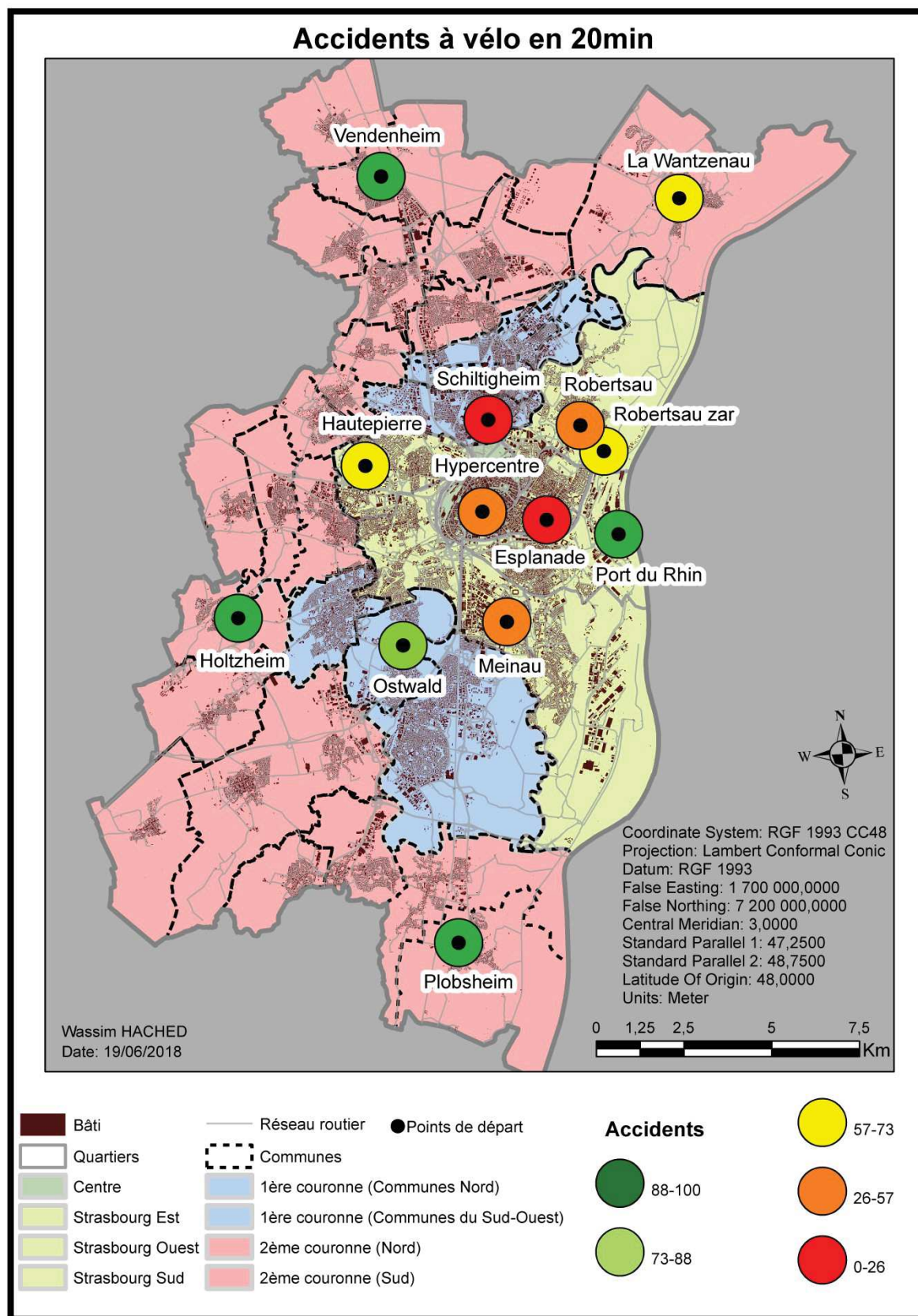


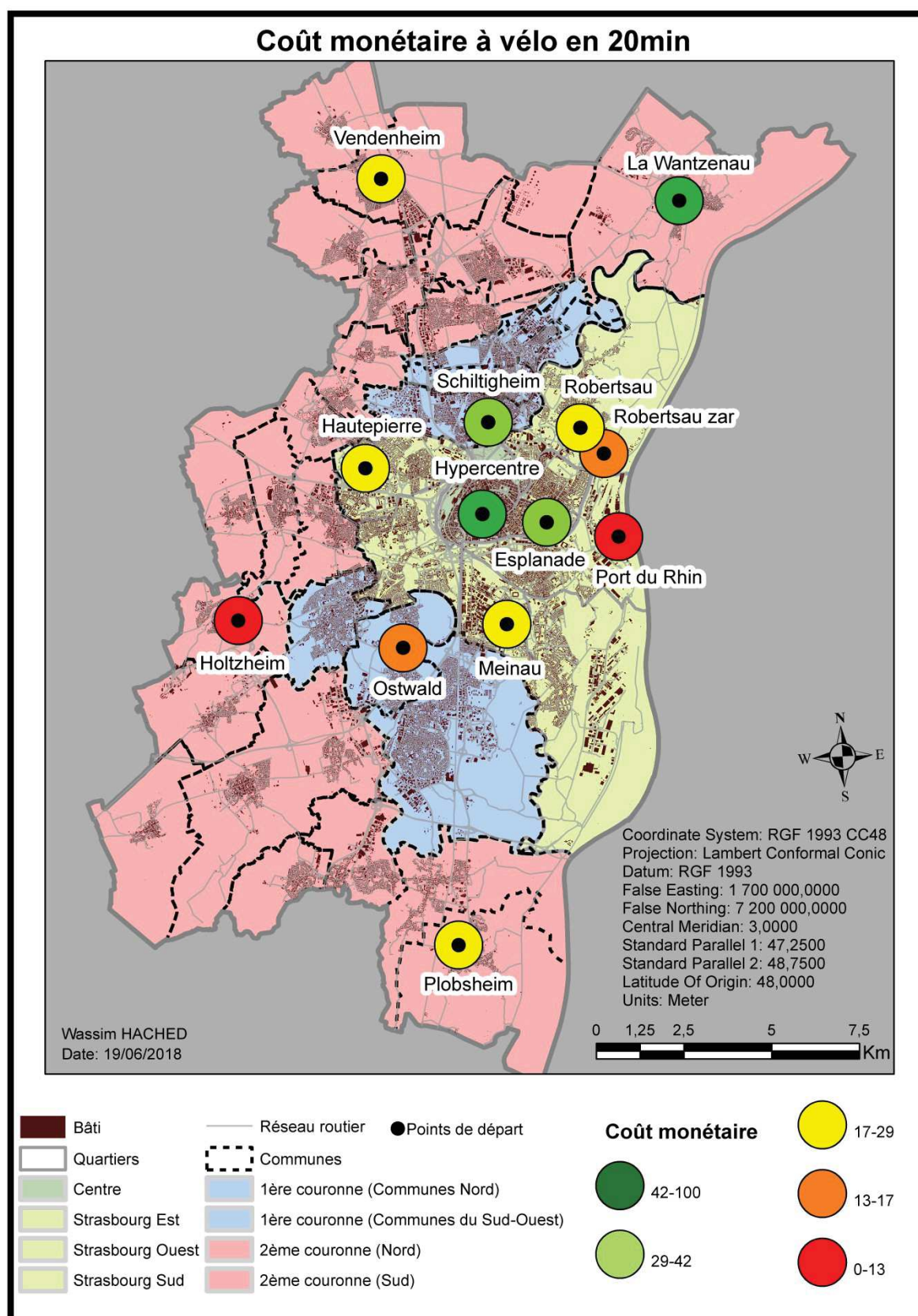




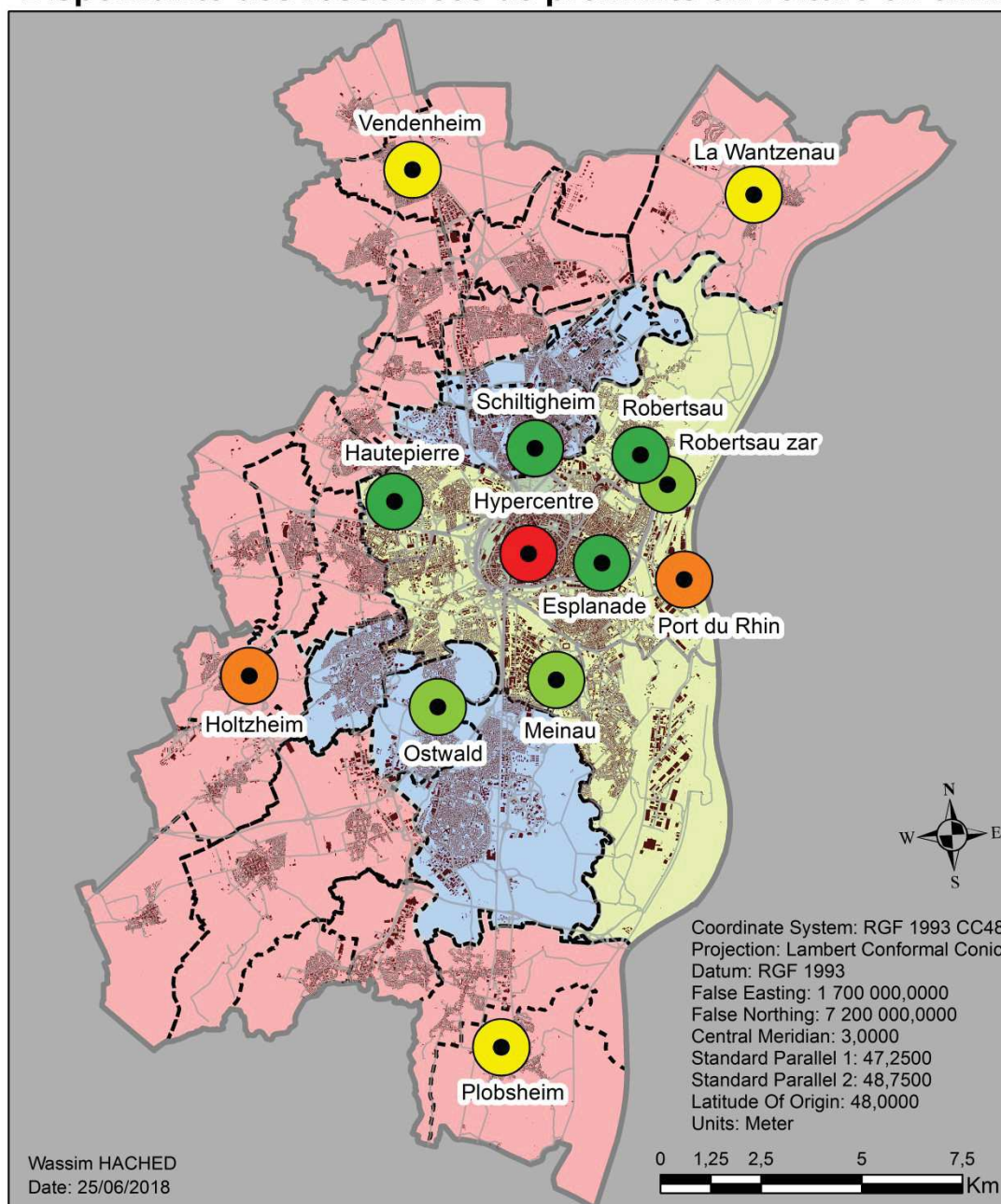








Disponibilité des ressources de proximité en voiture en 5min

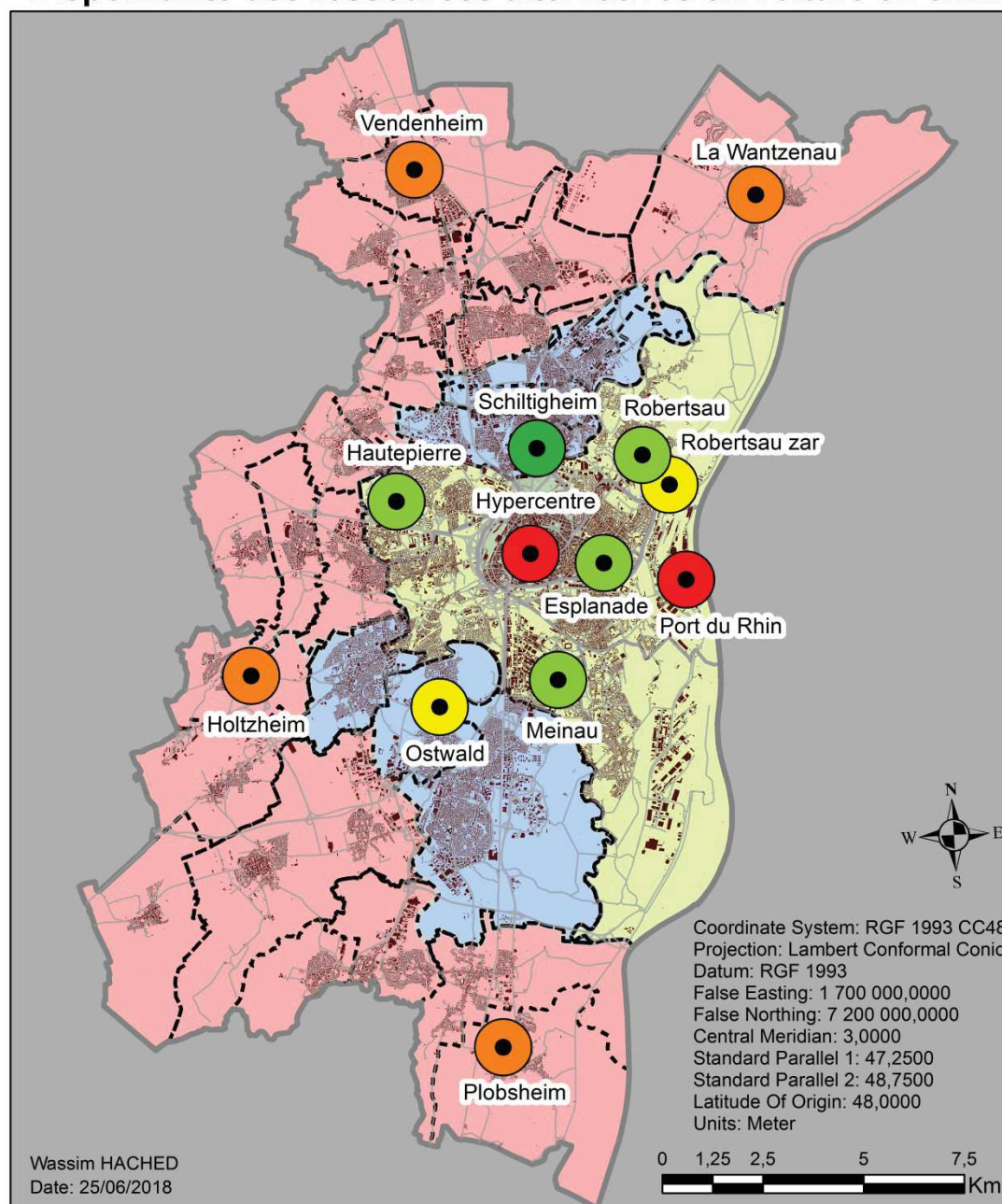


- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

Disponibilité des ressources de proximité

- | | |
|--------|-------|
| 85-100 | 51-69 |
| 69-85 | 23-51 |
| | 0-23 |

Disponibilité des ressources alternatives en voiture en 5min

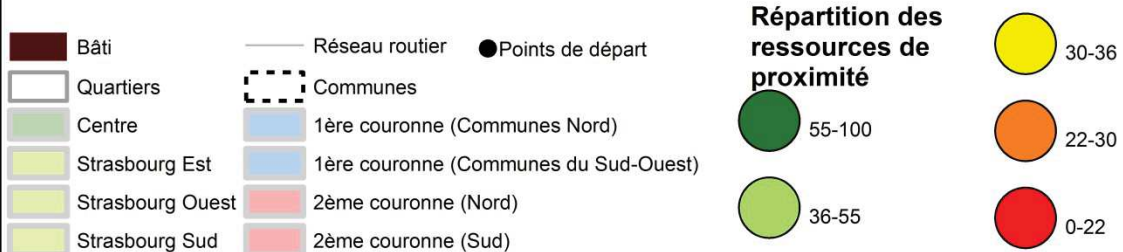
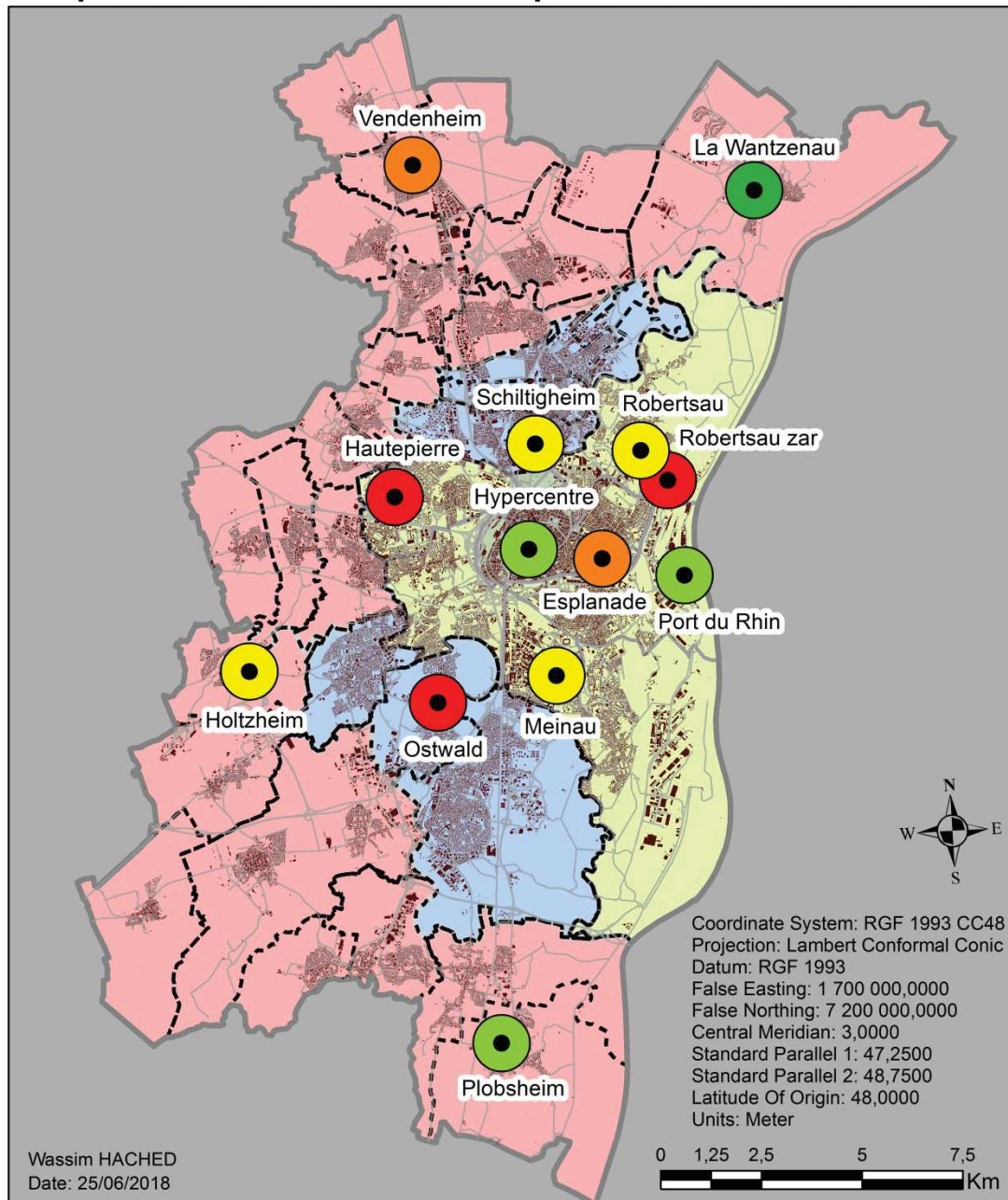


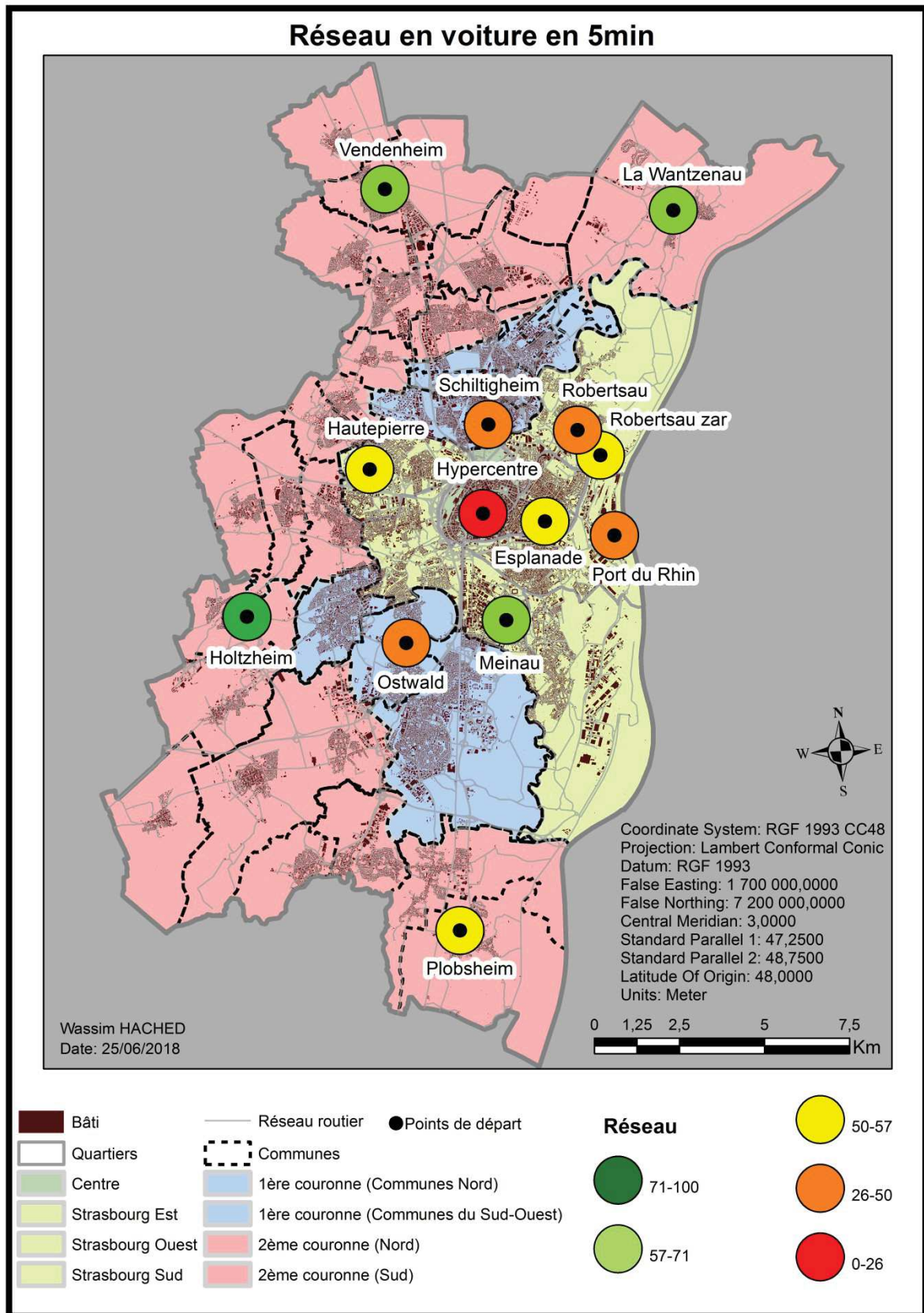
- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

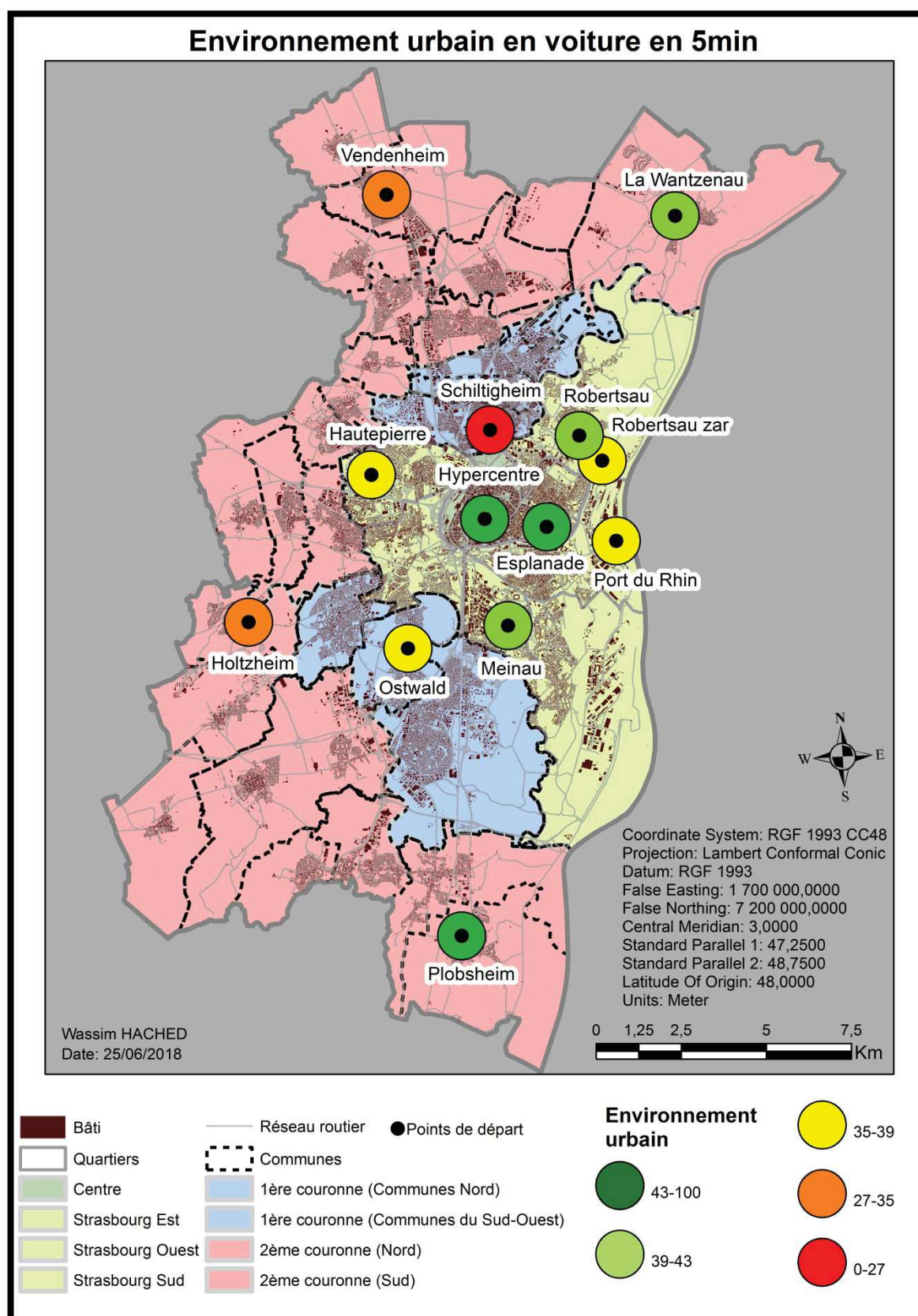
Disponibilité des ressources alternatives

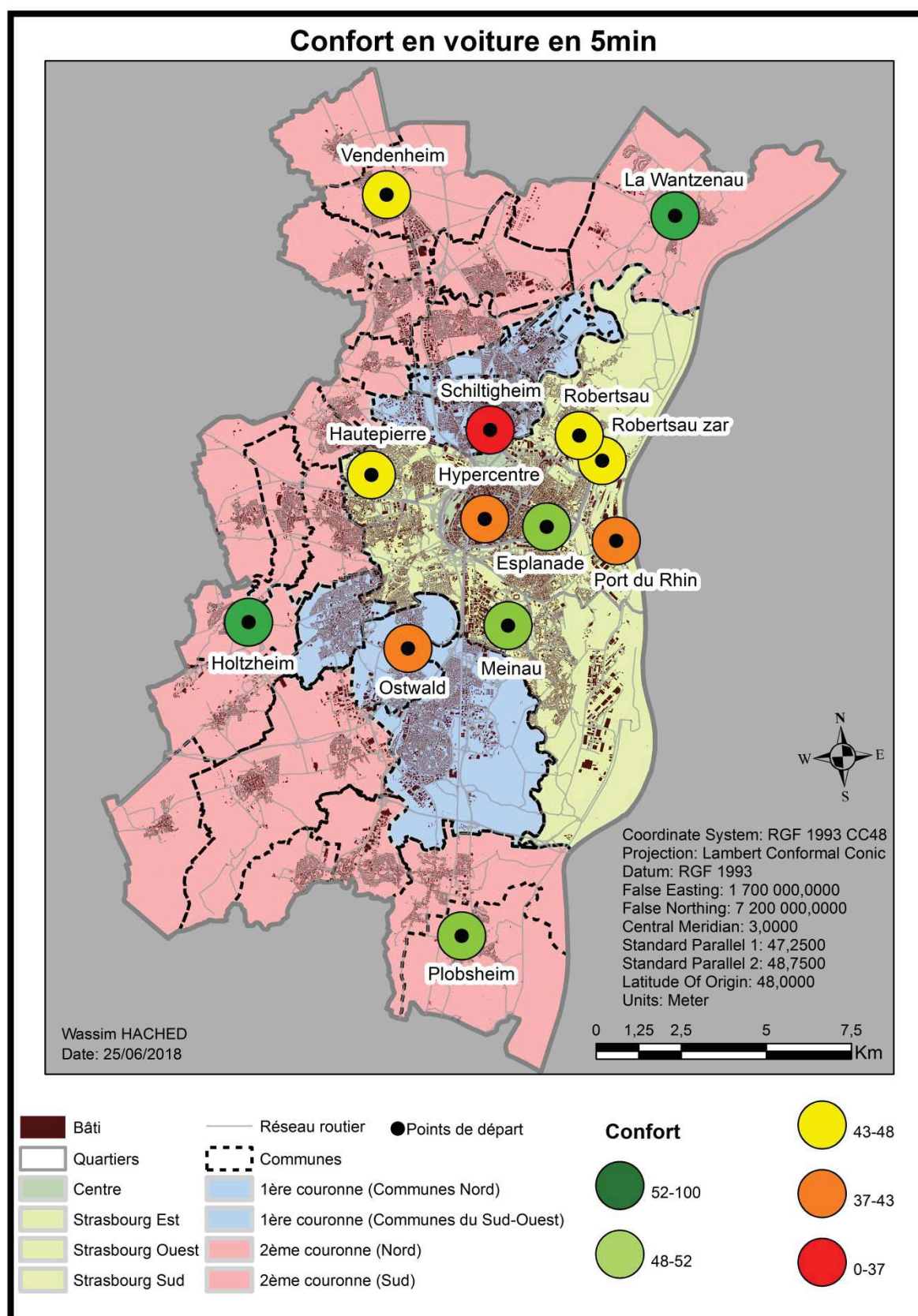
- | | |
|--------|-------|
| 49-60 | 27-49 |
| 77-100 | 0-27 |
| 60-77 | |

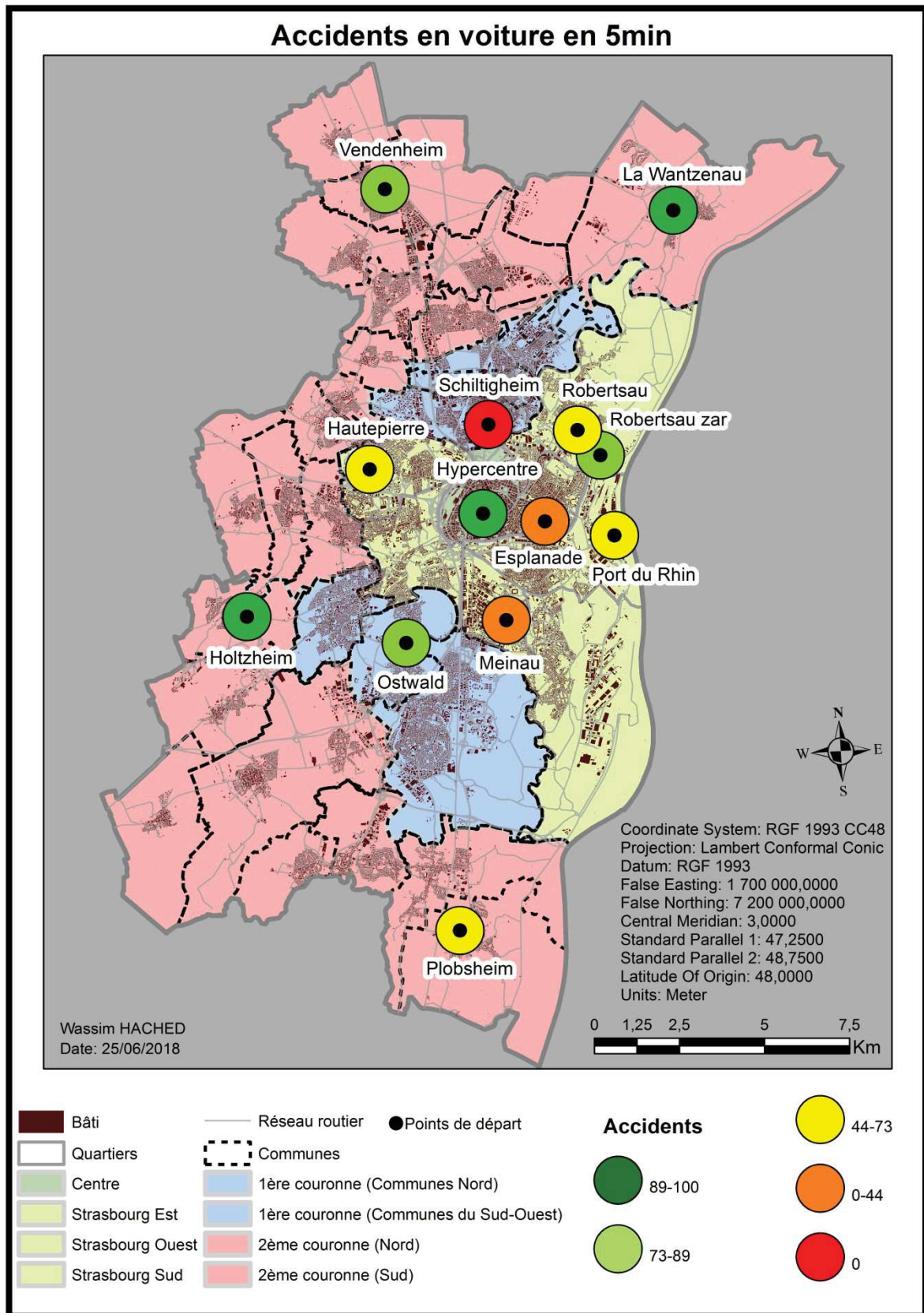
Répartition des ressources de proximité en voiture en 5min



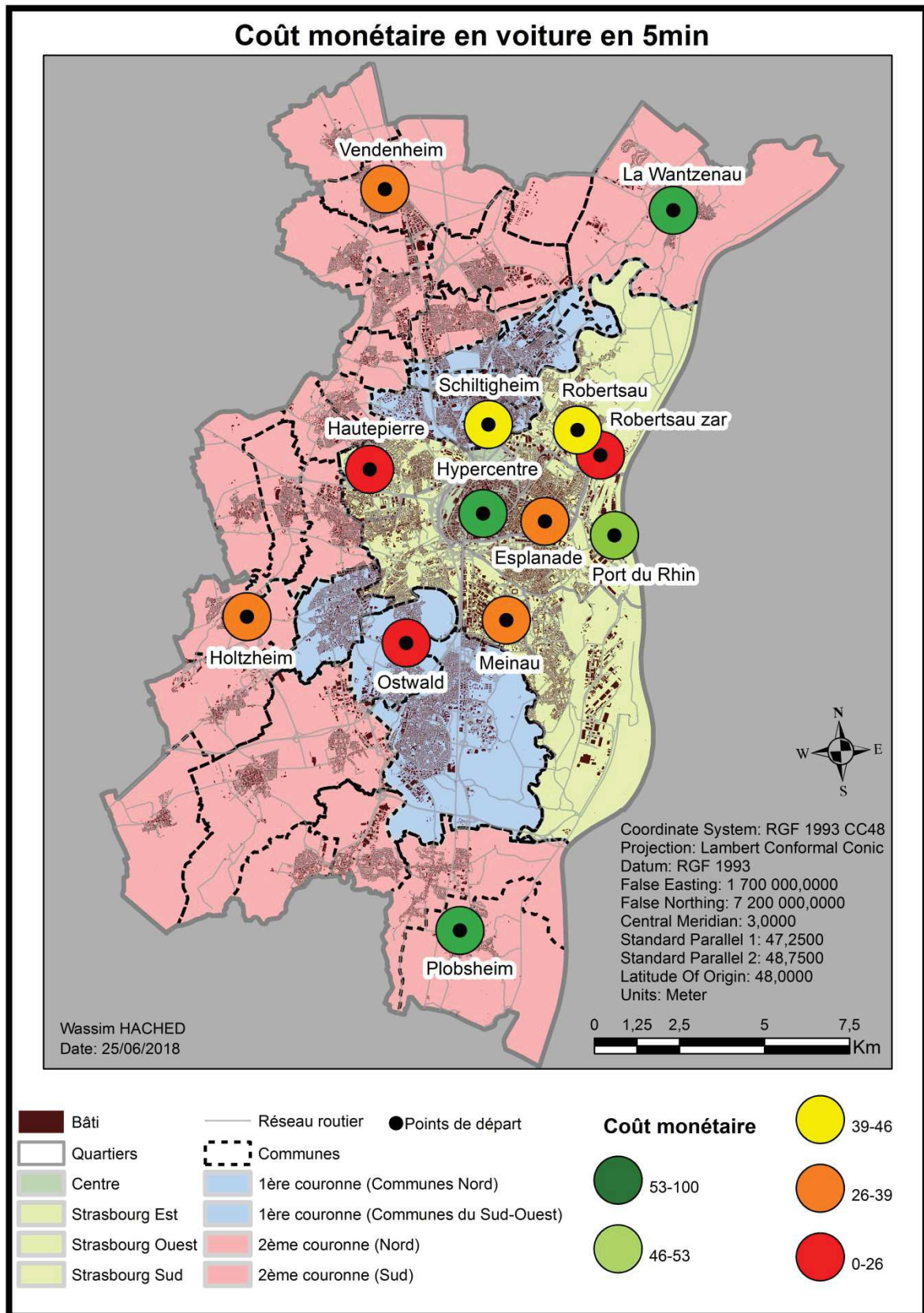


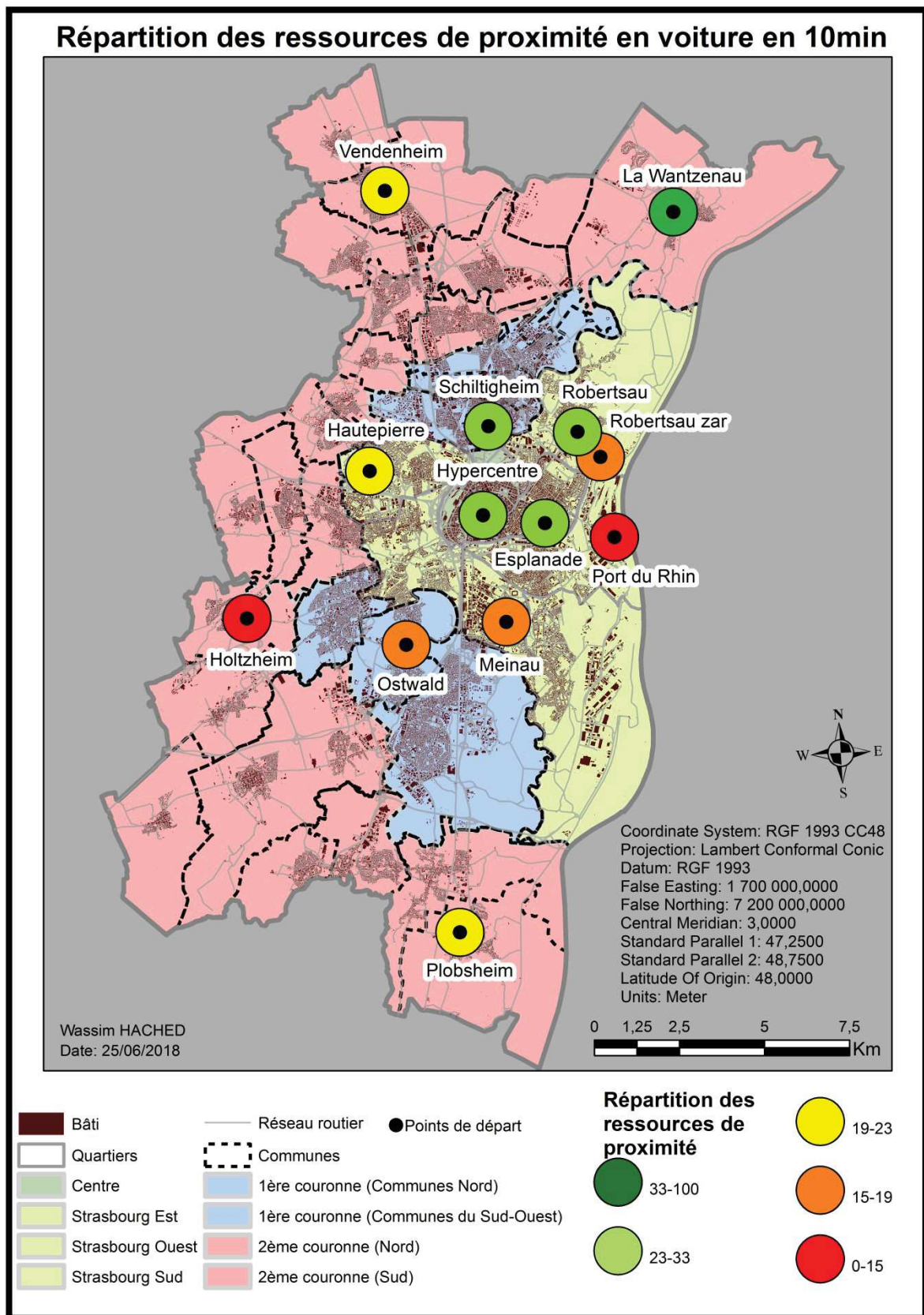




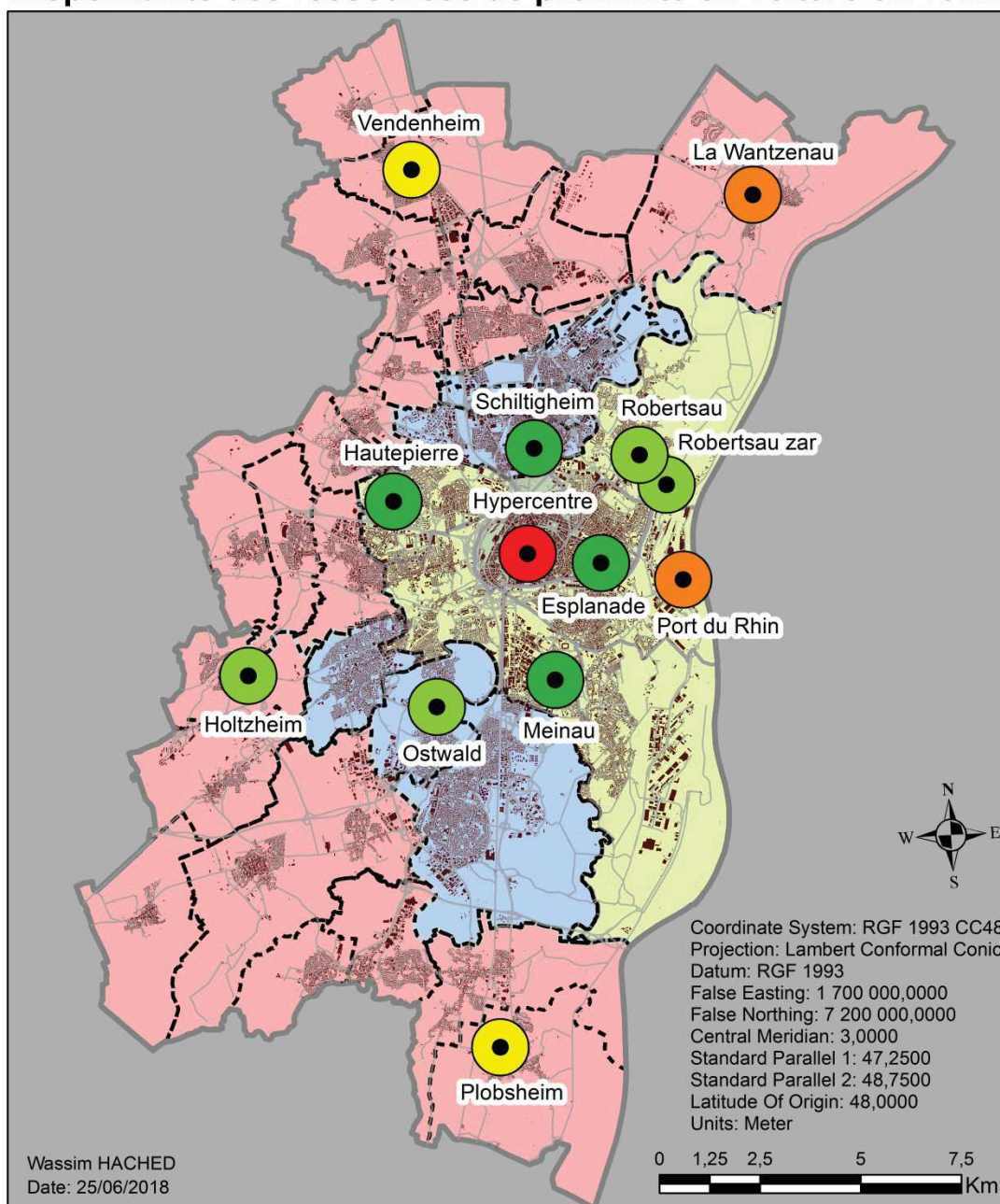


Coût monétaire en voiture en 5min





Disponibilité des ressources de proximité en voiture en 10min

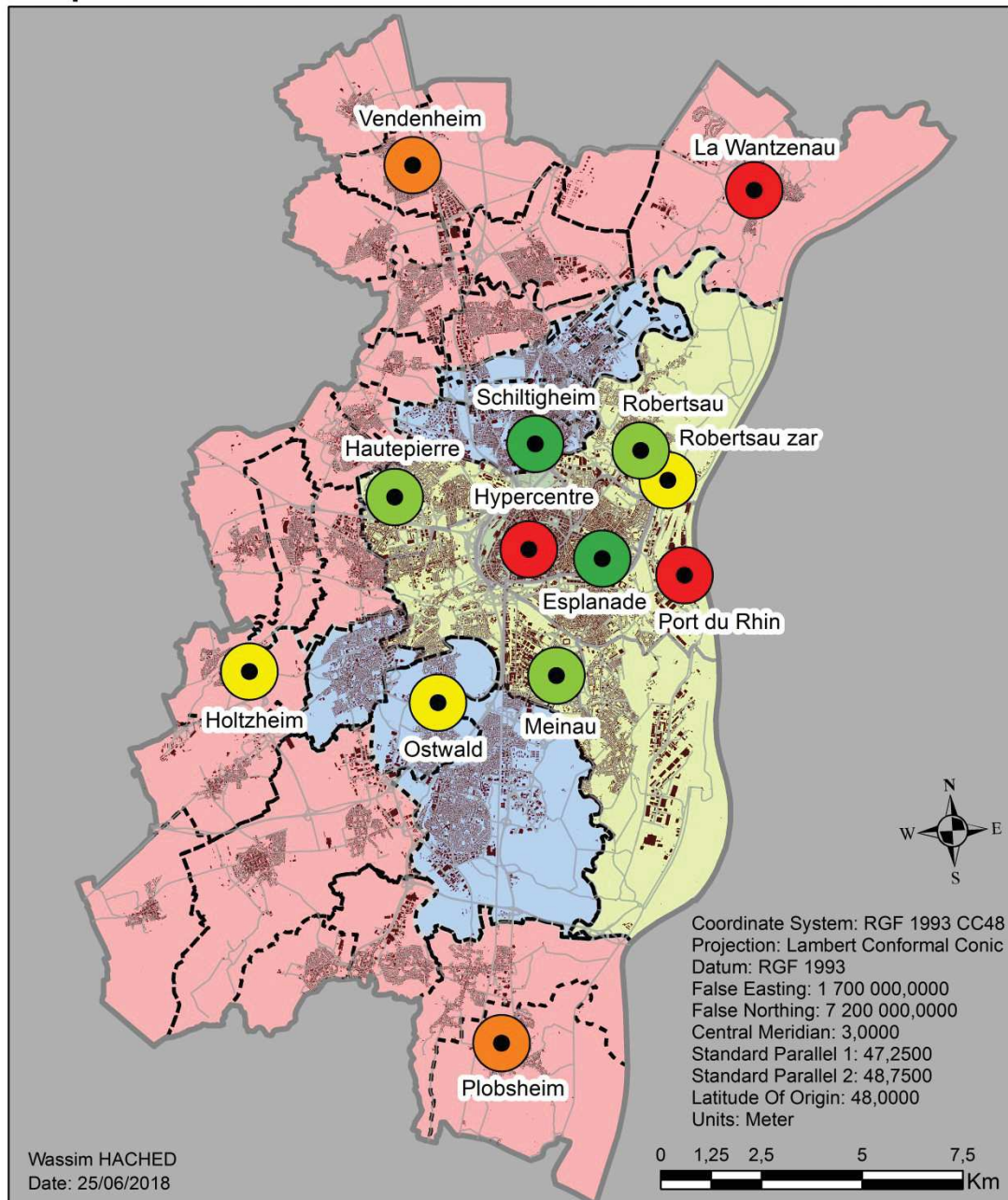


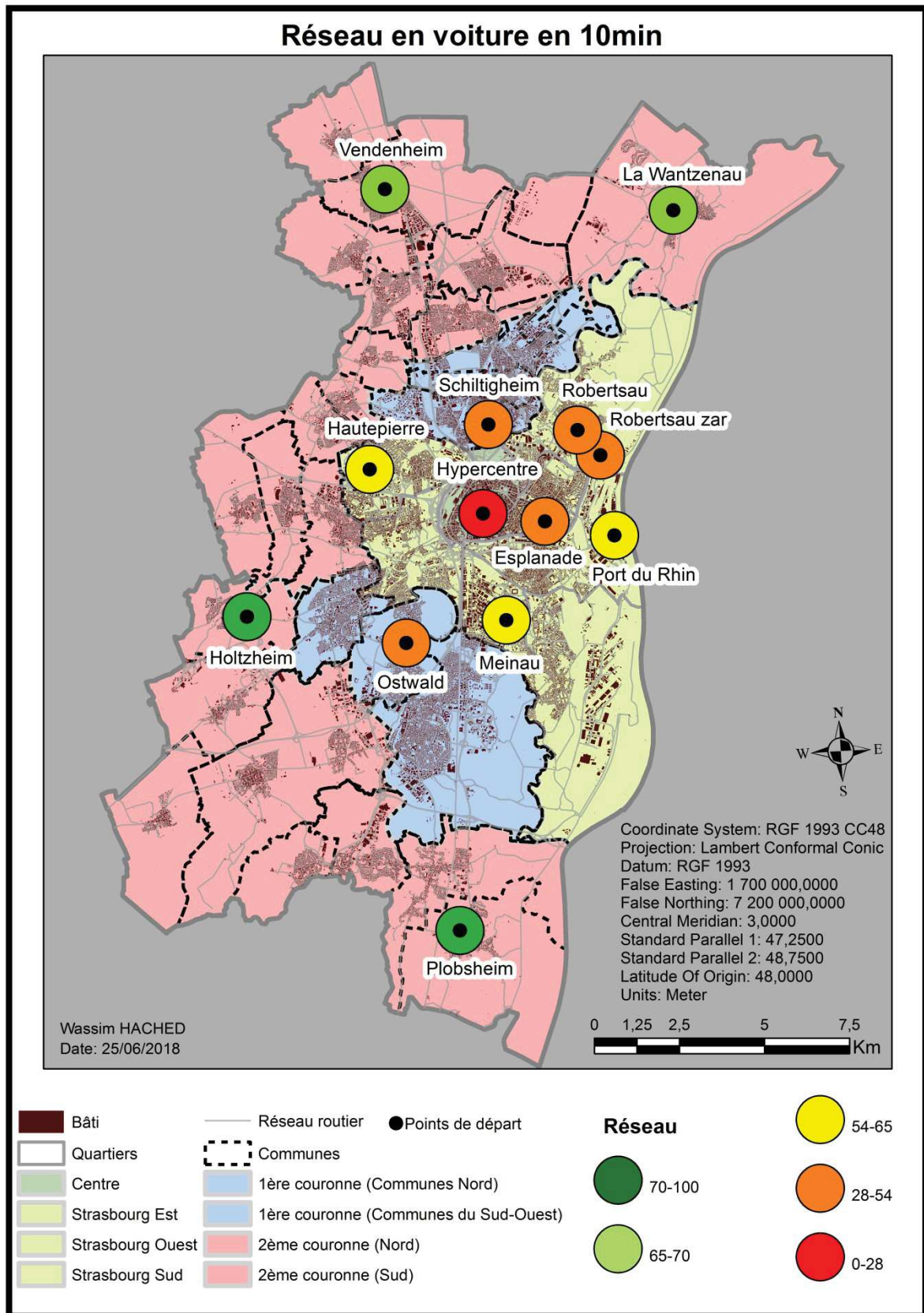
- | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|
| Bâti | Réseau routier | Points de départ |
| Quartiers | Communes | |
| Centre | 1ère couronne (Communes Nord) | |
| Strasbourg Est | 1ère couronne (Communes du Sud-Ouest) | |
| Strasbourg Ouest | 2ème couronne (Nord) | |
| Strasbourg Sud | 2ème couronne (Sud) | |

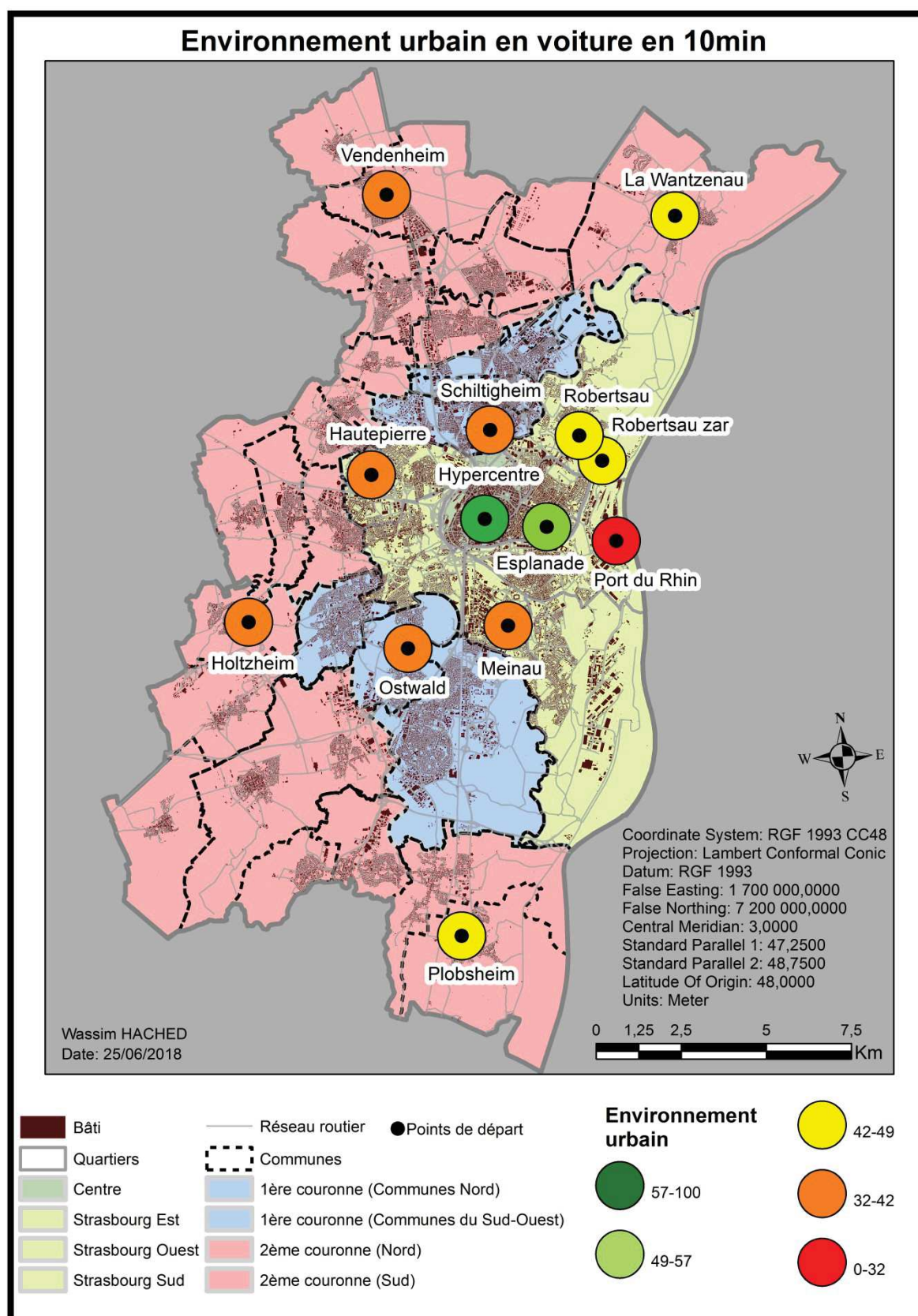
Disponibilité des ressources de proximité

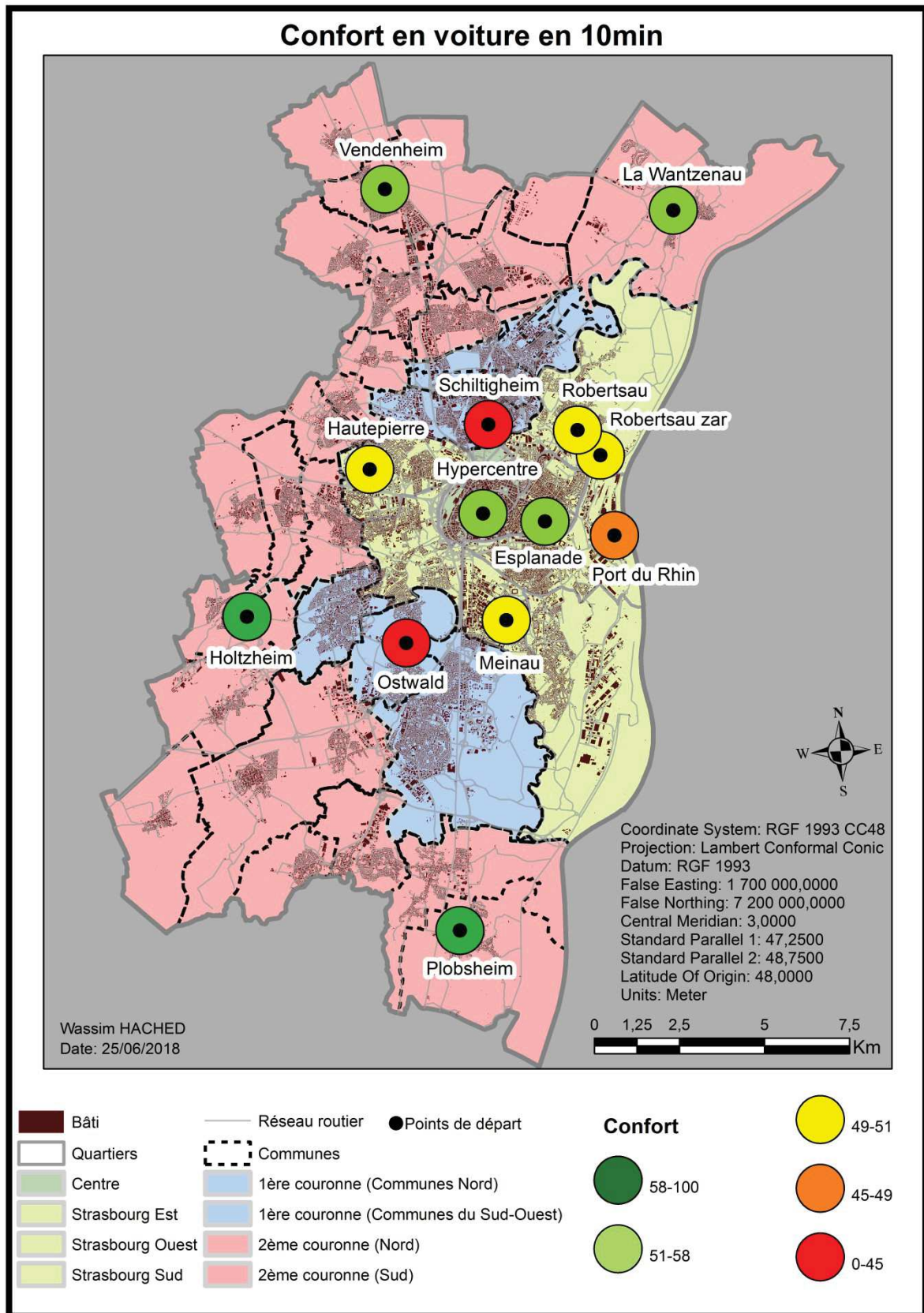
- | | |
|--------|-------|
| 88-100 | 64-77 |
| 77-88 | 37-64 |
| | 0-37 |

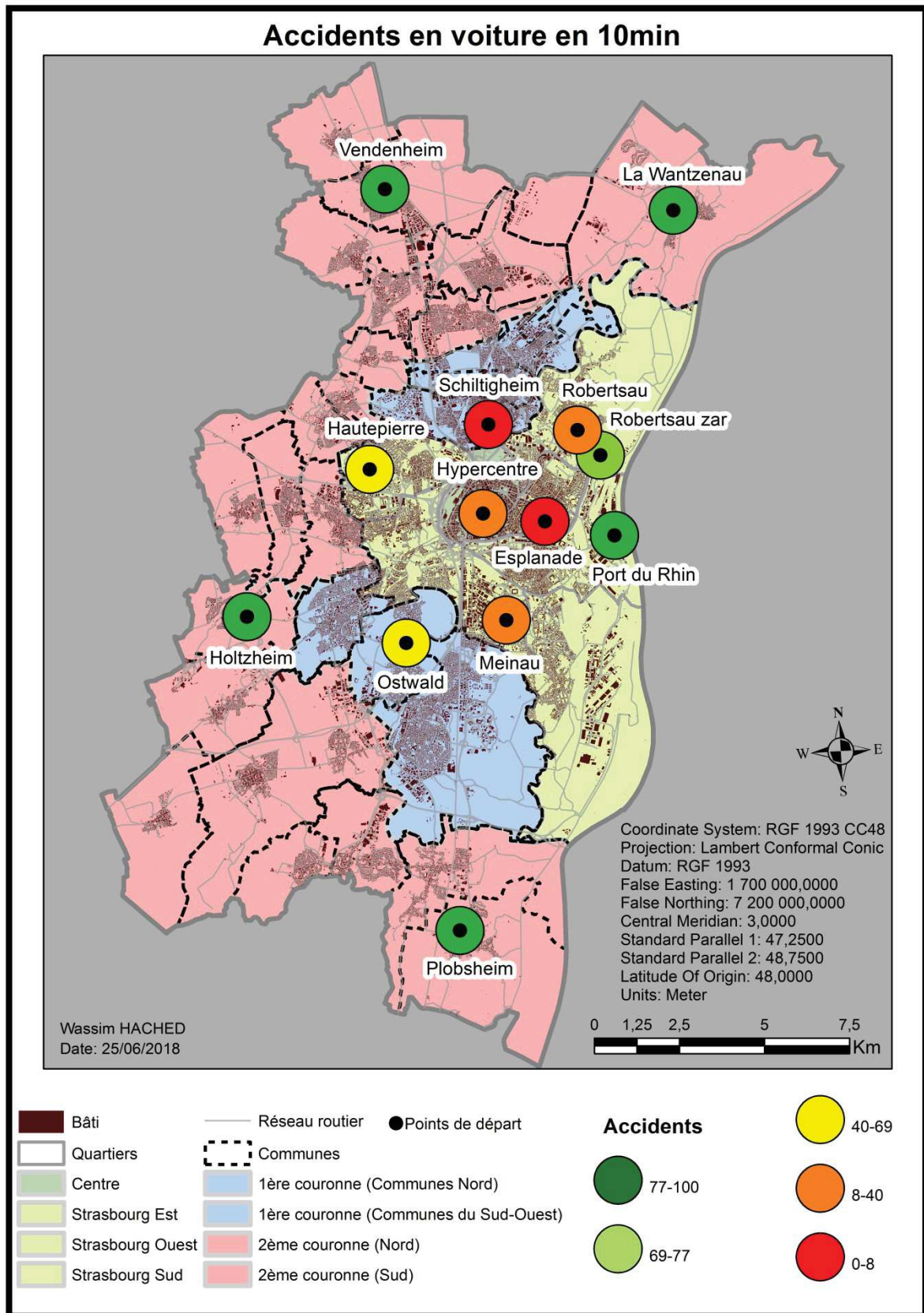
Disponibilité des ressources alternatives en voiture en 10min

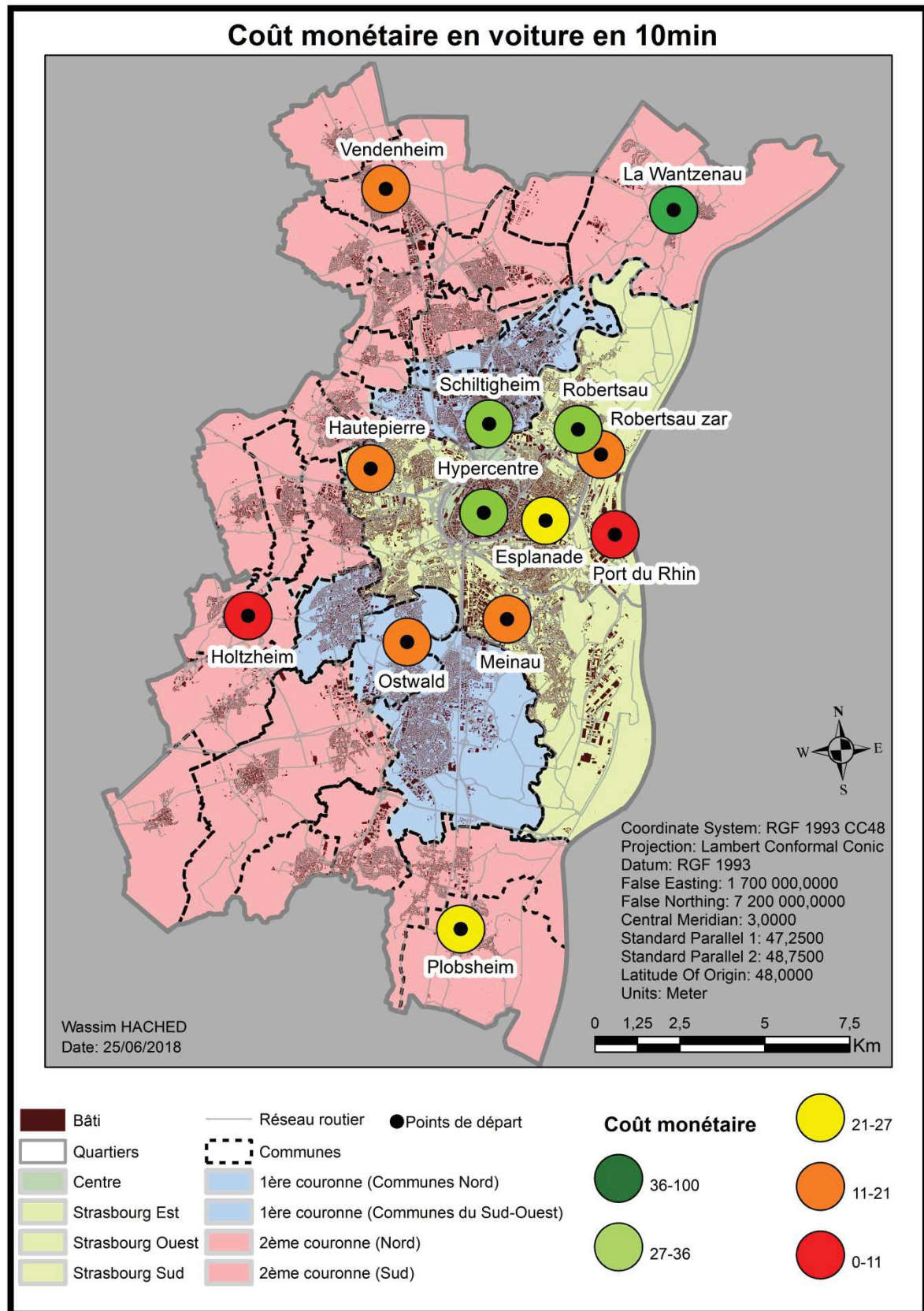




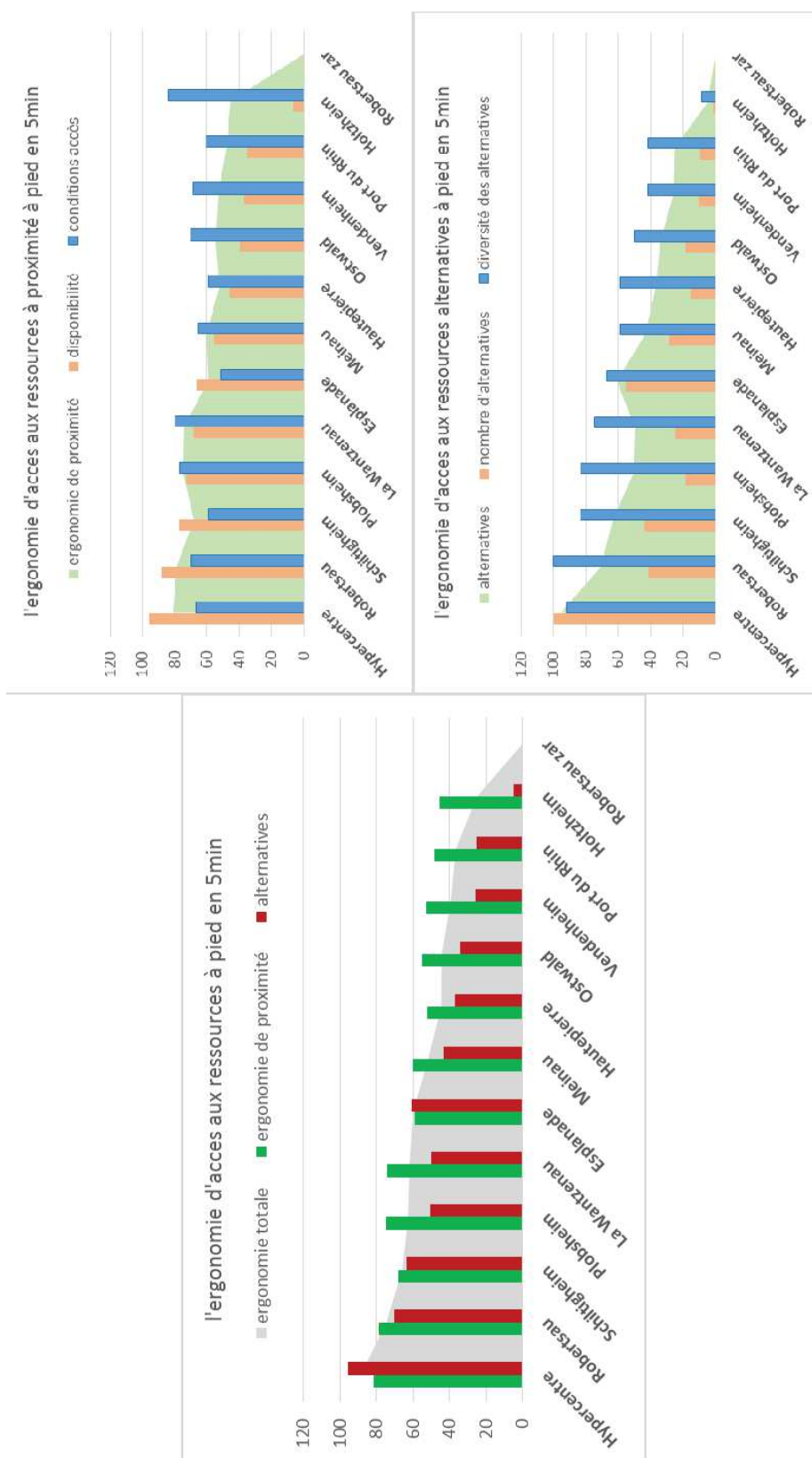


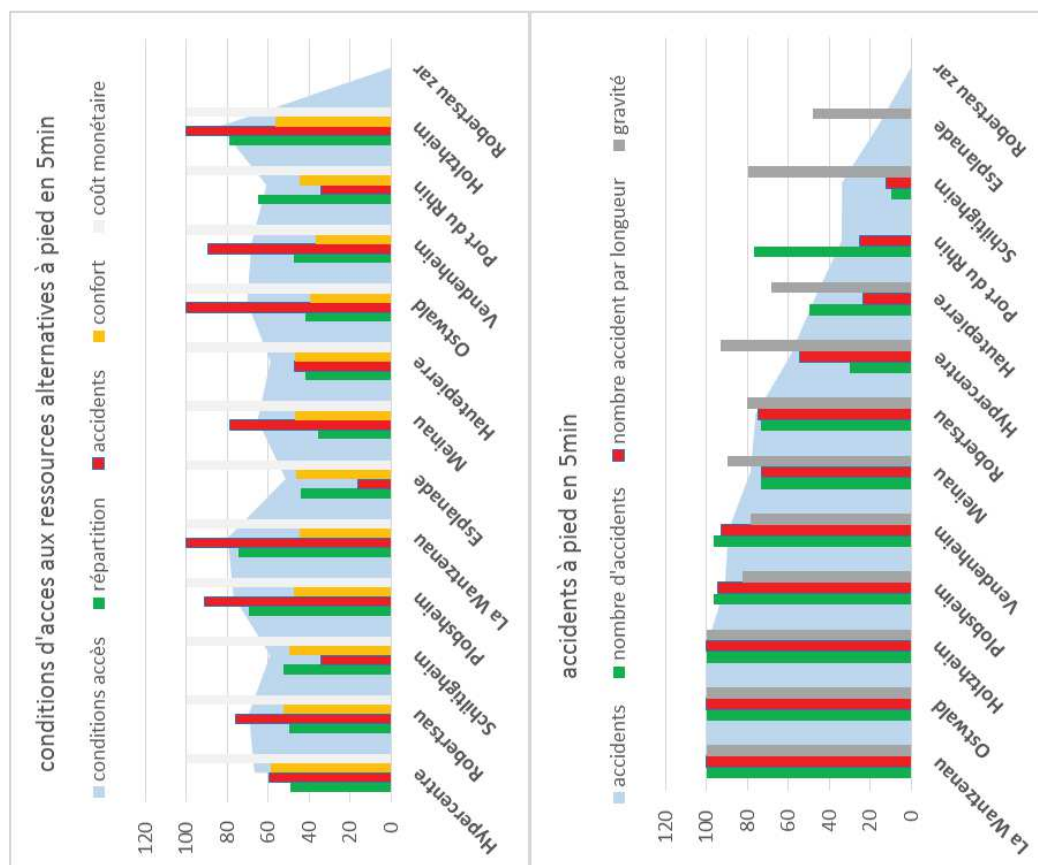
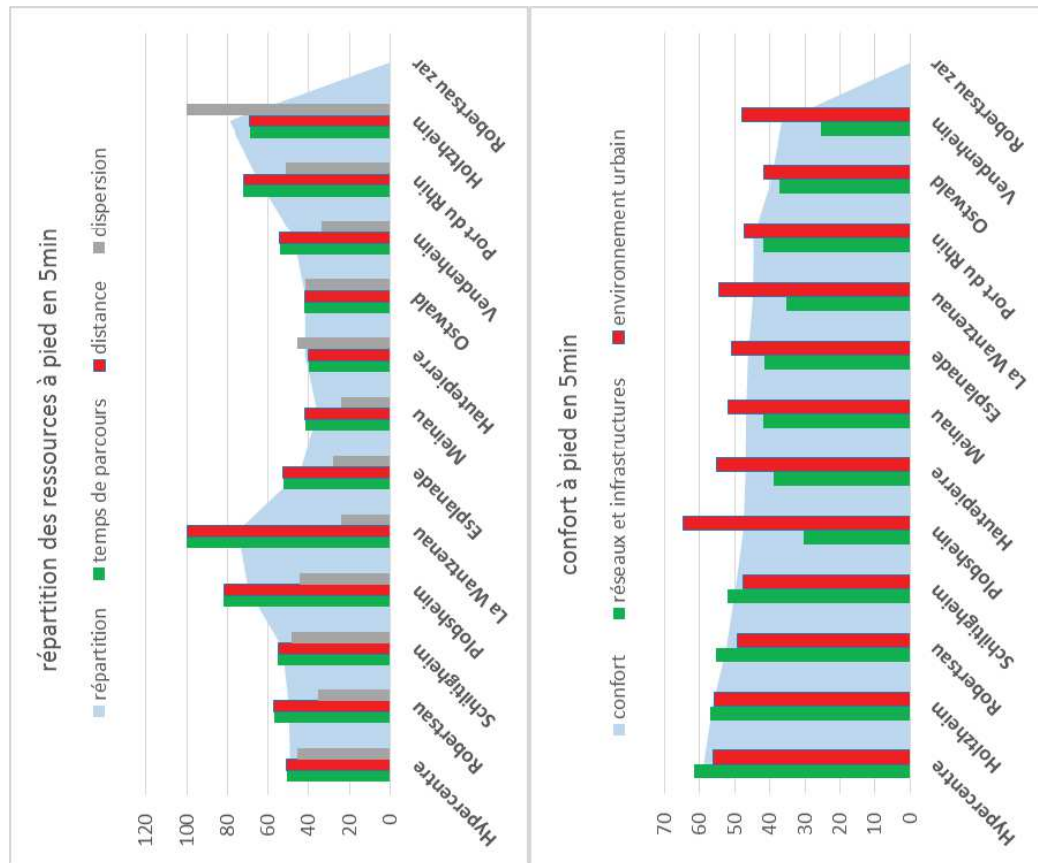


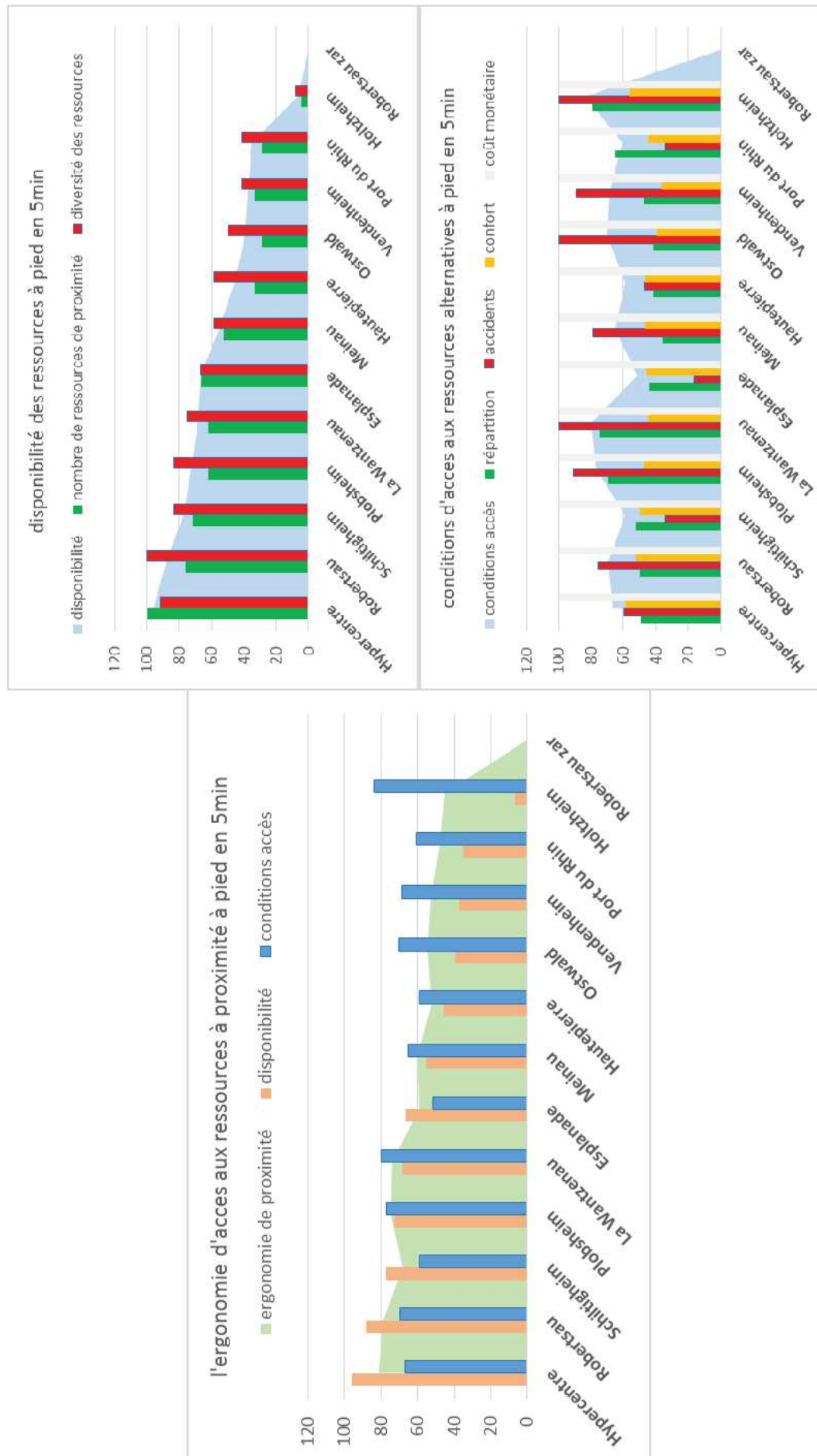


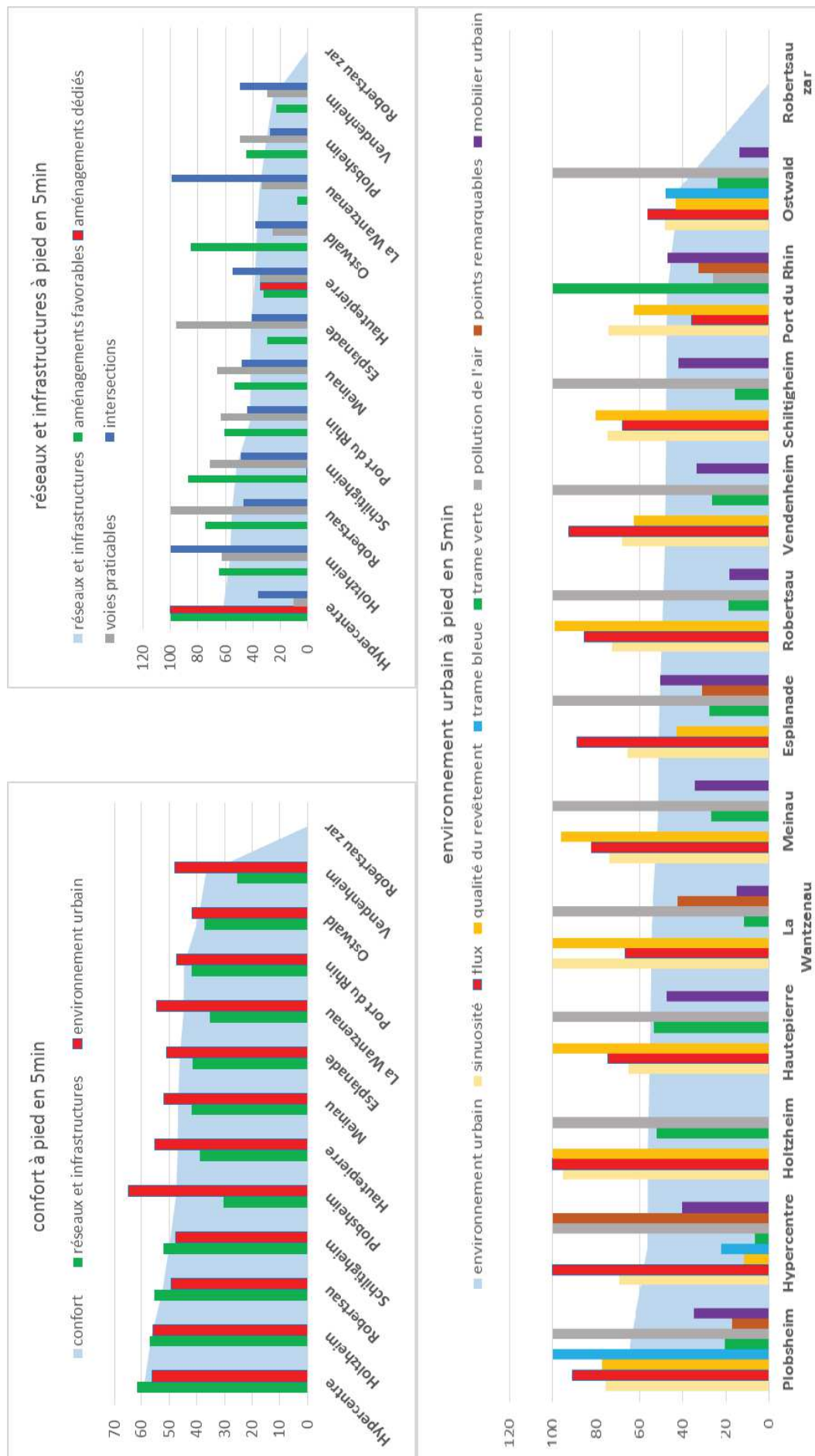


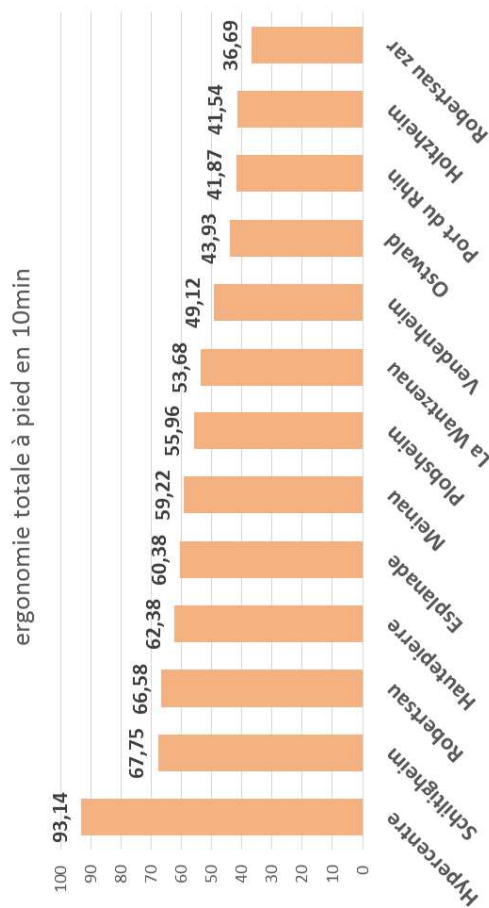
DIAGRAMMES COMPARATIFS



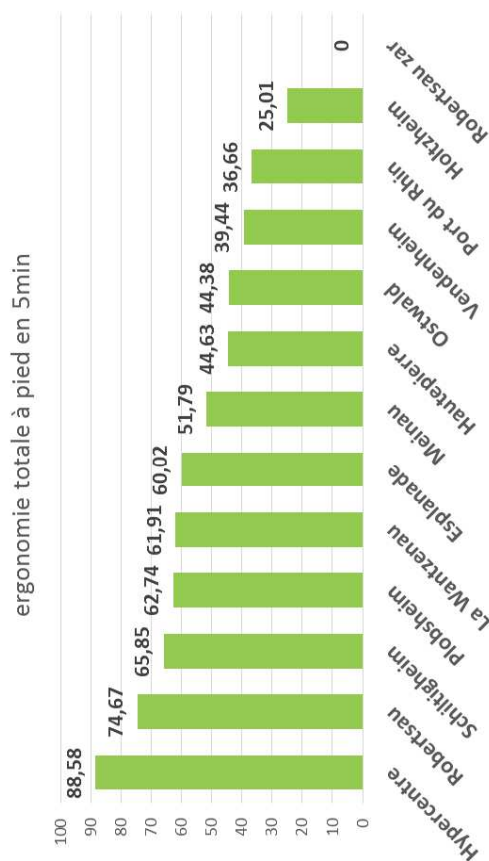
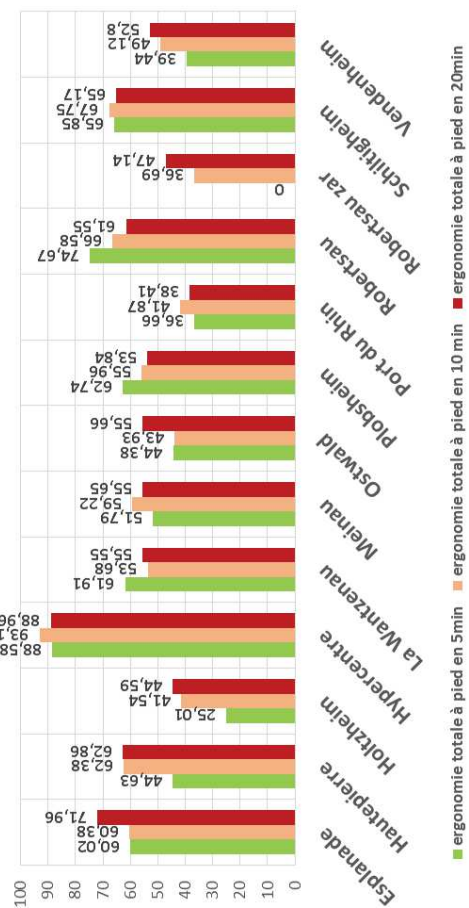




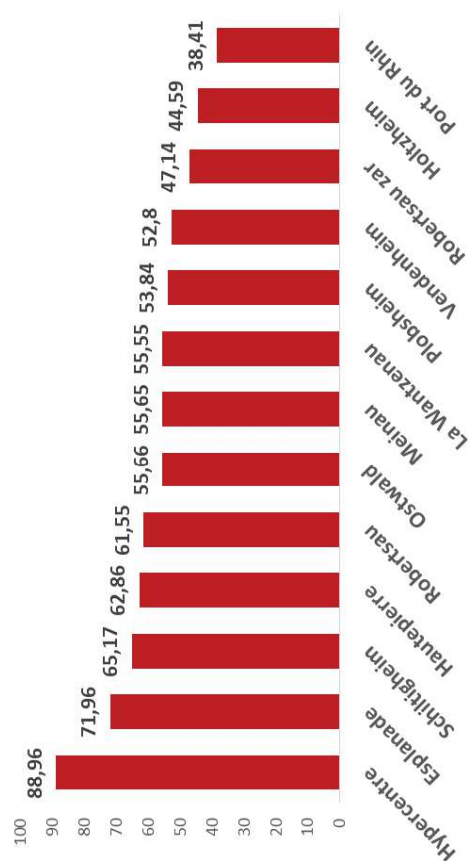


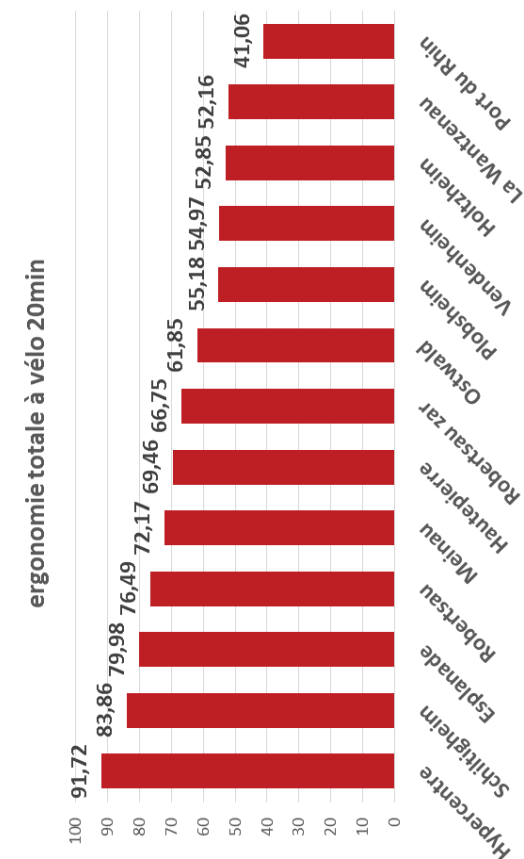
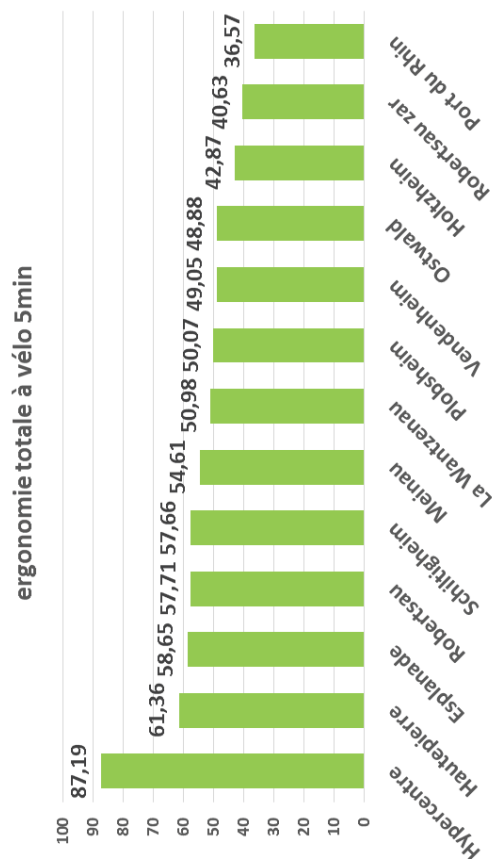
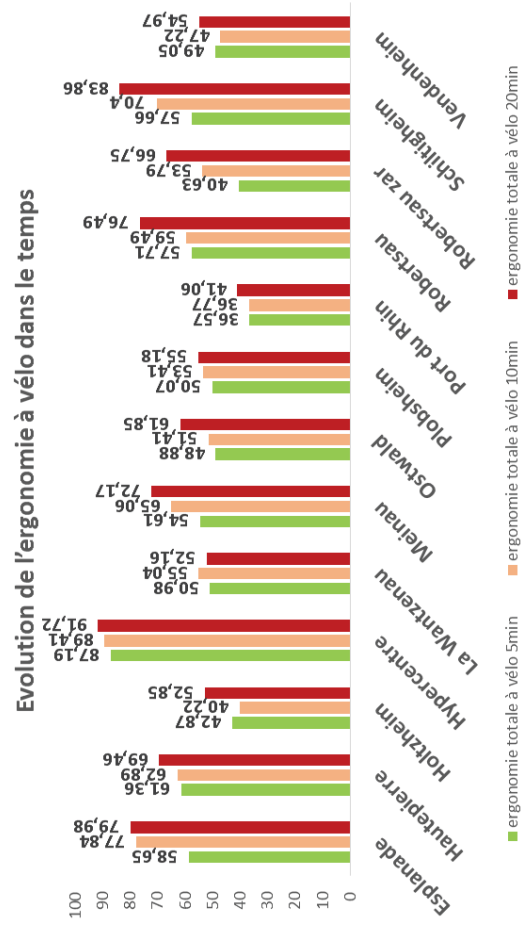
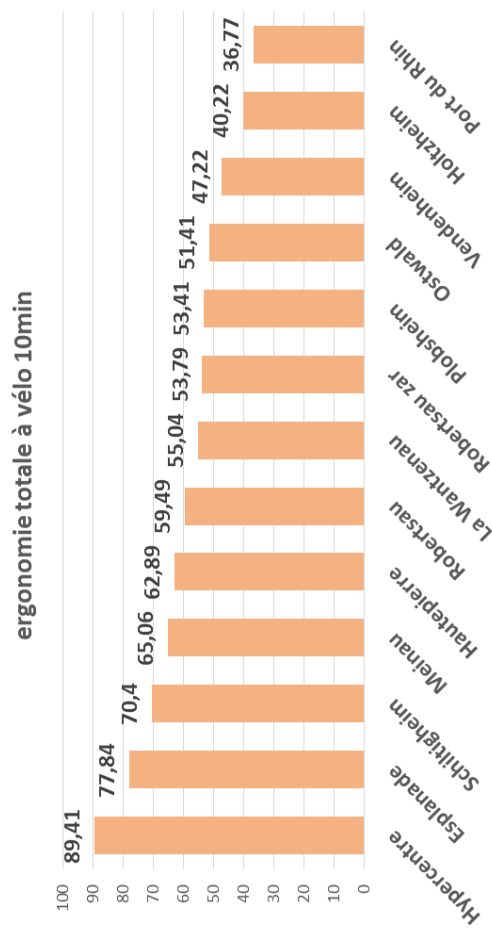


Évolution de l'ergonomie à pied dans le temps

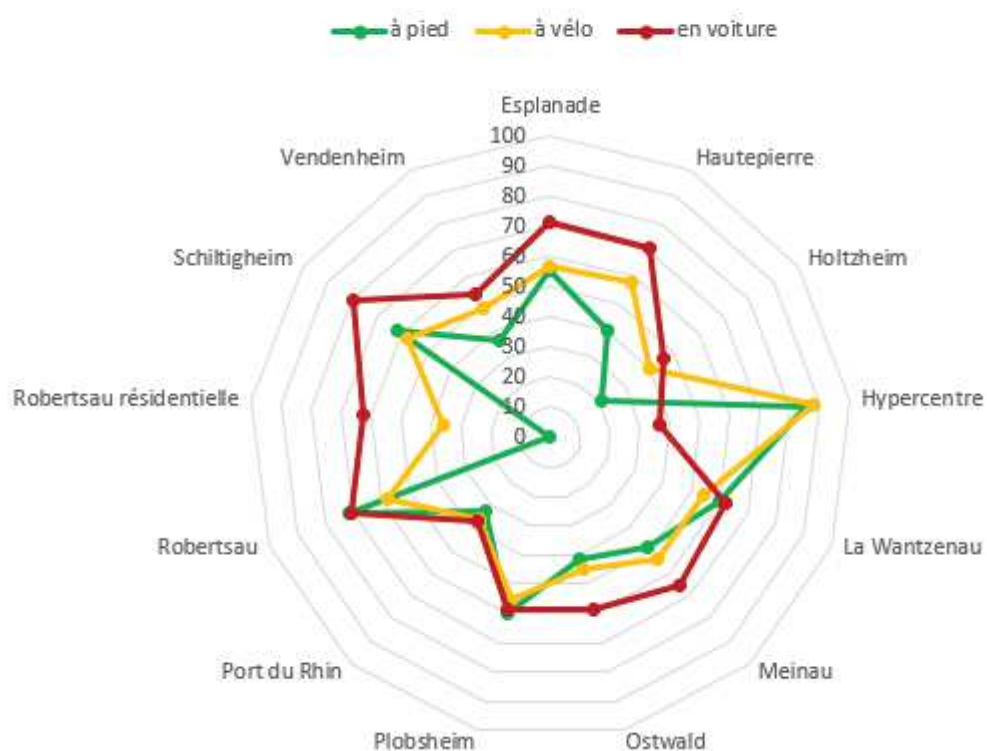


ergonomie totale à pied en 20min

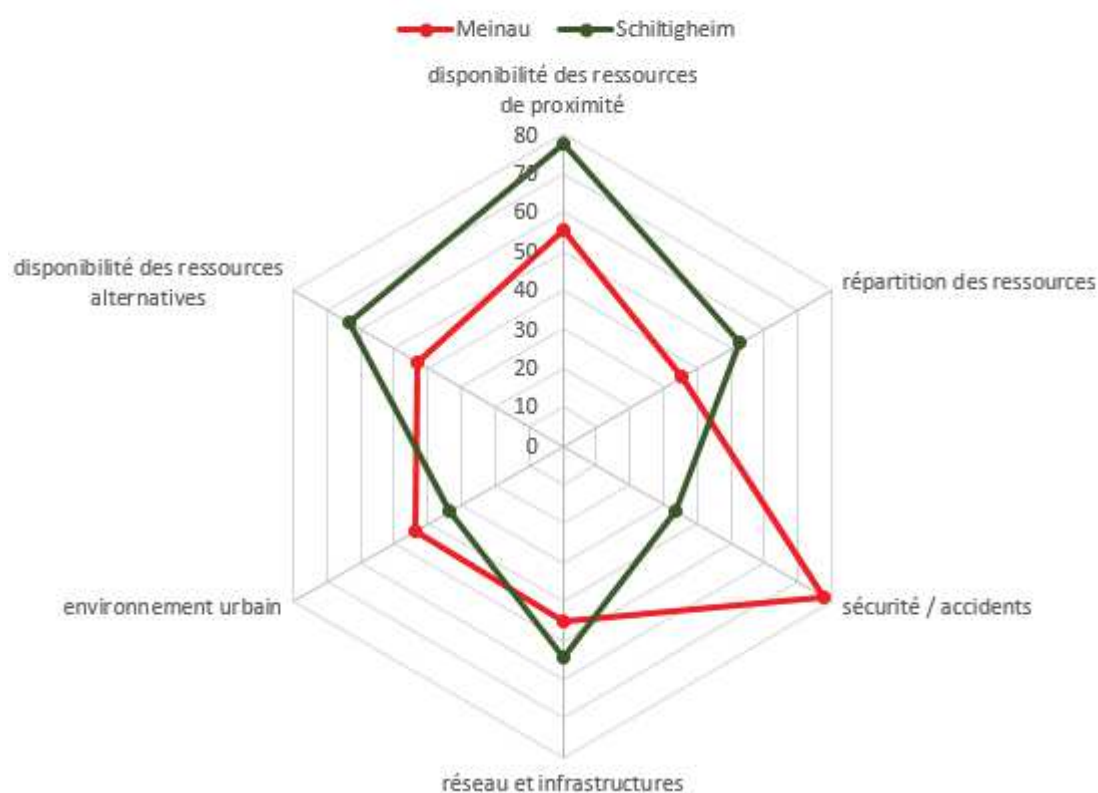




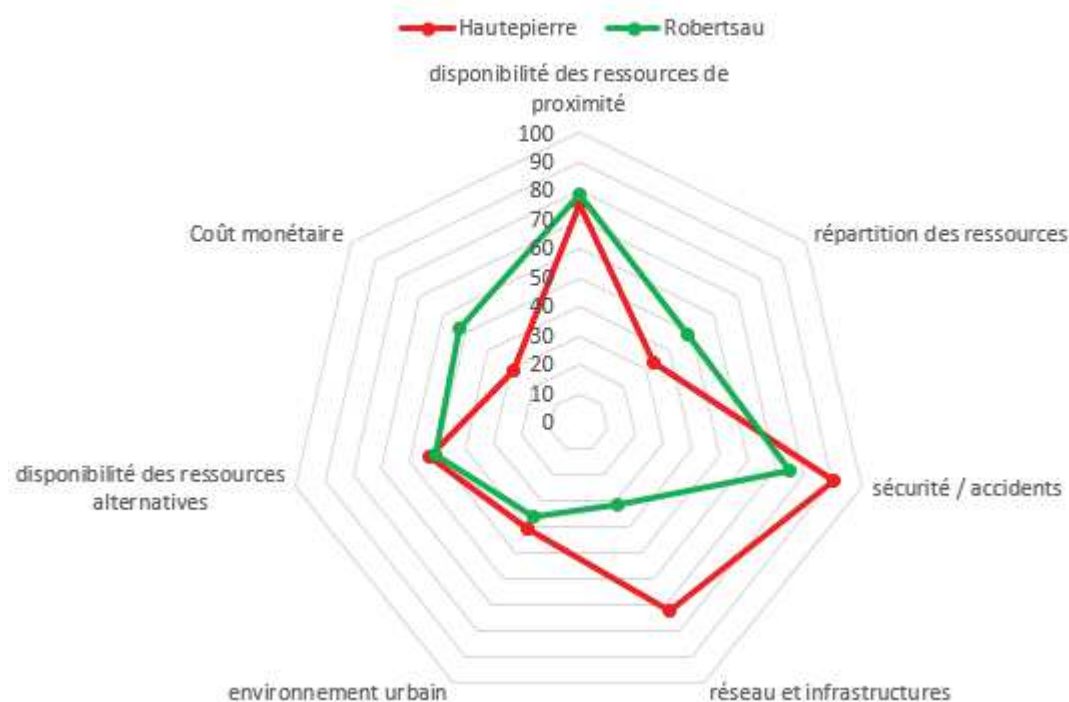
Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne par mode en 5 minutes



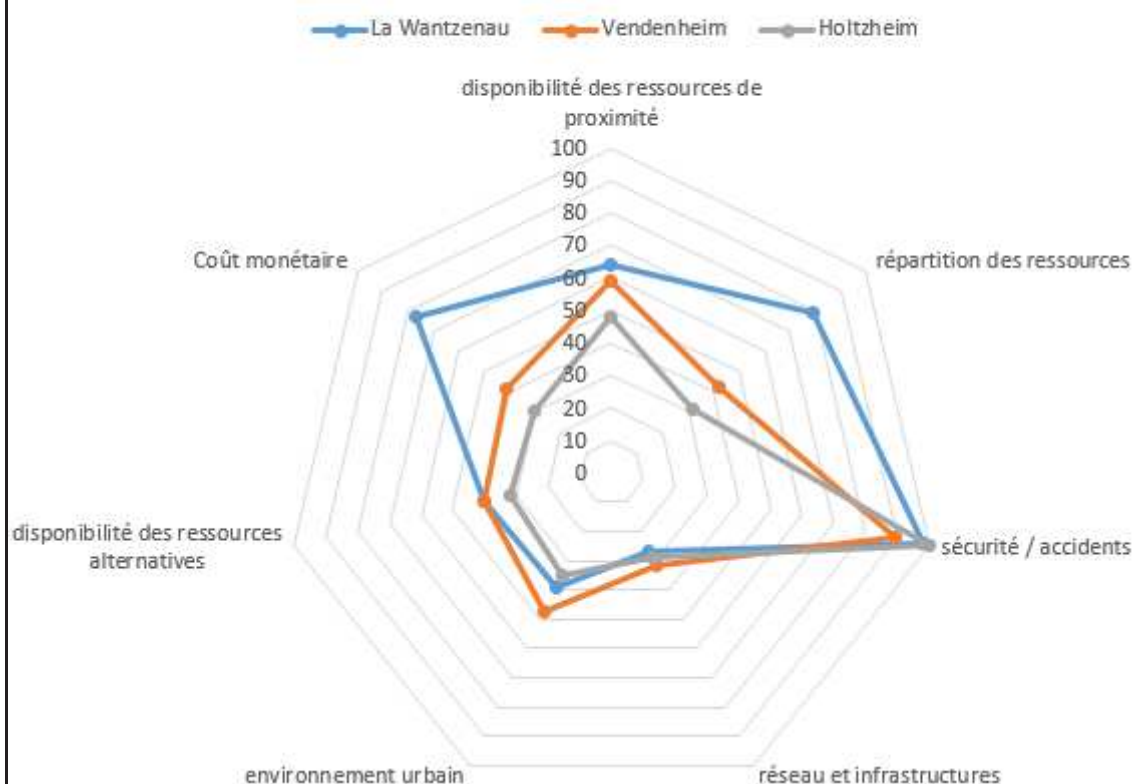
Ergonomie d'accès aux ressources à pied, en 5 minutes à la Meinau et à Schiltigheim



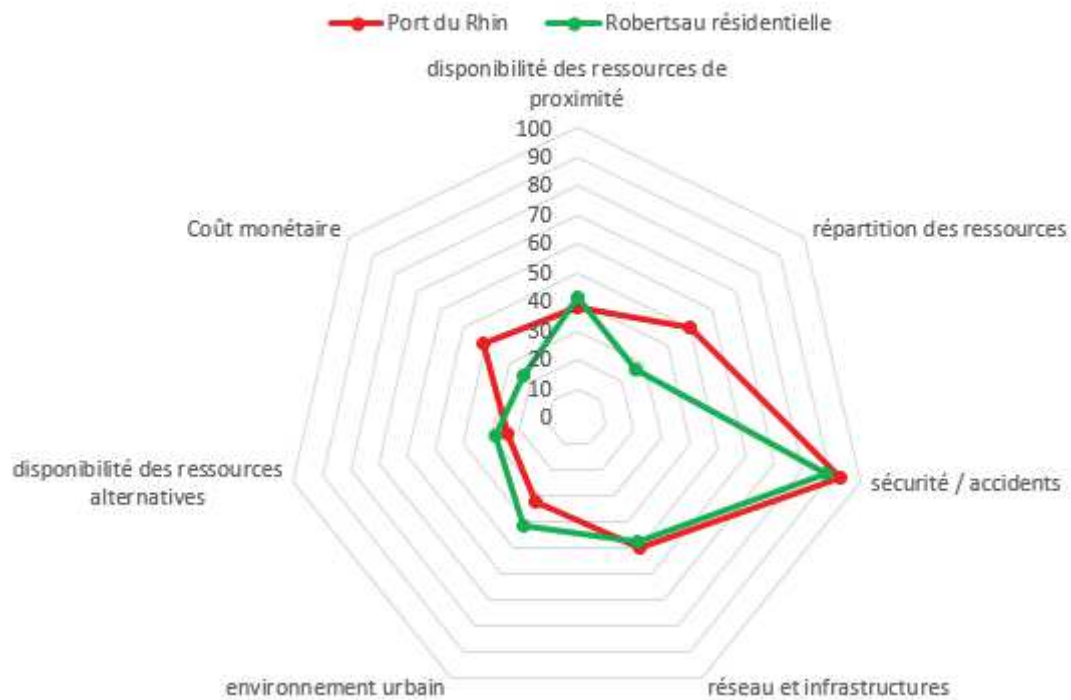
Comparaison de l'ergonomie d'accès aux ressources en 5 minutes à vélo à la Robertsau et à Hautepierre



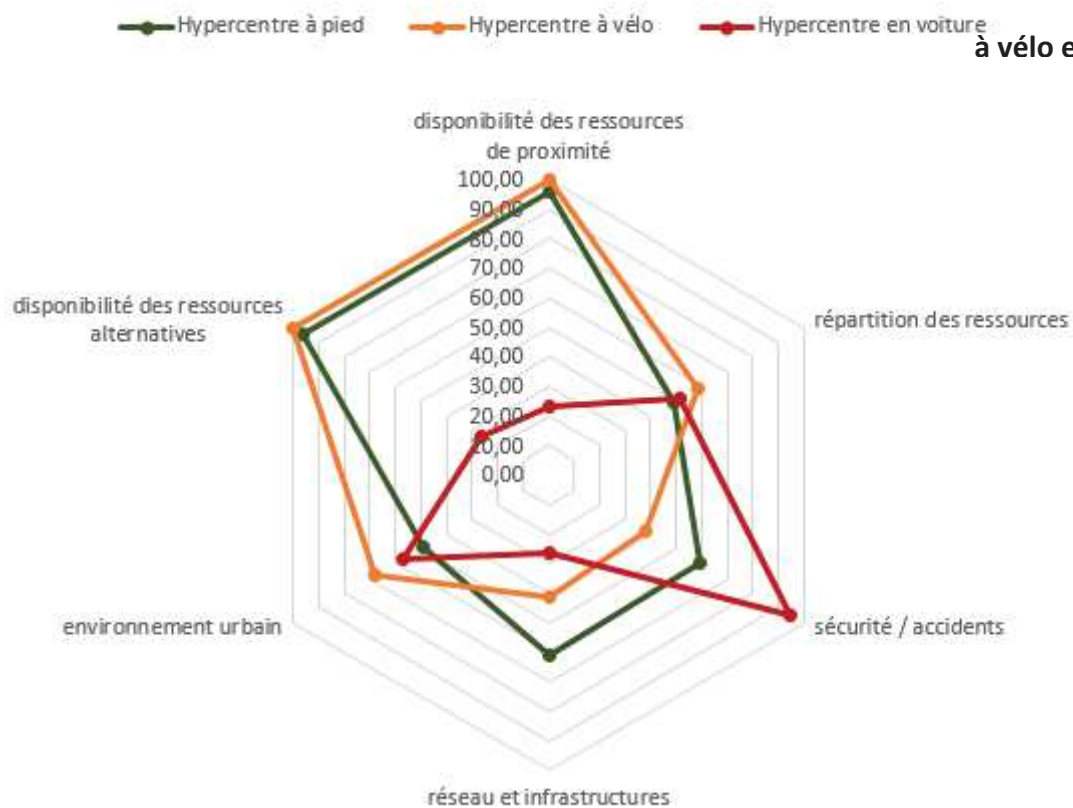
Comparaison de l'ergonomie d'accès aux ressources en 5 minutes à vélo à la Wantzeanu, à Vendenheim et à Holtzheim



Comparaison de l'ergonomie d'accès aux ressources en 5 minutes à vélo au Port-du-Rhin et à la Robertsau résidentielle



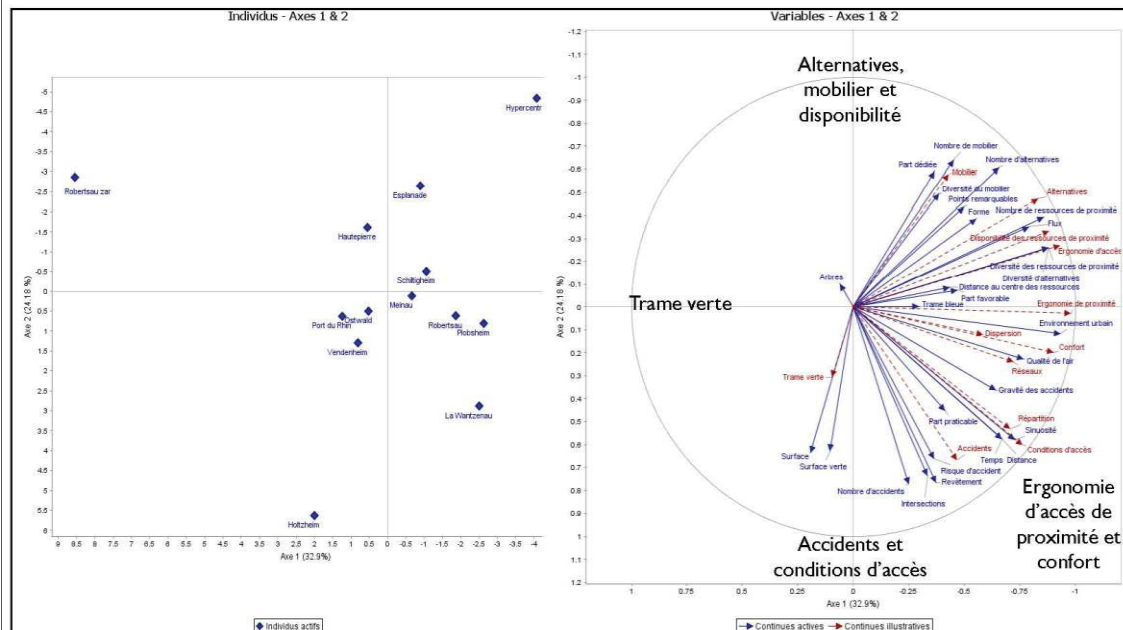
Hypercentre par mode en 5min



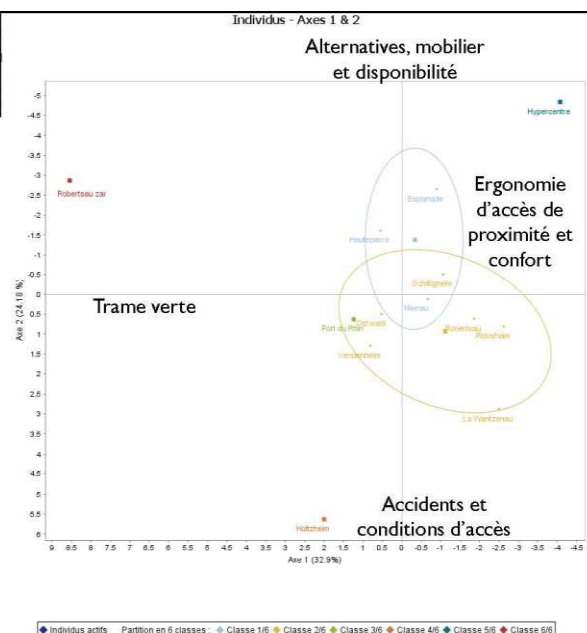
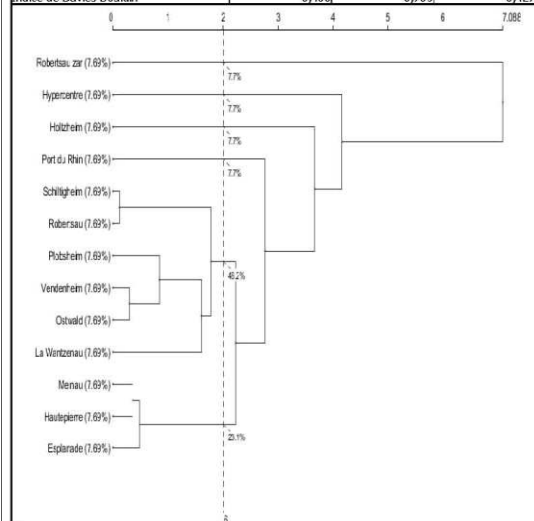
Comparaison Holtzheim et Robertsau à vélo en 10 minutes

ANALYSE PAR COMPOSANTES PRINCIPALES DES RESULTATS

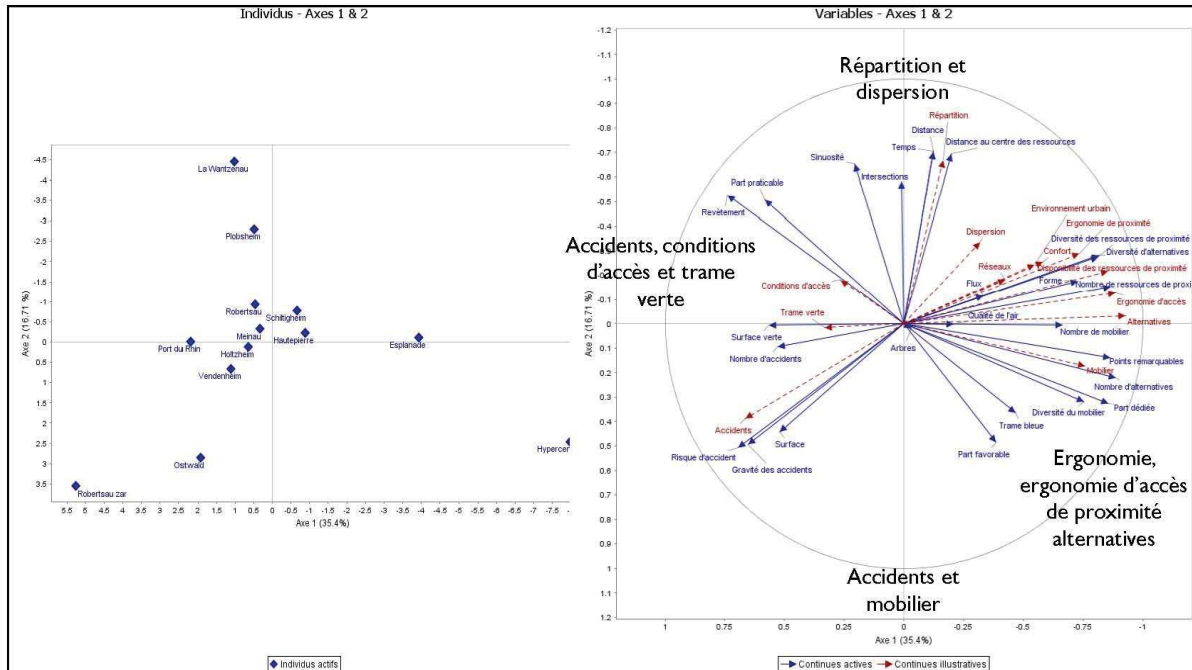
A PIED EN 5 MINUTES



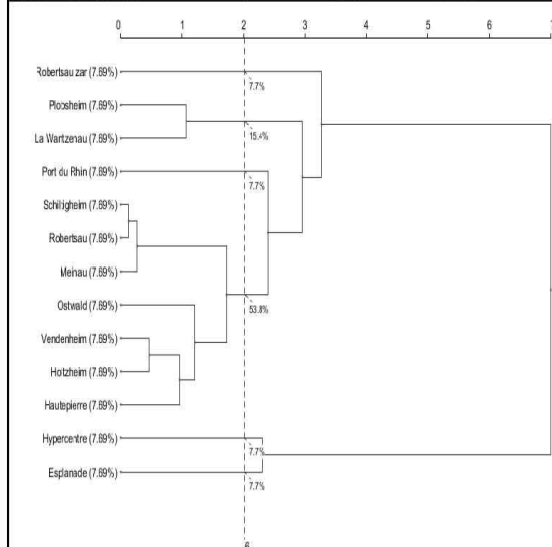
Critères	3 classes	6 classes	9 classes
Inertie intra-classes	14,135	5,479	1,251
Inertie inter-classes	11,251	19,908	24,135
Inertie expliquée (%)	44,320	78,420	95,071
Critère de Calinski-Harabasz (pseudo F)	3,980	5,087	9,644
Indice de Davies-Bouldin	0,466	0,705	0,427



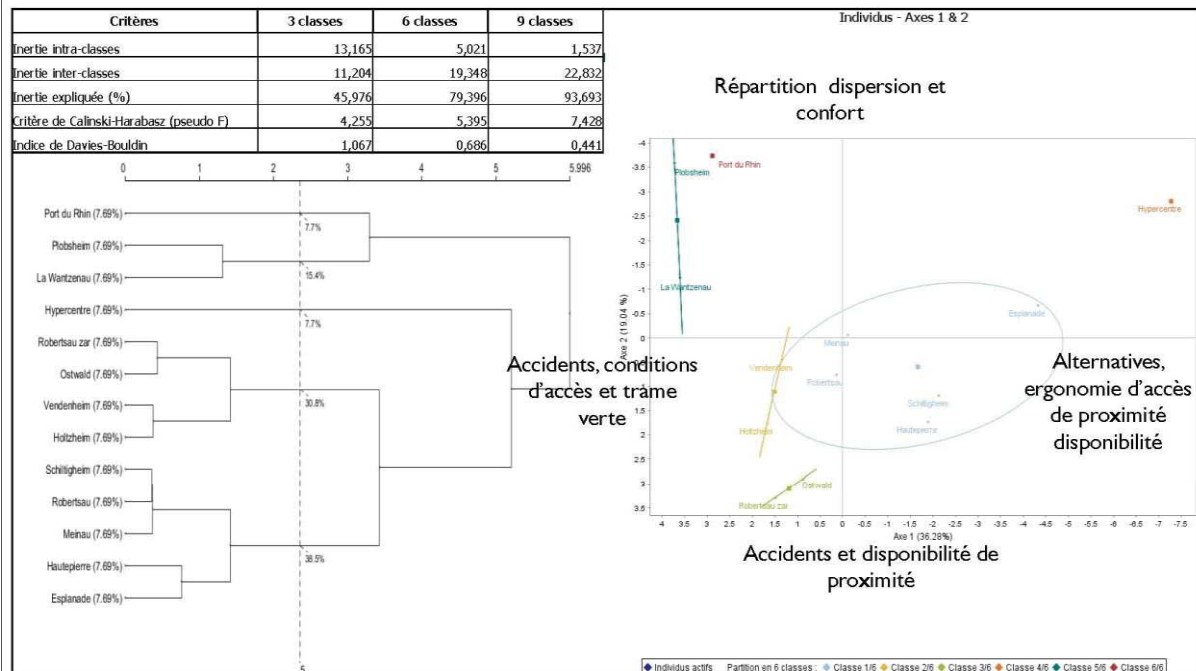
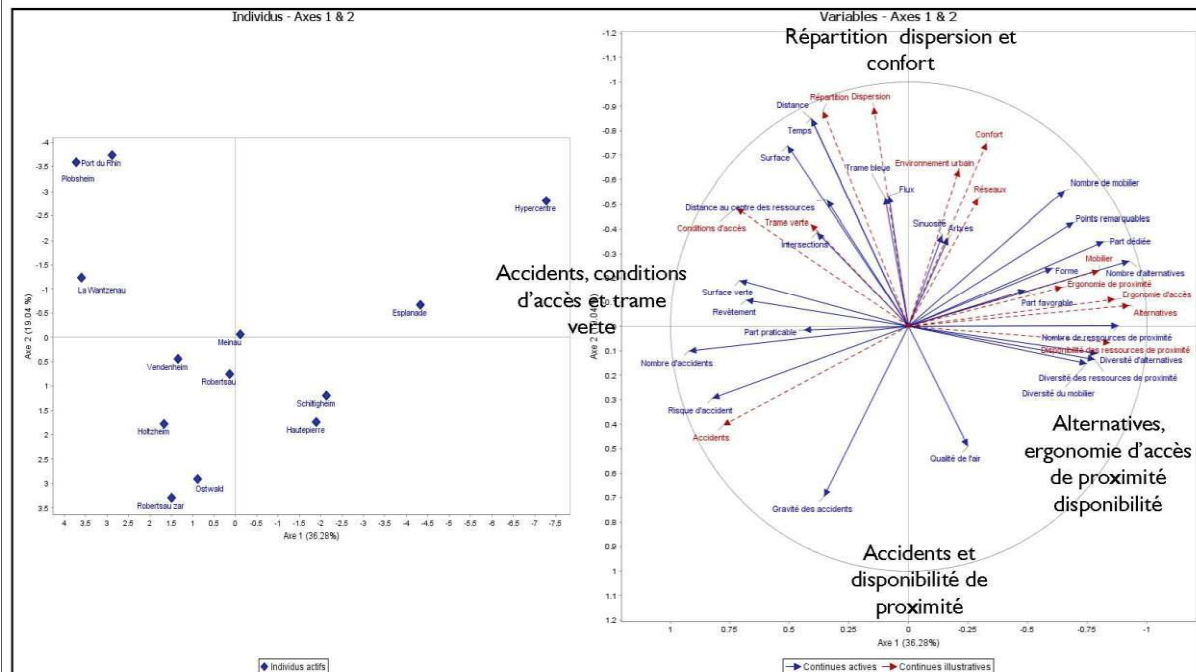
A PIED EN 10 MINUTES



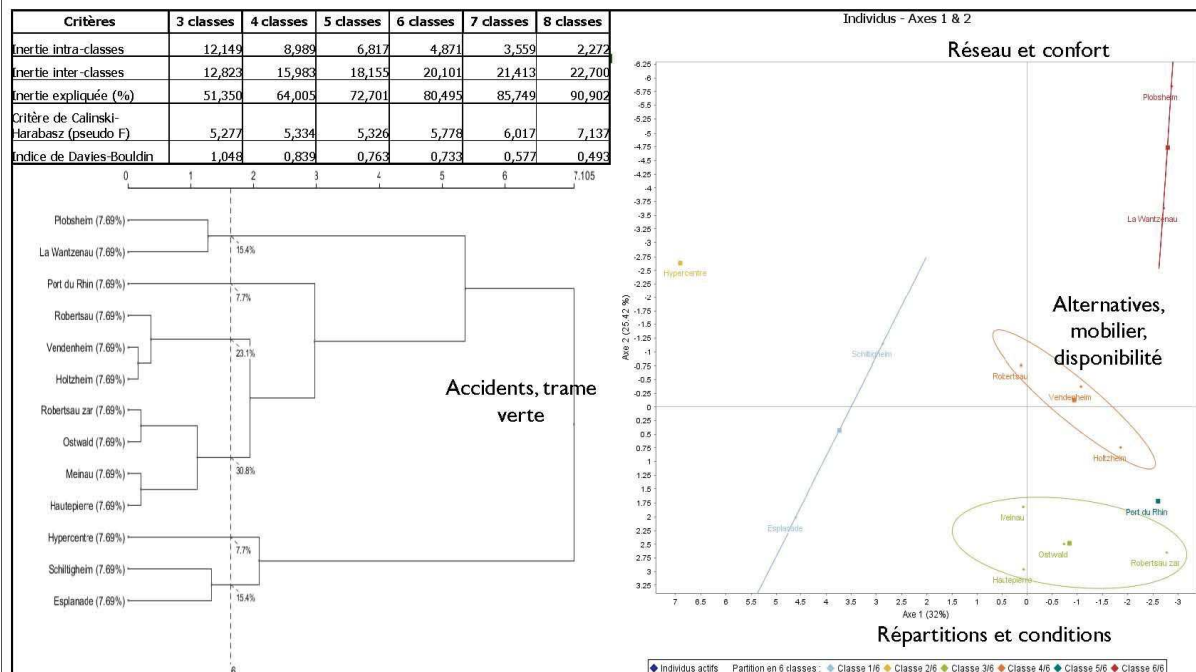
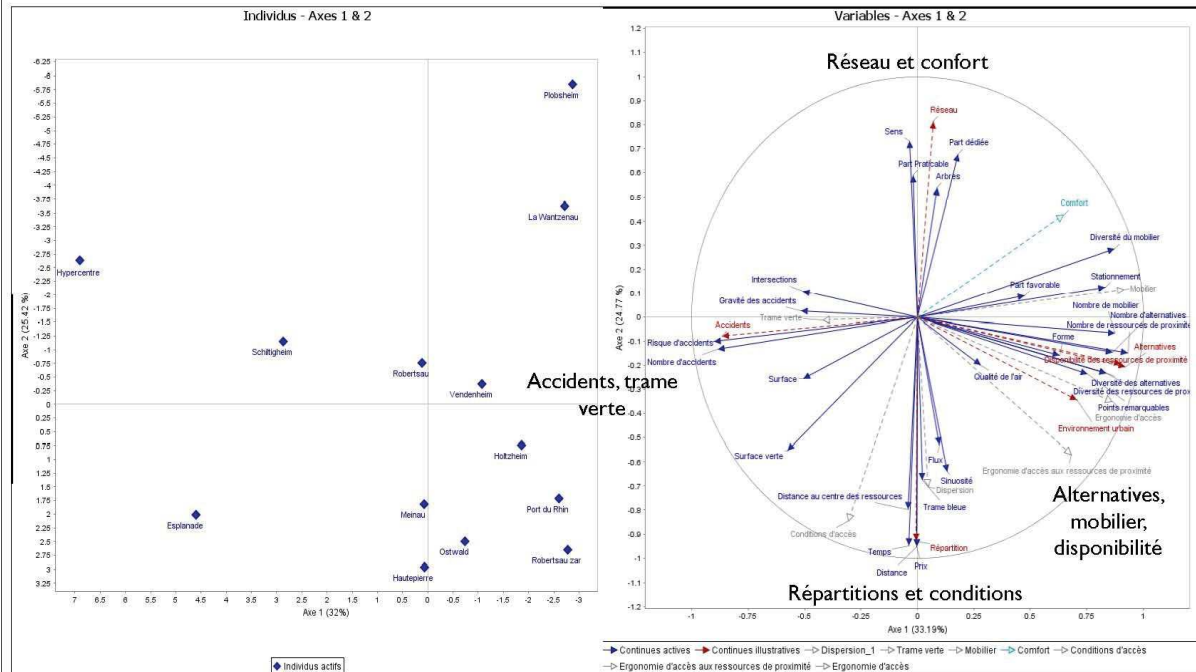
Critères	3 classes	6 classes	9 classes
Inertie intra-classes	13,509	5,840	1,840
Inertie inter-classes	10,263	17,932	21,931
Inertie expliquée (%)	43,174	75,435	92,258
Critère de Calinski-Harabasz (pseudo F)	3,799	4,299	5,959
Indice de Davies-Bouldin	0,689	0,651	0,570



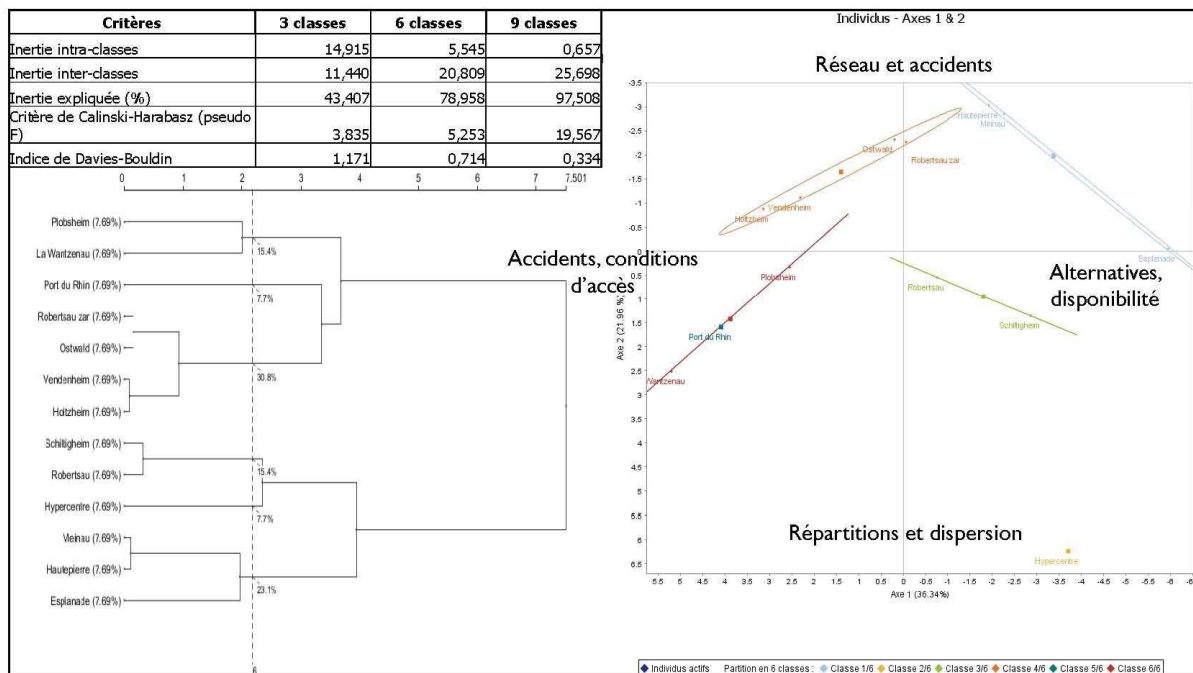
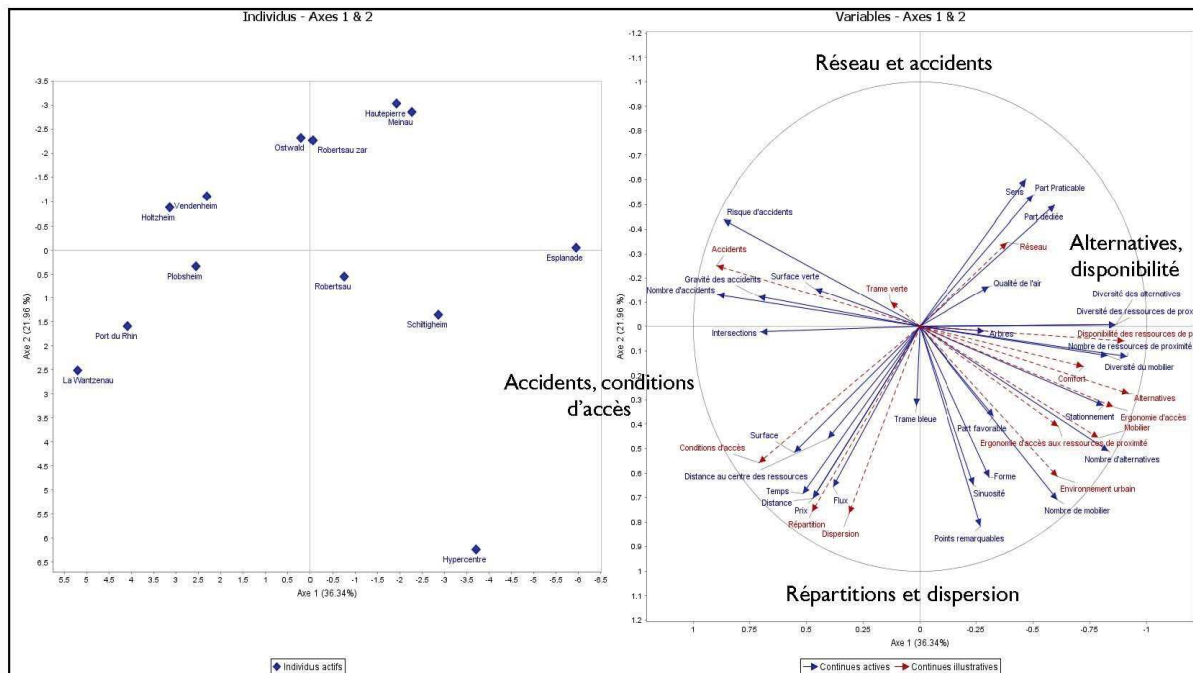
A PIED EN 20 MINUTES



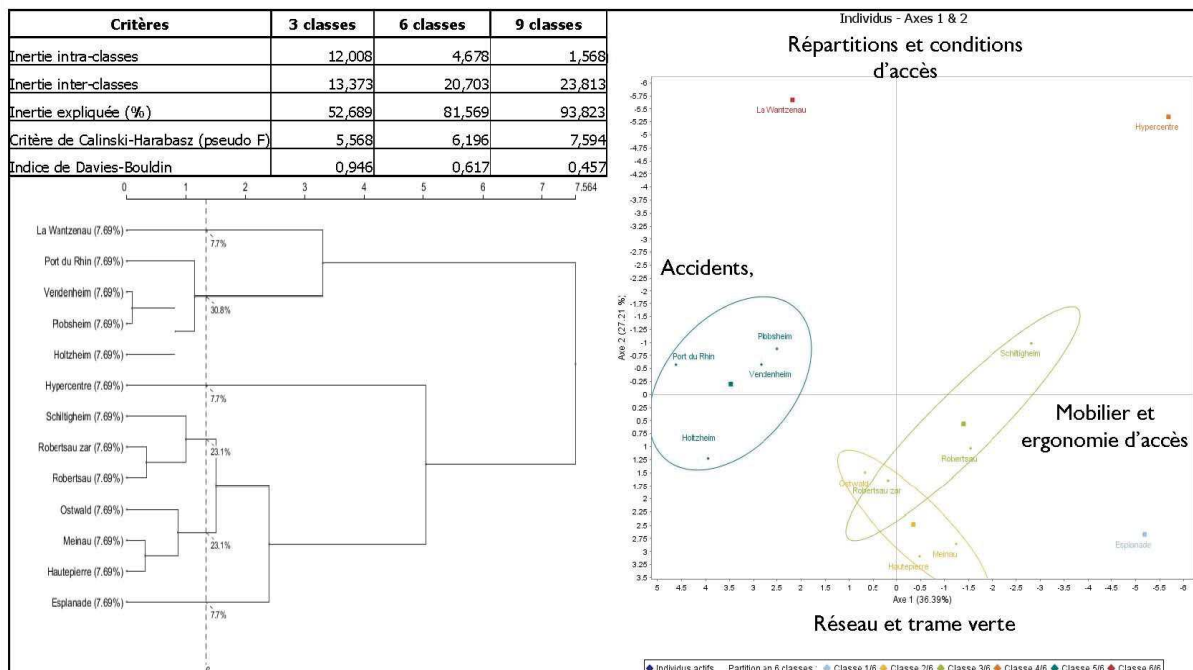
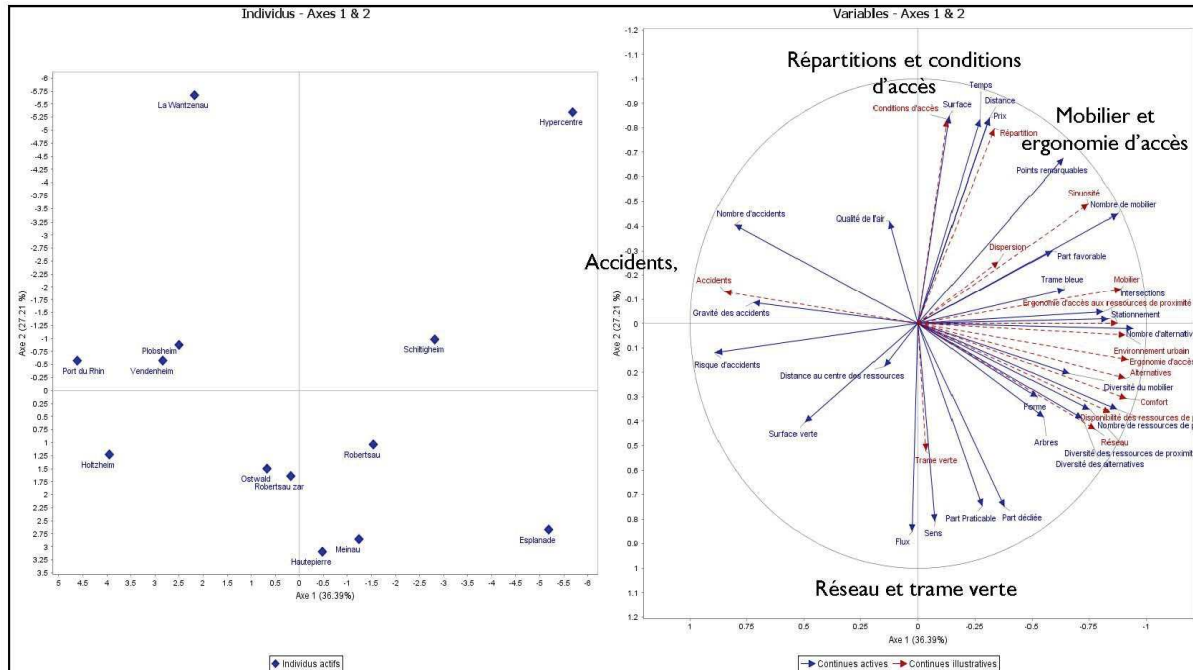
A VELO EN 5 MINUTES



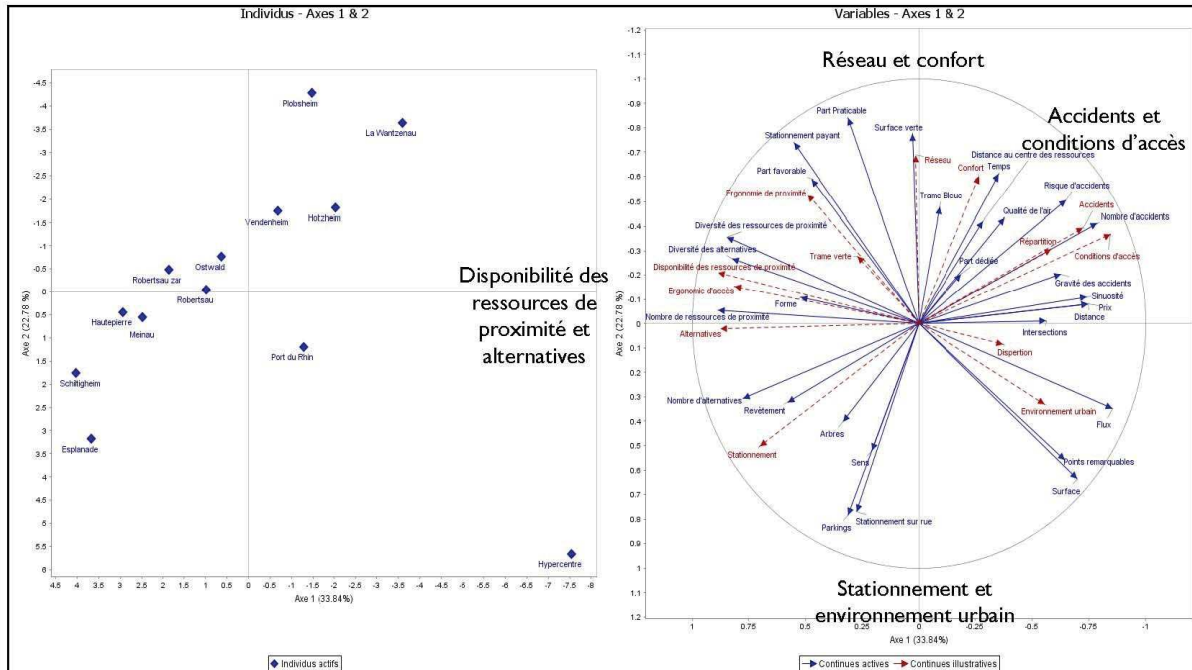
A VELO EN 10 MINUTES



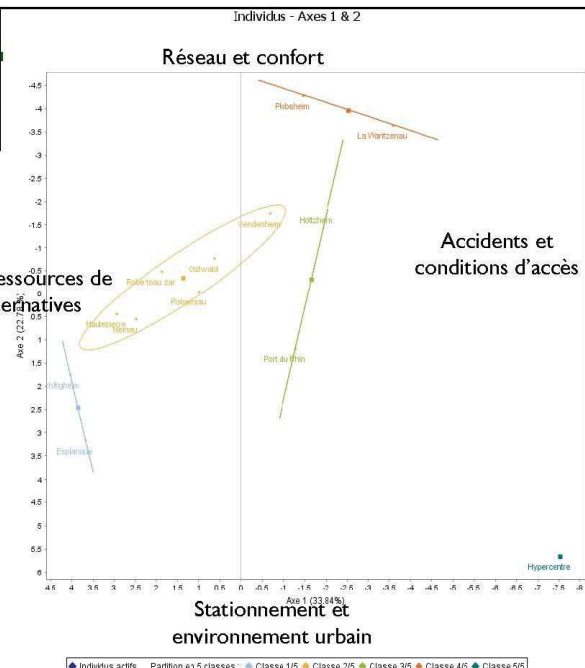
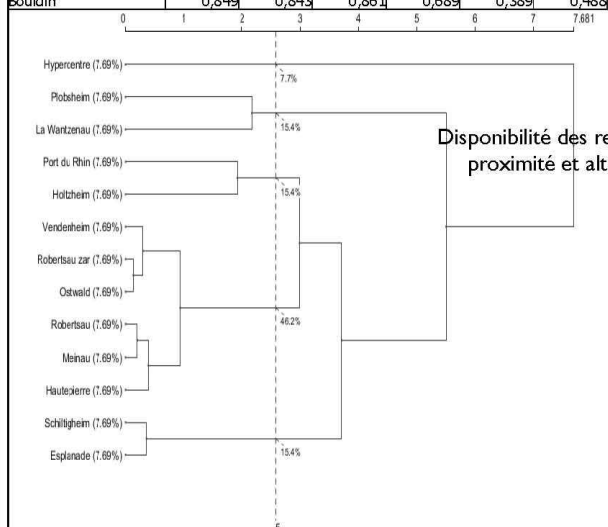
A VELO EN 20 MINUTES



EN VOITURE EN 5 MINUTES



Critères	3 classes	4 classes	5 classes	6 classes	7 classes	8 classes
Inertie intra-classes	13,129	9,422	6,429	4,259	2,342	1,405
Inertie inter-classes	13,182	16,889	19,882	22,052	23,969	24,906
Inertie expliquée (%)	50,099	64,190	75,565	83,812	91,098	94,660
Critère de Calinski-Harabasz (pseudo F)	5,020	5,378	6,185	7,249	10,234	12,662
Indice de Davies-Bouldin	0,849	0,843	0,861	0,689	0,389	0,488



EN VOITURE EN 10 MINUTES

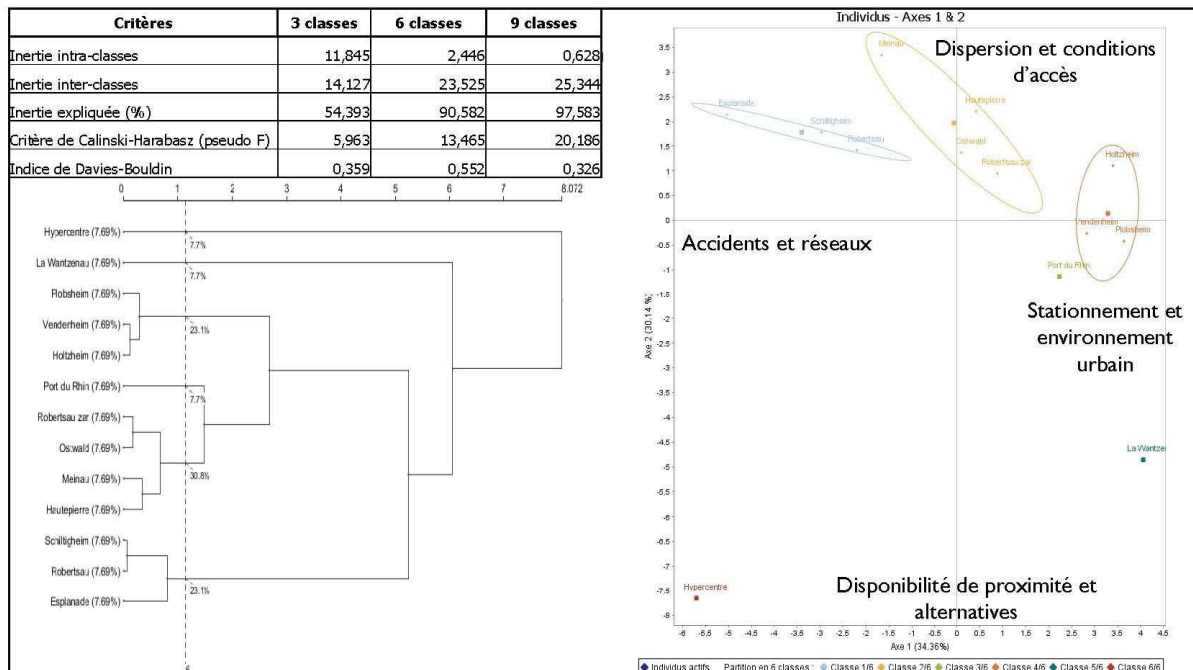
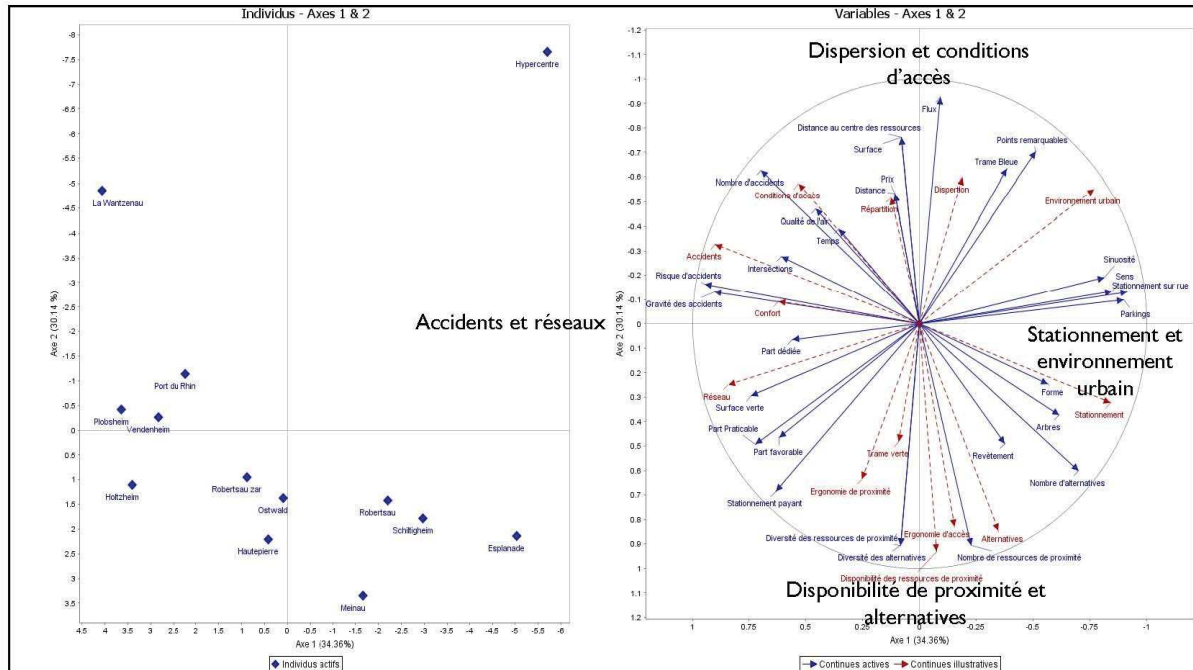


TABLE DES ILLUSTRATIONS

CARTE 1 : ERGONOMIE GLOBALE D'ACCES AUX RESSOURCES A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG	119
CARTE 2 : COMBINAISON D'INDICATEURS D'ERGONOMIE	120
CARTE 3 : CALCUL DE LA ZONE DE PROXIMITE ET DE LA ZONE DES ALTERNATIVES EN 5 MINUTES A PIED (LES RESSOURCES ETUDIEES SONT COMMUNES AUX DEUX DEMARCHES, PAR ISOCHRONE ET PAR ITINERAIRE)	123
CARTE 4 : DENSITE DES AMENAGEMENTS POUR LA MOBILITE DURABLE A L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG....	152
CARTE 5 : DECOUPAGE DE L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG EN 5 ZONES	154
CARTE 6 : DECOUPAGE UTILISE POUR LE CHOIX DES ZONES TESTS	155
CARTE 7 : TYPOLOGIE SOCIO-URBAINE DE L'EUROMETROPOLE DE STRASBOURG	157
CARTE 8 : REPARTITION DES ZONES D'ETUDES	159
CARTE 9 : POINTS D'ETUDE SELECTIONNES (REFAIRE LA CARTE ET ENTOURANT LES NOMS ET SANS EMS)	161
CARTE 10 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A L'HYPERCENTRE DE STRASBOURG	163
CARTE 11 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE AU QUARTIER DE L'ESPLANADE.....	165
CARTE 12 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE AU PORT-DU-RHIN.....	169
CARTE 13 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE AU QUARTIER DE LA MEINAU	173
CARTE 14 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE AU CENTRE DE LA ROBERTSAU.....	175
CARTE 15 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A L'EXTREMITÉ D'UNE ZONE RESIDENTIELLE DE LA ROBERTSAU	177
CARTE 16 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE AU QUARTIER DE HAUTEPIERRE	179
CARTE 17 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A SCHILTIGHEIM	181
CARTE 18 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A OSTWALD	183
CARTE 19 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A HOLTZHEIM	185
CARTE 20 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A VENDENHEIM	187
CARTE 21 : LOCALISATION DU POINT D'ETUDE A LA WANTZENAU	189
CARTE 22 : POINT D'ETUDE A PLOBSHEIM.....	191
CARTE 23 : ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE EN 5 MINUTES PAR MODE.....	201
CARTE 24 : ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE EN 10 MINUTES PAR MODE.....	204
CARTE 25 : ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE EN 20 MINUTES PAR MODE	209
CARTE 26 : ERGONOMIE D'ACCES ET LOCALISATION PAR RAPPORT AU CENTRE	220

FIGURE 1 : SCHEMA RECAPITULATIF DU CONCEPT D'ERGONOMIE (W.HACHED, 2016).....	89
FIGURE 2 : DE L'ERGONOMIE A L'ERGONOMIE SPATIALE (T. SAINT-GERAND, 2001)	92
FIGURE 3 : LA TRIADE ESPACE-RESSOURCES-POPULATION : LES RESSOURCES AU CENTRE DE L'INTERACTION ESPACE/POPULATION. (T. SAINT-GERAND, 2001)	94
FIGURE 4 : MODELE GENERAL DE L'ERGONOMIE D'ACCES	104
FIGURE 5 : INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE D'ACCES	114
FIGURE 6 : APPROCHE D'EVALUATION DE L'ERGONOMIE D'ACCES.....	118
FIGURE 7 : MODELE DE DONNEES	129
FIGURE 8 : INDICATEURS D'ERGONOMIE D'ACCES AUX RESSOURCES.....	131
FIGURE 9 : VELORUE A STRASBOURG, GOOGLE MAPS 2017	149
FIGURE 10 : COMPARAISON DE DEUX PROFILS D'ERGONOMIE EN 5 MINUTES A VELO	212
FIGURE 11 : COMPARAISON DE L'ERGONOMIE D'ACCES A VELO EN 10 MINUTES EN DEUX-POINTS D'ETUDES AUX PROFILS SIMILAIRES, MAIS AUX SCORES DIFFERENTS	214
FIGURE 12 : COMPARAISON DE L'ERGONOMIE D'ACCES A PIED ET A VELO EN 20 MINUTES POUR LE MEME POINT D'ETUDE (LA MEINAU).....	215

TABLEAU 1 : PERSPECTIVES ON ACCESSIBILITY AND COMPONENTS (GEURS & VAN WEE, 2004)	100
TABLEAU 2 : TYPOLOGIE DES ÉQUIPEMENTS — IAU ÎLE-DE-FRANCE (MANGENEY, MICHEL, & PHILIPPON, 2014)	125
TABLEAU 3 : RESSOURCES DE LA VIE QUOTIDIENNE	127
TABLEAU 4 : METHODE DE CALCUL DES INDICATEURS	137
TABLEAU 5 : DECOUPAGE DE L'EUROMETROPOLE ET BESOINS SPECIFIQUES	153
TABLEAU 6 : ZONES TEST (TYPOLOGIE SOCIO-URBAINE ET ZONES GEOGRAPHIQUES)	158
TABLEAU 7 : INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE EN 5 MINUTES A PIED, VELO ET EN VOITURE PAR POINT D'ETUDE	200
TABLEAU 8 : INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE EN 10 MINUTES A PIED, VELO ET EN VOITURE PAR POINT D'ETUDE	203
TABLEAU 9 : INDICATEUR SYNTHETIQUE DE L'ERGONOMIE EN 20 MINUTES A PIED ET A VELO	208
TABLEAU 10 : LES MODES DOUX UNE ALTERNATIVE A LA VOITURE ?	217
TABLEAU 11 : ERGONOMIE D'ACCES ET PART MODALE	218

BIBLIOGRAPHIE

Abd alkadhim, M. J. (2014). *La ville de Bagdad, Intérêts et perspectives d'une stratégie de développement*. Thèse, Grenoble.

Actu-Environnement. (2019, Aout 23). *Dictionnaire Environnement*. Consulté le Aout 23, 2019, sur Actu-Environnement: https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/sraddet-schema-regional-amenagement-developpement-durable.php4

Ademe. (2016, Décembre 12). *Cadre réglementaire*. Consulté le Juin 11, 2019, sur ademe: <https://www.ademe.fr/expertises/mobilite-transports/elements-contexte/cadre-reglementaire>

Ademe. (2017, Octobre 13). *Approche environnementale de l'urbanisme 2*. Consulté le Mai 23, 2019, sur ademe: <https://www.ademe.fr/expertises/urbanisme-amenagement/passer-a-laction/approche-environnementale-lurbanisme-2>

Ademe. (2019). *Développer le réseau et les infrastructures cyclables*. Consulté le Juin 11, 2019, sur Territoire et climat: <https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/567-209>

adequations. (2008). *La Charte d'Aalborg, 1994*. Consulté le Mai 23, 2019, sur adequations: <http://www.adequations.org/spip.php?article393>

ADEUS. (2010, fevrier). *observatoire des déplacements, enquete menages déplacements, resultats essentiels, cus, 1988-1997-2009*.

ADEUS. (2019, Septembre 20). *Enquête mobilité 2019, premiers résultats*. Consulté le Octobre 9, 2019, sur adeus.org: <http://www.adeus.org/productions/enquete-mobilite-2019>

Agenda 21. (2010). *Qu'est ce que l'Agenda 21 ?* Consulté le Mai 23, 2019, sur agenda21-valleesencevennes.fr: <http://www.agenda21-valleesencevennes.fr/quest-ce-que-lagenda-21n.html>

- ANATEEP. (2019, Juin 11). *L'avant-projet de la Loi d'orientation des mobilités est disponible*. Consulté le Juin 11, 2019, sur ANATEEP: <https://www.anateep.fr/informations/l-avant-projet-de-la-loi-d-orientation-des-mobilites-est-disponible.html>
- Baptiste, H. (2003). Evaluer la qualité d'un service de transport collectif interurbain : L'exemple du réseau ferroviaire régional. *6èmes Rencontres de Théo Quant : Nouvelles approches en Géographie Théorique et Quantitative*. Besançon.
- Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L., & Zembri, P. (2005). *Géographie des transports*. Paris: Armand Colin.
- Beauvais, J.-M. (2012). Estimation des dépenses unitaires selon les différents modes de transport en 2011.
- Bénicourt, E. (2007). Amartya Sen : un bilan critique. *Cahiers d'économie Politique / Papers in Political Economy*, 52(1), pp. 57-81.
- Bentayon, G., Perrin, E., & Richer, C. (2015). Contrat d'axe et Transit-Oriented Development : quel renouvellement de l'action publique en matière de mobilité et d'aménagement ? (Point de vue d'acteurs). *Flux*, 101-102(3), 111-123.
- Bentayou, G. (2015). Le Transit-Oriented Development nord-américain : principes et vue d'ensemble. Dans Cerema, *Les contrats d'ae français à la lumière du Transit-Oriented Development (TOD)* (pp. 56-63). Lyon: Cerema.
- Bercy infos. (2019, Janvier 22). *Bonus vélo : une aide pour l'achat d'un vélo à assistance électrique (VAE)*. Consulté le Juin 11, 2019, sur economie.gouv: <https://www.economie.gouv.fr/particuliers/prime-velo-electrique>
- Bouché, G. (2014, octobre 3). « Aller chercher les attentes des usagers » : entretien avec Gérard Bouché, consultant en ergonomie. (A. Maitre, Intervieweur)
- Boudouda, A. E. (2019). *L'impact d'une centrale nucléaire sur l'offre en équipements et services à la population : analyse spatiale du territoire de Fessenheim*. Strasbourg: Université de Strasbourg – Faculté de Géographie et d'Aménagement.

- Brenac, T., Reigner, H., & Hernandez, F. (2013). Centres-villes aménagés pour les piétons : développement durable ou marketing urbain et tri social ? *Recherche Transports Sécurité, Piétons*(2013 (04)), pp. 267-278.
- Bruyere, L. (2014). L'accessibilité à la voirie : L'essentiel de la réglementation et son actualité. *Une Voirie Pour Tous « L'accessibilité à la voirie »*. Poitiers: Cerema.
- C.Tannier, houot, H., & Epstein, D. (2014). *Attractivité (masse) des activités de commerces et services - Version 2*.
- Calthorpe, P. (1993). The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream. *Princeton Architectural Press*.
- Carfree. (2017, Mars 31). *Les 100 meilleures villes européennes en matière de vélo*. Consulté le Juin 07, 2019, sur carfree.fr: <http://carfree.fr/index.php/2017/03/31/les-100-meilleures-villes-europeennes-en-matiere-de-velo/>
- CCI Paris Ile-de-France. (2019). *Schéma directeur de la région Île-de-France SDRIF*. Consulté le Juin 13, 2019, sur Entreprises CCI-Paris-IDF: <https://www.entreprises.cci-paris-idf.fr/web/cci94/schema-directeur-de-la-region-ile-de-france>
- Cerema. (2015). *Mesurer l'accessibilité multimodale des territoires - État des lieux et analyse des pratiques*. Cerema (ex-Certu).
- CEREMA. (2018, Juillet 5). *L'observatoire des plans de mobilité rurale au 1er janvier 2018*. Consulté le Juin 13, 2019, sur CEREMA: <https://www.cerema.fr/fr/actualites/observatoire-plans-mobilite-rurale-au-1er-janvier-2018>
- Chaït, R. (2006, Septembre 11, 12 et 13). Définition de l'ergonomie, notion de contrainte et d'astreinte. Tâche et activité. Dijon: Faculté de Reims.
- Chapelon, L. (2004, Mai 7). *Accessibilité*. Consulté le Aout 14, 2019, sur <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article30#>

- CidB. (2019). *Bruit des transports terrestres*. Consulté le Aout 12, 2019, sur www.bruit.fr: <http://www.bruit.fr/boite-a-outils-des-acteurs-du-bruit/bruit-des-transports-terrestres/>
- Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis. (2019, Avril 26). *Une démarche légale*, mise à jour. Consulté le Juin 13, 2019, sur PDU CASA: http://pdu-casa.fr/demarche_legale.html
- Commune de Holtzheim. (2018). *les labels*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur [holtzheim](http://www.holtzheim.alsace/les-labels/): <http://www.holtzheim.alsace/les-labels/>
- Conesa, A., & L'Hostis, A. (2010). Définir l'accessibilité intermodale. Dans A. Banos, & T. Thévenin, *Systèmes de Transport Urbain* (Vol. IGAT, p. 24). Hermès.
- Courcelle-Seneuil, J.-G. (1858). *Livre Traité théorique et pratique d'économie politique*. Paris, France: Guillaumin et cie.
- CTS. (2019, Juin 11). *Grâce à la tarification solidaire proposée par l'Eurométropole de Strasbourg, vous pouvez bénéficier d'un tarif préférentiel pour votre abonnement mensuel, calculé en fonction de votre âge et de votre Quotient Familial (QF)*. Consulté le Juin 11, 2019, sur [cts-strasbourg](https://www.cts-strasbourg.eu/fr/Agence-en-ligne/tarification-solidaire/): <https://www.cts-strasbourg.eu/fr/Agence-en-ligne/tarification-solidaire/>
- CTS. (2019). *Parkings relais*. Consulté le Février 11, 2019, sur CTS: <https://www.cts-strasbourg.eu/fr/se-deplacer/Parkings-relais/>
- Cui, M., & Levinson, D. (2018). Full cost accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, 11(1), pp. 661-679.
- Delorme, G. (2015, Juin 19). *Le chiffre du mois : 40%*. Consulté le Juin 09, 2019, sur Cerema.fr: <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/newsletters/transflash/transflash-ndeg-398-juin-2015/chiffre-du-mois-40>
- Deluzarche, C. (2017, Octobre). *Transport et CO2 : quelle part des émissions ?* (Futura Sciences) Consulté le Juin 04, 2019, sur Futura Planète: <https://www.futura->

sciences.com/planete/questions-reponses/pollution-transport-co2-part-emissions-1017/

Donzel, A. (2015). Transition écologique et modes de développement urbain. Dans I. Hajek, P. Hamman, & J.-P. Lévy, *De la ville durable à la nature en ville* (pp. 79-97). Presses Universitaires du Septentrion.

Dos Santos, A. (2016). *Renouveler la ville, reproduire la nature, une socio-anthropologie des processus décisionnels et des relations à la nature au sein d'un projet urbain durable*. Thèse, Lille.

DREAL Centre-Val de Loire. (2017, Septembre 14). *Les Plans de Mobilité Rurale*. Consulté le Juin 13, 2019, sur DREAL Centre-Val de Loire: <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-plans-de-mobilite-rurale-a2767.html>

DREAL Centre-Val de Loire. (2017, Novembre 14). *Loi d'orientation sur les transports intérieurs (1982)*. Consulté le Juin 11, 2019, sur DREAL Centre-Val de Loire: <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/loi-d-orientation-sur-les-transport-interieurs-a2672.html>

DREAL Centre-Val de Loire. (2019, Mars 20). *Les stratégies nationales*. Consulté le Juin 11, 2019, sur DREAL Centre-Val de Loire: <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-strategies-nationales-r1094.html>

DREAL Grand Est. (2018, Décembre 20). *La mise en œuvre des politiques de mobilité durable*. Consulté le Juin 09, 2019, sur grand-est developpement durable: <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/la-mise-en-oeuvre-des-politiques-de-mobilite-r236.html>

DRIEA Ile-De-France. (2017, Mars 20). *Le schéma directeur de la région île-de-France (SDRIF)*, modifié. Consulté le Juin 13, 2019, sur DRIEA Ile-De-France: <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-schema-directeur-de-la-region-ile-de-france-a5197.html>

Dumolard, P. (1999). Accessibilité et diffusion spatiale. *Espace géographique*, tome 28(3), 205-214.

Eurométropole de Strasbourg. (2012, Janvier 23). *Plan piéton*. Consulté le Juin 13, 2019, sur Strasbourg.eu: <https://www.strasbourg.eu/plan-pieton>

Eurométropole de Strasbourg. (2012). *Plan piéton, ville de Strasbourg, 2011-2020*. Strasbourg: Eurométropole de Strasbourg. Consulté le février 14, 2019, sur <https://www.strasbourg.eu/documents/976405/1084289/0/da7382b2-0635-8f90-cd63-d7d65f17be4d>

Eurométropole de Strasbourg. (2017, Septembre 15). *Tramway : 1er réseau de France*. Récupéré sur Eurométropole de Strasbourg: <http://www.strasbourg.eu/developpement-rayonnement/transports-et-infrastructures/exemplarite-strasbourg/tram-1er-reseau>

Eurométropole de Strasbourg. (2017, 09 15). *Tramway : 1er réseau de France*. Récupéré sur Eurométropole de Strasbourg: <http://www.strasbourg.eu/developpement-rayonnement/transports-et-infrastructures/exemplarite-strasbourg/tram-1er-reseau>

Eurométropole de Strasbourg. (2017, Septembre 15). *www.strasbourg.eu*. Récupéré sur mobilités innovantes: <http://www.strasbourg.eu/developpement-rayonnement/developpement-economique/filieres-innovantes/mobilites-innovantes>

Eurométropole de Strasbourg. (2017, 09 15). *www.strasbourg.eu*. Récupéré sur mobilités innovantes: <http://www.strasbourg.eu/developpement-rayonnement/developpement-economique/filieres-innovantes/mobilites-innovantes>

Eurométropole de Strasbourg. (2019). *A vélo*. Consulté le Juin 13, 2019, sur Strasbourg.eu: <https://www.strasbourg.eu/a-velo>

Eurométropole de Strasbourg. (2019). *L'autopartage à Strasbourg*. Consulté le Février 11, 2019, sur Strasbourg Eurométropole: <https://www.strasbourg.eu/autopartage-strasbourg>

Eurométropole de Strasbourg. (2019). *Ostwald*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur Strasbourg: <https://www.strasbourg.eu/ostwald>

- Eurométropole de Strasbourg. (2019). *Plobsheim*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur Strasbourg eurométropole: <https://www.strasbourg.eu/plobsheim>
- Eurométropole de Strasbourg. (2019). *Schiltigheim*. Consulté le Janvier 23, 2019, sur Strasbourg.eu eurométropole: <https://www.strasbourg.eu/schiltigheim>
- Fasla, E. H. (2013). L'Ergonomie, à la recherche ...du bien être au travail. *16ème université d'été Sur le thème : « Mieux être au travail et performance de l'entreprise »*. Tunis: ARFORGHE.
- Fédération française de cyclotourisme. (2019). *Charte cyclable*. Fédération française de cyclotourisme.
- Figaro. (2018, Décembre 07). *OMS: 1,35 million de morts sur les routes par an dans le monde*. Consulté le Aout 12, 2019, sur [www.lefigaro.fr](http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2018/12/07/97001-20181207FILWWW00043-oms-135-million-de-morts-sur-les-routes-par-an-dans-le-monde.php): <http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2018/12/07/97001-20181207FILWWW00043-oms-135-million-de-morts-sur-les-routes-par-an-dans-le-monde.php>
- Fleury, D. (2009). L'ergonomie spatiale, réflexion sur une avancée conceptuelle. (GETUM, Éd.) *Transports urbains*(116).
- Fosset, P., Banos, A., Beck, E., Chardonnel, S., Lang, C., Marilleau, N., . . . Thévenin, T. (2016, Janvier 16). Exploring Intra-Urban Accessibility and Impacts of Pollution Policies with an Agent-Based Simulation Platform: GaMiroD. *Systems*, 4(1).
- Frankhauser, P. (1994). *La fractalité des structures urbaines*. Paris: Economica.
- GEOPLC. (2019, Mai 23). *Le Grenelle de l'environnement*. Récupéré sur [geoplac](https://www.geoplac.com/le-grenelle-de-l'environnement/le-grenelle-de-l'environnement/): <https://www.geoplac.com/le-grenelle-de-l'environnement/le-grenelle-de-l'environnement/>
- GEOPLC. (2019, Mai 23). *Lexique sur les CEE (Certificats d'économies d'énergie)Comprendre les termes employés sur les certificats d'économies d'énergie*. Récupéré sur [geoplac](https://www.geoplac.com/lexique/pope/): <https://www.geoplac.com/lexique/pope/>

- Geurs, K., & Van Wee, B. (2004, Juin 01). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.
- Ghédira, A. (2015). *Planificatin urbaine et développement durable en Tunisie, vers une nouvelle conception de la conduite publique des systèmes de déplacement et de localisation*. Thèse, Paris.
- Grandlyon. (2010). *Cohérence des dimensions : référentiel conception et gestion des espaces publics*. Grandlyon: Grandlyon.
- Héran, F. (2011, Juin). *Comment Strasbourg est devenue la première ville cyclable de France*. Consulté le Septembre 11, 2019, sur heran.univ-lille1.fr: <http://heran.univ-lille1.fr/wp-content/uploads/Etude-cas-Stbg-11.pdf>
- Héran, F. (2011). *La ville morcelée, effets de coupure en milieu urbain*. Paris: Economica.
- Huriot, J.-M., & Perreur, J. (1994). L'accessibilité. Dans J.-P. Auray, A. Bailly, P.-H. Derycke, & J.-M. Huriot, *Encyclopédie d'économie spatiale: concepts, comportements, organisations* (pp. 55-59). Paris: Economica.
- Huriot, J.-M., & Perreur, J. (1998). Proximités et distances en théorie économique spatiale. Dans J.-M. Huriot, *La ville ou la proximité organisée* (pp. 17-29). anthropos.
- IEA. (2000). *Définitions*. Consulté le Juillet 02, 2017, sur Société d'Ergonomie de Langue Française: <https://ergonomie-self.org/lergonomie/definitions-tendances/>
- Illich, I. (1973). *Energie et équité*. Paris: Seuil.
- INRA. (2017, Décembre 08). *Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : quels leviers pour en maîtriser l'expansion ou les effets ?*, Mise à jour. Consulté le Aout 12, 2019, sur <http://presse.inra.fr/Communiqués-de-presse/sols-artificialisés-et-processus-d-artificialisation-des-sols>
- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet*. Consulté le janvier 23, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67506>

- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet. Commune de Holtzheim (67212)*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67212>
- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet. Commune de la Wantzenau (67519)*. (D. c. (67519), Producteur, & insee) Consulté le Janvier 23, 2019, sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67519>
- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet. Commune de Plobsheim (67378)*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67378#chiffre-cle-7>
- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet. Commune de Schiltigheim (67447)*. Consulté le Janvier 23, 2019, sur Insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67447>
- INSEE. (2018, Décembre 13). *Dossier complet. Commune de Strasbourg (67482)*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67482#chiffre-cle-7>
- INSEE. (2018, Décembre 3). *Dossier complet. Commune d'ostwald (67365)*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67365#chiffre-cle-7>
- INSEE. (2018, Décembre 3). *Dossier complet. Commune d'ostwald (67365)*. Consulté le Janvier 24, 2019, sur insee: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-67365#chiffre-cle-7>
- Jastrzebowski, W. (2000). *An outline of Ergonomics, or the Science of Work, Based on the Truths Taken from the Natural Science 1857*. (C. I. 2000 Edition, Éd.) Warsaw, Poland: Central Institute for Labour Protection.
- J-P. Antoni. (2014). *Modélisation et anticipations urbaines - éléments théoriques pour une approche géo-ergonomique*.

- Kahn, R. (2019, Juillet 9 et 10). *Le rôle des paradigmes économiques dans les trajectoires des politiques en faveur de la mobilité durable (Les outils cognitifs de la mobilité durable)*. Colloque RED, Aix-en-provence, MMSH.
- Kahn, R., & Brenac, T. (2018). Les modèles économiques implicites des acteurs du développement territorial : l'exemple de la mobilité durable. *ASRDLF*, 20.
- Kaufmann, V. (2007). De la mobilité à la motilité. Dans M. Bassand, V. Kaufmann, & D. Joye, *Enjeux de la sociologie urbaine* (p. 94). Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes (collection science, technique et société).
- Kaufmann, V., Pflieger, G., Jemelin, C., & Barbey, J. (2007, Avril 25). *Inégalités sociales d'accès : quels impacts des politiques locales de transport ?* Consulté le Juin 06, 2019, sur EspacesTemps.net: <https://www.espacestems.net/articles/mobilites/>
- Kuorinka, I. (2000). History of the International Ergonomics Association: The first quarter of a century. (T. LEVENTI, Ed.) IEA Press.
- La banque mondiale. (2019). *Mortalité par accident de la route (pour 100 000 hab.)*. Consulté le Aout 12, 2019, sur donnees.banquemondiale.org:
<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SH.STA.TRAF.P5>
- Laville, A. (1976). L'Ergonomie. Dans D. Claude, & PUF (Éd.), *Sociologie du travail* (éd. Avril-juin 1977, p. 215). Paris: Que Sais-je ?
- Legifrance. (2007, Janvier 15). *Arrêté du 15 janvier 2007 portant application du décret n° 2006-1658 du 21 décembre 2006 relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics*. Consulté le Aout 22, 2019, sur [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr/):
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000646680>
- Legifrance. (2015, Aout 07). *LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République*. Consulté le Aout 23, 2019, sur [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr/):
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000030985460&categorieLien=id>

- legifrance. (2016, Août 03). *Décret n° 2016-1071 du 3 août 2016 relatif au schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires*. Consulté le Août 23, 2019, sur [legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr/):
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032967812&categorieLien=id>
- Legifrance. (2019, Juin 5). *Code des transports, Section 2 : Le schéma régional de l'intermodalité*, modifiée. Consulté le Juin 13, 2019, sur Legifrance:
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idSectionTA=LEGISCTA000028528775&cidTexte=LEGITEXT000023086525&dateTexte=20141115>
- Lejeune, S. (2004). *Et l'ergonomie de la ville, vous y avez pensé? Pour une ville accessible à tous*. Lyon: CERTU.
- Loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs. (1982, Décembre 30). Consulté le Juin 11, 2019, sur Legifrance:
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000319738&dateTexte=20190611#>
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: The MIT Press.
- Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., Vries, S. d., & Spreeuwenberg, P. (2006, Juin 21). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology & Community Health*(60), 587-592.
- Maillot, S., & Peter, A. (2015). Reconfigurer la ville pour le piéton. Dans A. Masbouni, *Ville et voiture* (pp. 82-87). Marseille: Parenthèses.
- Mairie de Vendenheim. (2015). *L'histoire de Vendenheim*. Consulté le Janvier 23, 2019, sur Mairie de Vendenheim: <https://vendenheim.fr/votre-collectivite/lhistoire-de-vendenheim/>
- Mangeney, C., Michel, Y., & Philippon, A. (2014). *Les polarités d'équipements et services en Île-de-France*. Paris: IAU île-de-France.

- Marchal, Q. (2019, Juin 04). *Le classement des villes françaises les plus affectées par les embouteillages*. Consulté le Aout 12, 2019, sur www.rtl.fr:
<https://www.rtl.fr/actu/debats-societe/le-classement-des-villes-francaises-les-plus-affectees-par-les-embouteillages-7797767942>
- Martin, P. (2018, décembre 1). *Tout ce qu'il faut savoir sur les COP, ces conférences internationales sur le climat*. Consulté le Mai 23, 2019, sur [franceinter](http://franceinter.fr):
<https://www.franceinter.fr/emissions/le-mot-de-la-semaine/le-mot-de-la-semaine-01-decembre-2018>
- Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales. (2014, Mai 14). *Schéma de cohérence territoriale (SCoT)*. Consulté le Juin 13, 2019, sur Cohésion Territoires: <http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/schema-de-coherence-territoriale-scot>
- Ministère de la transition écologique et solidaire / Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales. (2018, Décembre 03). *Données sur le parc des véhicules au 1er janvier 2018*. Consulté le Juin 05, 2019, sur Données et études statistiques: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-des-vehicules-au-1er-janvier-2018>
- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2016, Décembre 13). *Loi de transition énergétique pour la croissance verte*. Consulté le Mai 23, 2019, sur [ecologique solidaire](http://ecologique-solidaire.gouv.fr): <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>
- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2017, Mai 30). *Autopartage en France*. Consulté le Aout 20, 2019, sur <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/autopartage-en-france>
- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2017, Novembre 09). *Bruit et nuisances sonores*. Consulté le Aout 12, 2019, sur <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/bruit-et-nuisances-sonores>

- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2017, Juillet 28). *Le covoiturage en France*. Consulté le Aout 20, 2019, sur <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/covoiturage-en-france>
- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2018, Avril 16). *Certificats qualité de l'air : Crit'Air*. Consulté le Juin 11, 2019, sur [ecologique-solidaire: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair)
- Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2019). *Prime à la conversion des véhicules 2019*. Consulté le Juin 11, 2019, sur [prime à la conversion: https://www.primealaconversion.gouv.fr/dboneco/accueil/](https://www.primealaconversion.gouv.fr/dboneco/accueil/)
- Ministère des Solidarités et de la Santé. (2019, Mai 20). *Qualité de l'air : Sources de pollution et effets sur la santé*, mise à jour. Consulté le Juin 04, 2019, sur [Ministère des Solidarités et de la Santé: https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/qualite-de-l-air-exterieur-10984/article/sources-de-pollution-et-effets-sur-la-sante](https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/qualite-de-l-air-exterieur-10984/article/sources-de-pollution-et-effets-sur-la-sante)
- Ministère des Transports de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports. (2018, Juillet 04). *Transporter le Québec vers la modernité : Politique de mobilité durable - 2030*. Québec.
- Ministère du Travail. (2019, Janvier 02). *La prise en charge des frais de transport par l'employeur*, mise à jour. Consulté le Juin 11, 2019, sur [travail-emploi: https://travail-emploi.gouv.fr/droit-du-travail/la-remuneration/article/la-prise-en-charge-des-frais-de-transport-par-l-employeur](https://travail-emploi.gouv.fr/droit-du-travail/la-remuneration/article/la-prise-en-charge-des-frais-de-transport-par-l-employeur)
- Mirguet, O. (2010, Janvier 27). *La voiture perd 7 points à Strasbourg*. Consulté le Juin 06, 2019, sur [Ville, Rail et Transports: https://www.ville-rail-transports.com/mobilite/la-voiture-perd-7-points-a-strasbourg-3/](https://www.ville-rail-transports.com/mobilite/la-voiture-perd-7-points-a-strasbourg-3/)
- Miserey, Y. (2013, Mai 24). *La «marchabilité», paramètre méconnu du milieu urbain*. Consulté le Aout 22, 2019, sur [Le Figaro.fr: http://sante.lefigaro.fr/actualite/2013/05/24/20580-marchabilite-parametre-meconnu-milieu-urbain](http://sante.lefigaro.fr/actualite/2013/05/24/20580-marchabilite-parametre-meconnu-milieu-urbain)

- Montmollin, M. D. (1967). *Les systèmes hommes-machines*. PUF.
- Montmollin, M. D. (1986). *L'intelligence de la tâche : Éléments d'ergonomie cognitive*. Berne: Peter Lang.
- Munafò, S., & Bierlaire, M. (2017). La densité urbaine permet-elle de favoriser une mobilité plus durable ? Dans M. Bierlaire, V. Kaufmann, & P. Rérat, *La mobilité en questions* (pp. 124-140). Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).
- Nations Unies. (1992). *Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. New York.
- Nicolas, J.-P., Pochet, P., & Poimboeuf, H. (2002). Mobilité urbaine et développement durable : quels outils de mesure pour quels enjeux. *Les Cahiers scientifiques du transport*(41), pp. 53-76.
- Nouvelles mobilités et véhicules écologiques. (2013, Février 01). *La multimodalité et l'intermodalité*. Consulté le Aout 20, 2019, sur <http://blogs.senat.fr>: http://blogs.senat.fr/nouvelles_mobilites/solutions/les-nouveaux-services/la-multimodalite/
- OCDE. (2004). *Communicating environmentally sustainable transport. The role of soft measures*. Paris: OCDE.
- Orfeuill, J.-P. (2015). Perspectives. Dans J.-P. Orfeuill, & F. Ripoll, *Accès et mobilités : Les nouvelles inégalités* (pp. 95-98). Gollion, Suisse: Infolio.
- Papon, F. (2002, Avril 16). La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité ? - 1ère partie : le temps et l'argent. (L. E. Economiques, Éd.) *Transports*(412), 84-94.
- Papon, F. (2003). La ville à pied et à vélo. Dans D. Pumain, & M.-F. Mattei, *Données urbaines* 4 (pp. 75-85). Paris: Anthropos.
- Pedibus Genève. (2019). *Sécurité, assurances et conseils*. Consulté le Juin 14, 2019, sur [pedibus-geneve: https://pedibus-geneve.ch/securite-assurances-et-conseils/#main](https://pedibus-geneve.ch/securite-assurances-et-conseils/#main)

- Pinson, D. (2004). Environnementeturbanisation. Dans H. Domenach, & M. Picouet, *Environnement et populations : la durabilité en question* (pp. 32-51). Paris: L'Harmattan.
- Piombini, A. (2006). *Modélisation des choix d'itinéraires pédestres en milieu urbain. Approche géographique et paysagère*. Franche-Comté: Géographie. Université de Franche-Comté.
- Plobsheim. (2019). *Historique*. Consulté le Janvier 25, 2019, sur Plobsheim: <http://www.plobsheim.fr/index.php?page=historique>
- Propeck, E. (2018). Evaluer les disparités induites par les politiques de mobilité durable sur les conditions d'accès aux ressources de la vie quotidienne : Une approche basée sur le concept d'ergonomie spatiale. Strasbourg.
- Propeck, E., Saint-Gérard, T., Khan, R., & Haniotou, H. (2016). *ANR RED Risque de perte d'ergonomie dans la vie quotidienne*.
- Propeck-Zimmermann, E., Saint-Gérard, T., Haniotou, H., Lizard, S., & Medjkane, M. (2018, Mai 25). *Ergonomie spatiale pour territoires résilients : approches et perspectives*. Consulté le Juillet 02, 2019, sur Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement: <https://journals.openedition.org/vertigo/20109#authors>
- R. Lanteri et G. Ignazi CERTU. (2005). *Accessibilité des espaces publics urbains*.
- Raffaud, F. (2003). *L'urbain, l'environnement et le développement durable en France, essai d'analyse - Revue Urbanisme 1964-2000*. Thèse, Pau.
- Reigner, H. (2013). *Sous les pavés de la qualité urbaine. Gouvernement des territoires, gouvernement des conduites et formes renouvelées de la domination dans la ville néohygiéniste*. Paris: Institut d'études politiques de Paris.
- Reigner, H., Brenac, T., & Hernandez, F. (2013). *Nouvelles idéologies urbaines: dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

- Reymond, H. (1998). Approches nouvelles de la coalescence. Dans H. Reymond, C. Cauvin, & R. Kleinschmager, *L'espace géographique des villes: pour une synergie multistrates* (pp. 21-48). Paris: Anthropos.
- Richer, C., & Palmier, P. (2011, Mars). Mesurer l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence de Lille Métropole. : Proposition d'une méthode d'évaluation multi-critères pour l'aide à la décision : Proposition d'une méthode d'évaluation multi-critères pour l'aide à la décision. Grenoble, France.
- S.Lejeune, C. (2004). *Et l'ergonomie de la ville, vous y avez pensé? Pour une ville accessible à tous*.
- Saint-Gerand, T. (2002). *S.I.G. : Structures conceptuelles pour l'analyse spatiale, H.D.R.* Caen: Université de Caen.
- Saint-Gérard, T., Propeck-Zimmermann, E., HACHED, W., Liziard, S., Medjkane, M., Conesa, A., . . . Khan, R. (2019). Mobilité durable et mobilisation des ressources : une approche par l'ergonomie. Dans H. Reigner, & T. Brenac, *Les risques émergents de la mobilité durable*. en cours de publication.
- Salze, P., Banos, A., Oppert, J.-M., Charreire, H., Casey, R., Simon, C., . . . Weber, C. (2011, Aout 26). Estimating spatial accessibility to facilities on the regional scale: an extended commuting-based interaction potential model. (B. Central, Éd.) *International Journal of Health Geographics*, 10, 2.
- Sebek, A., & Servant, L. (2004, Octobre 01). *Pollution atmosphérique et les transports franciliens*. (IAURIF) Consulté le Juin 04, 2019, sur IAU: <https://www.iau-idf.fr/nos-travaux/publications/pollution-atmospherique-et-les-transports-franciliens.html>
- Sénat. (2019, Avril 9). *Orientation des mobilités*. Consulté le Juin 11, 2019, sur Sénat: http://www.senat.fr/espace_presse/actualites/201902/orientation_des_mobilites.html
- Service-Public.fr. (2019, Juin 07). *Trottinettes électriques, monoroues, gyropodes, hoverboard : ce qui va changer*. Consulté le Aout 20, 2019, sur <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A13391>

- SMTC. (2008). *Plan de Déplacements Urbains de l'agglomération clermontoise*. Clermont-Ferrand: Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise.
- Statista. (2019). *Longueur des lignes du tramway de Paris par ligne 2009-2016*. Consulté le Juin 11, 2019, sur statista: <https://fr.statista.com/statistiques/489674/longueur-lignes-tramway-paris/>
- STIF. (2005). *Compte déplacements de voyageurs en Ile-De-France pour l'année 2003*. rapport d'actualisation 2003, Paris.
- Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J.-P. (2009). *Performances économiques et progrès social. Vers de nouveaux systèmes de mesure*. Paris: Odile Jacob.
- Territoires à Energie Positive. (2016, Avril). *Le développement de l'électromobilité : quels enjeux pour les territoires ruraux ?* Consulté le Aout 20, 2019, sur <http://www.territoires-energie-positive.fr/accompagner/le-developpement-de-l-electromobilite-quels-enjeux-pour-les-territoires-ruraux>
- TomTom. (2019). *Traffic Index 2018*. Consulté le Aout 12, 2019, sur https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/
- Vélhop. (2019, Juin 11). *Abonnements Velhop*. Consulté le Juin 11, 2019, sur velhop: <https://velhop.strasbourg.eu/tarifs-location-velo/abonnements-location-vhelo-longue-duree/>
- Verry, D., & Nicolas, J.-P. (2005). *Indicateurs de mobilité durable : de l'état de l'art à la définition des indicateurs dans le projet SIMBAD*. Laboratoire d'Économie des Transports.
- Vie-Publique. (2019, Avril 03). *Projet de loi d'orientation des mobilités*. Consulté le Juin 11, 2019, sur Vie publique: <https://www.vie-publique.fr/actualite/panorama/texte-discussion/projet-loi-orientation-mobilites.html>
- Vivre en Ville. (2019, Aout 22). *POTENTIEL PIÉTONNIER*. (V. e. Ville, Éd.) Consulté le Aout 22, 2019, sur Collectivitesviabiles.org: <http://collectivitesviabiles.org/articles/potentiel-pietonnier.aspx#references-content>

- Weber, J., & Kwan, M.-P. (2003, Décembre 01). Evaluating the effects of geographic contexts on individual accessibility : A multilevel approach. *Urban Geography*, 24(8), 647-671.
- Wood, D. (1978). Introducing the cartography of reality. Dans M. Samuels, & D. Ley, *Humanistic Geography: Prospects and Problems* (pp. 207-219). Chicago: Maaroufa Press.

Wassim HACHED

Ergonomie d'accès aux ressources de la vie quotidienne en mobilité douce

Résumé

Aujourd'hui, de nombreuses agglomérations cherchent à promouvoir les mobilités durables. Leurs politiques conduisent à réduire la place de l'automobile, à développer les aménagements piétonniers et cyclables et/ou à renouveler les transports en commun. Se pose alors la question des effets de ces politiques sur les conditions d'accès aux ressources du quotidien. Les aménagements en faveur de la mobilité durable sont-ils configurés de façon à permettre la satisfaction des besoins de l'ensemble de la population ? Les modes doux offrent-ils une alternative crédible à la voiture ? Globalement ou de façon sélective ? Pour y répondre, cette thèse présente une démarche d'analyse géographique fondée sur le concept d'ergonomie spatiale. L'application à 13 zones tests, à l'aide d'un système d'information géographique, a permis de révéler des situations clivantes au sein de l'Eurométropole de Strasbourg, d'étudier finement les situations différenciées et de les mettre en perspective des profils socio-démographiques pour en analyser les disparités sociospatiales.

Mots-clés

Mobilité durable, Ergonomie spatiale, accès aux ressources quotidiennes, modes doux, disparités socio-spatiales.

Abstract

Today, many cities are seeking to promote sustainable mobility. Their policies have already reduced the car's place, developed pedestrian and bicycle facilities and / or renewed public transport. This raises the question of the effects of these policies on the conditions of access to everyday resources. Are the arrangements for sustainable mobility configured to meet the needs of the entire population? Do soft modes offer a credible alternative to the car? Globally or selectively? To answer this question, this thesis presents a geographical analysis approach based on the concept of spatial ergonomics. The application to 13 test areas, using a geographic information system, has revealed cleavage situations within the l'Eurométropole of Strasbourg, to study finely differentiated situations and to put them in perspective with socio-demographic profiles to analyze socio-spatial disparities.

Keywords

Sustainable mobility, spatial ergonomics, access to everyday resources, soft modes, socio-spatial disparities.