



IFSTTAR – Unité de recherche Mécanismes d'accidents (MA)
Dominique Fleury, Jean-François Peytavin, Sylvanie Godillon, Quentin Valcke

Laboratoire Géosyscom, Université de Caen
Thierry Saint-Gérand, Mohand Medjkane, Mathilde Anger, Karim Bensaïd

Laboratoire Live, Université de Strasbourg
Eliane Propeck

CETE Méditerranée
Marine Millot

PROJETS URBAINS DE COHERENCE FONCTIONS / RESEAUX

(Projet « L'espace des risques routiers » - E2R)

Rapport Final

PREDIT Groupe Opérationnel N° 2 : Qualité des systèmes de transport
Décisions de subvention N° 08 MT S 027 et N° 08 MT S 028

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer
Direction de la Recherche et de l'Innovation

*Rapport de convention IFSTTAR/DRI
Mars 2011*



Les auteurs :

Dominique Fleury, Jean-François Peytavin, Sylvanie Godillon, Quentin Valcke
IFSTTAR – Unité de recherche Mécanismes d'accidents (MA)

Thierry Saint-Gérand, Mohand Medjkane, Mathilde Anger, Karim Bensaïd
Laboratoire Géosyscom, Université de Caen

Eliane Propeck
Laboratoire Live, Université de Strasbourg

Marine Millot
CETE Méditerranée

Les Unités de recherche :

IFSTTAR – Unité de recherche Mécanismes d'accidents (MA)
Chemin de la Croix Blanche – 13300 SALON-DE-PROVENCE

GEOSYSCOM / CIRTAI FRE CNRS 2795, Université de Caen
Esplanade de la Paix – 14032 CAEN CEDEX

LIVE - ERL 7230, Université de Strasbourg Faculté de Géographie et d'Aménagement
3 rue de l'Argonne – 67000 STRASBOURG

CETE Méditerranée
Pôle d'Activités – BP 37000 – 13791 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 3



Copyright : Reproduction autorisée sous réserve d'en mentionner l'origine

Réalisation : IFSTTAR – Site Marseille-Salon de Provence – Chemin de la Croix Blanche – 13300 Salon de Provence - France

Fiche bibliographique

1 UR (1er auteur) Mécanismes d'accidents (MA)		2 Projet n°		3 IFSTTAR	
4 Titre Projets urbains de cohérence fonctions / réseaux					
5 Sous-titre Projet « L'espace des risques routiers »				6 Langue Français	
7 Auteur(s) Dominique Fleury, Jean-François Peytavin, Sylvanie Godillon, Quentin Valcke (IFSTTAR – Unité de recherche Mécanismes d'accidents), Thierry Saint-Gérand, Mohand Medjkane, Mathilde Anger, Karim Bensaïd (Laboratoire Géosyscom, Université de Caen), Eliane Propeck (Laboratoire Live, Université de Strasbourg), Marine Millot (CETE Méditerranée)				8 Rattachement ext.	
9 Nom adresse financeur, co-éditeur Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer Direction de la Recherche et de l'Innovation Tour Voltaire 92055 La Défense Cedex				10 N° contrat, conv. N°08 MT S 027 et N°08 MT S 028	
				11 Date de publication Mars 2011	
12 Remarques					
13 Résumé En France, la conception d'une réelle stratégie centrée localement sur le pilotage de l'action par la sécurité, n'est pas développée, même si les PDU ont aussi pour objectif de l'améliorer. S'intéresser à la prise en compte de la sécurité dans une stratégie d'action d'aménagement oblige à connaître les risques encourus par des populations, des modes et des territoires. Une telle analyse demande un diagnostic préalable. La première phase du projet E2R étudie les risques de différents modes. Plusieurs rapports thématiques ont ainsi été publiés sur la sécurité des bicyclettes, des DRM, des véhicules lourds. Les réflexions sur l'objectif "Zéro tué usagers vulnérables" d'autre part nous ont obligés à approfondir la question des outils d'information géographique, pour représenter les analyses faites sur le risque des territoires, mais également spatialiser les discours de nos interlocuteurs et contribuer ainsi à approfondir leurs propres analyses.					
14 Mots clés Sécurité Routière, SIG, bicyclettes, 2 Roues à Moteur, Véhicules Lourds, Outils d'analyse spatiale				15 Diffusion -	
16 Nombre de pages 204	17 Prix -	18 Confidentiel jusqu'au -		19 Bibliographie Oui	

Publication data form

1 UR (1st author) MA		2 Projet n°		3 IFSTTAR	
4 Title Urban planning for coherency functions / networks					
5 Subtitle Project "Road risk Space"				6 Language F	
7 Author(s) Dominique Fleury, Jean-François Peytavin, Sylvanie Godillon, Quentin Valcke (IFSTTAR – Unité de recherche Mécanismes d'accidents), Thierry Saint-Gérand, Mohand Medjkane, Mathilde Anger, Karim Bensaïd (Laboratoire Géosyscom, Université de Caen), Eliane Propeck (Laboratoire Live, Université de Strasbourg), Marine Millot (CETE Méditerranée)				8 Affiliation	
9 Sponsor, co-editor, name and address Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer Direction de la Recherche et de l'Innovation Tour Voltaire 92055 La Défense Cedex				10 Contract, conv. N°08 MT S 027 and N°08 MT S 028	
				11 Date of publication March 2011	
12 Notes					
13 Summary In France, there has been no development of real local strategy designs based on guiding actions through a focus on safety, although PDUs (Urban Travel Plans) are supposed to improve the situation. Studying how safety is taken into account in a development action strategy entails understanding the risks run by the populations, travel modes and territories. This kind of analysis requires a prior diagnosis. The first phase of the E2R project studied the risk of different travel modes. Several thematic reports have been published on bicycle, powered two-wheeler and heavy vehicle safety. Discussions on the "Zero vulnerable road users killed" objective have also required us to look further into the question of geographical information tools for representing analyses carried out on area risks, but also to spatialise our interlocutors' messages and thus contribute to improving their analyses as well.					
14 Key Words Road Safety, GIS, bicycle, powered two-wheeler, heavy vehicle, spatial analysis tools				15 Distribution statement -	
16 Nb of pages 204		17 Price -	18 Declassification date -		19 Bibliography Yes

Table des matières

Synthèse	5
Summary	17
Introduction	29
CHAPITRE 1	31
Le risque routier est-il un risque comme les autres ?	31
1. Quelle stratégie pour l'intégration de la sécurité dans les systèmes socio-techniques ?	33
1.1. La prise en compte de la sécurité dans d'autres secteurs d'activité	33
1.2. En SR aussi, d'autres pratiques sont possibles : exemple de la vision zéro suédoise	34
1.3. Une approche pragmatique : l'exemple londonien et le pilotage par les financements	35
2. La difficulté d'une démarche stratégique dans le contexte français	36
2.1. Difficulté de la déclinaison locale d'une politique nationale	36
2.2. La difficulté d'intégrer la SR dans les pratiques de l'aménagement	37
2.3. Un point fort : l'intégration de la SR dans l'action quotidienne	38
2.4. Une trop faible mobilisation sociale	39
3. Les difficultés techniques actuelles	39
3.1. Une certaine vision de l'espace public	39
3.2. Difficulté d'une approche par la quantification des effets	40
3.3. La difficulté de l'évaluation	41
4. Propositions pour améliorer les pratiques actuelles	42
4.1. Comment améliorer les outils et les procédures ?	42
4.2. Quel cadre méthodologique ?	43
5. Le projet E2R	45
5.1. Un outil de recherche	45
5.2. La mise en place d'une stratégie Zéro tué Usagers Vulnérables	45
5.3. La structure du projet E2R	46
CHAPITRE 2	49
Analyse de l'insécurité par mode dans la métropole lilloise	49
1. Méthodes	51
1.1. L'extraction des corpus d'accidents	51
1.2. Les corpus de PV étudiés	52
1.3. Le Géocodage	54
1.4. Les distances Lieu d'habitat / Lieu d'accident	55
1.5. Le bordereau de codage des PV	55
1.6. Le codage des scénarios-types	57
1.7. Le codage des blessures	61
1.8. Les enjeux de sécurité par mode	63

2. Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise.....	64
3. Synthèse de l'analyse des accidents de DRM.....	71
4. Synthèse de l'analyse des accidents de véhicules lourds.....	77
CHAPITRE 3.....	83
Vers un outil d'aide à la décision.....	83
1. L'interface espace / risques / territoire : apports fondamentaux de la géographie.....	85
2. Place des SIG dans les pratiques locales	97
3. Place des SIG dans la décision	100
4. Le périmètre des ZIVAG.....	105
4.1. Première approche des ZIVAG.....	105
4.2. Evolution des ZIVAG : des connaissances acquises aux pistes en cours d'exploration.....	110
Conclusion	131
Bibliographie	135
Tableaux	137
Figures	137
Cartes	137
Annexes.....	139

Synthèse

La sécurité organisationnelle est trop souvent ignorée en France dans le domaine routier. En particulier, la conception d'une réelle stratégie centrée localement sur le pilotage de l'action par la sécurité, n'est pas développée, même si les PDU ont aussi pour objectif de l'améliorer. De plus, tout se passe comme si le mot d'ordre de durabilité qui aurait pu produire un contexte favorable, ne la prend que peu en compte.

La sécurité routière est avant tout une préoccupation nationale. Cela signifie qu'historiquement, c'est d'abord l'État qui se saisit de cette question, qui est ensuite reprise aux niveaux institutionnels locaux. Cela a été vrai dans tous les pays et cela a permis des collaborations, des échanges d'expérience et des recherches comparatives.

L'observation montre (Désiré et *al.*, 2001) que l'action de prévention se situe localement à l'articulation entre deux approches de la sécurité routière qui dans les faits font appel à des systèmes d'acteurs différents.

- La prévention fondée sur l'action sur les comportements faisant appel à la formation, à la communication et au contrôle.
- La prévention par l'action sur l'espace urbain pose la question de la place de ces préoccupations sécuritaires à la fois dans la planification et dans les projets.

Il faut ici considérer que la seconde démarche présuppose que même si les comportements des usagers sont peu adaptés ou même infractionnistes, il est possible d'améliorer le niveau général de la sécurité par l'action sur l'environnement.

Marine Millot (2003) a analysé différentes formes urbaines sur la Communauté Urbaine de Lille. Elle décrit les rapports complexes qui existent entre la sécurité routière et les espaces urbains, montrant l'importance, non pas des problèmes de sécurité générés par les formes urbaines elles-mêmes, mais plutôt celle de la capacité des aménageurs à y faire face pour ainsi atteindre un niveau de sécurité acceptable. Dans la pratique, une telle démarche est réalisée de façon essentiellement empirique.

La mise en place d'une stratégie Zéro tué usagers vulnérables à Lille

En l'état actuel, les évolutions favorables des nombres de victimes des accidents observables sur l'ensemble du territoire se retrouvent également dans les grands centres urbains. Cette évolution résulte *aussi* de la mise en œuvre de nouveaux savoir-faire depuis plusieurs dizaines d'années. Il y a quelques dizaines d'années, dans les grandes métropoles, le nombre des victimes de la route était très élevé. Aujourd'hui, le nombre de tués est de quelques unités par catégorie d'usagers, permettant ainsi de penser une complète prévention. Mais chacun sait que les victimes "restantes" sont les plus difficiles à éviter, nécessitant des approches volontaristes de la sécurité.

L'observation de la dynamique actuelle montre que c'est dans le cadre du suivi des PDU que semble aujourd'hui pouvoir se dessiner une volonté de prise en compte des questions de sécurité à un niveau plus stratégique. Ainsi LMCU a inscrit un objectif de **zéro tué usagers vulnérables**, dans le suivi de son PDU.

Nous avons donc accompagné le travail de réflexion de LMCU sur les ZIVAG (Zonages Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement) qui sont les zones d'action prioritaires pour une politique zéro tué usager vulnérable. C'est parce que dans un premier temps, ces zones ont été dessinées à la main, que nous avons réfléchi à des méthodes automatiques susceptibles de représenter l'espace "produisant" le plus de victimes piétons et cyclistes. Ces représentations sont construites en utilisant des caractéristiques différentes et combinées, rendant compte à la fois de la structure urbaine et de la morphologie des réseaux.

La structure du projet E2R

S'intéresser à la prise en compte de la sécurité dans une stratégie d'action d'aménagement oblige à connaître les risques encourus par des populations, des modes et des territoires. Une telle analyse demande un diagnostic préalable que la DRI nous a demandé d'approfondir, en particulier sur les cyclistes, les deux-roues à moteur et les poids lourds.

Les réflexions sur l'objectif "Zéro tués usagers vulnérables" d'autre part nous ont obligés à approfondir la question des outils d'information géographique, pour représenter les analyses faites sur le risque des territoires, mais également spatialiser les discours de nos interlocuteurs et contribuer ainsi à approfondir leurs propres analyses.

Analyse de l'insécurité par mode dans la métropole lilloise

La première phase du projet E2R étudie les risques de différents modes. Plusieurs rapports thématiques ont ainsi été publiés.

Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise¹

En 2008, il y a eu en France 148 usagers de la bicyclette tués à 30 jours et 4 406 blessés (162 et 4 379 en 2009). Par rapport à 2007, ce nombre de victimes est en diminution. Les chiffres montrent également une très grande diversité de l'enjeu selon les pays et, lorsque l'usage est plus important, le taux de tués par habitant est évidemment beaucoup plus élevé qu'en France ($2,4 \cdot 10^{-6}$). Ceci s'observe au Danemark ($9,9 \cdot 10^{-6}$), aux Pays-Bas ($9,0 \cdot 10^{-6}$), en Belgique ($8,6 \cdot 10^{-6}$). Ces chiffres montrent bien que si, d'un point de vue global, le nombre de morts à vélo sur la route augmente avec son usage, du point de vue individuel du cycliste, la probabilité d'être impliqué dans un accident mortel décroît à mesure que la pratique de la bicyclette augmente.

La recherche est fondée sur l'exploitation d'un corpus de plus de 600 procès-verbaux d'accidents parmi les quelques 20 000 du département du Nord auquel l'INRETS a accès et qui implique entre 2001 et 2007 un utilisateur de bicyclette, habitant LMCU. Pour ces accidents, une partie des données fournies par les BAAC a été vérifiée avant d'être exploitée, tandis que d'autres critères (en particulier pour ce qui concerne la localisation, la gravité des blessures et les scénarios d'accidents) ont été plus spécifiquement étudiés.

74 % des cyclistes impliqués sont des hommes, pour 26 % de femmes. De façon générale, les catégories INSEE « inactifs » sont les plus concernées par les accidents de vélo (61 %). Les jeunes scolarisés sont fortement accidentés par comparaison à la population de LMCU (32 % de la population de LMCU, 44 % des cyclistes accidentés). À l'inverse, les autres catégories d'inactifs (retraités et sans emploi) sont sensiblement moins nombreuses parmi les impliqués des accidents de vélo que parmi la population de la métropole lilloise.

Parmi les « actifs », les catégories populaires constituent l'essentiel des cyclistes actifs accidentés (60 %), réparties à parts presque égales entre employés (31,6 %) et ouvriers (28,2 %). Ces deux catégories comptent pour près d'un quart (24 %) du total des cyclistes accidentés. Là encore, ces chiffres reflètent ceux de l'usage de la bicyclette : en France, 20 % des commerçants et des ouvriers font du vélo contre 11 % des cadres.

Si l'on exclut la catégorie fourre-tout « promenade-loisir » (deux tiers des cas connus), la plupart des accidents se produisent alors que le cycliste se rend ou rentre de son lieu d'activité professionnelle : travail pour 18 % des cas connus, école pour 9 % (soit les trois-quarts des accidents hors « promenade-loisir »).

¹ Fleury, D., Peytavin, J-F, Bué, N., Godillon, S., - INRETS, Département Mécanismes d'Accidents -, Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - Laboratoire Géosyscom, Université de Caen -, Propeck, E., - Laboratoire Live, Université de Strasbourg -, Millot, M. - CETE Méditerranée - (2010). Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise (Projet L'espace des risques routiers), Contribution au rapport final. Rapport de convention INRETS/DRI. INRETS/RR-10-950-FR. 116 p. Salon de Provence.

Une part non négligeable des accidents survient sur les aménagements cyclables ou à proximité. Dans notre corpus, environ 17 % des cyclistes accidentés le sont sur l'un de ces aménagements, et en grande majorité une piste ou bande cyclable. Ceci est d'autant plus vrai que le niveau de trafic de la voie est élevé. Ceci peut s'expliquer par de la relation entre le niveau de trafic et le niveau d'aménagement. L'analyse spatiale permet par ailleurs de montrer que 29 % des accidents se produisent à moins de 3 m d'une voie aménagée.

Dans les trois-quarts des cas, les cyclistes sont impliqués dans des collisions latérales. Bien après viennent les collisions frontales et arrière (11 % chacune). Dans près de la moitié des cas (48 %), les cyclistes accidentés allaient tout droit de façon régulière, cas également répartis entre section courante ou carrefour. Pour 10 %, ils effectuaient une manœuvre de tourne à gauche, tandis qu'ils n'étaient que 3 % à effectuer une manœuvre de tourne à droite.

Le franchissement de carrefour concerne 289 cyclistes (44 %). 234 (36 %) respectent la signalisation, dont 211 (32 %) pour aller tout droit et 23 (3,5 %) pour effectuer une manœuvre de tourne à droite ou à gauche. 55 cyclistes (8,4 %) ne respectent pas la signalisation. Les manœuvres de tourne à gauche sont particulièrement accidentogènes : 19,3 % du total des accidents surviennent ainsi en carrefour quand l'une des parties tourne à gauche, pour 8,7 % lorsque l'une des parties au moins tourne à droite.

175 cyclistes (27 %) circulaient en section courante, de façon régulière pour la quasi-totalité d'entre eux. À noter les ouvertures de portières (7 %) et les dépassements (9 %). Dans près d'un cas sur cinq (17,8 %), les accidents de cyclistes sont en relation avec des véhicules légers stationnés ou effectuant une manœuvre de stationnement.

Plus de 38 % des accidents de bicyclettes surviennent à moins de 1 000 m du lieu de résidence de l'impliqué et 50 % ont lieu à moins de 1 500 m. Mais près de 6 % des cyclistes sont à plus de 10 km de leur lieu d'habitation au moment de l'accident. La distance moyenne du lieu de l'accident au domicile de l'impliqué est de 2 755 m. Cette distance est sensiblement la même entre les hommes et les femmes. La distinction entre les impliqués habitant les grandes villes, villes moyennes ou milieu rural fait apparaître une distance moyenne équivalente entre les deux catégories de communes (2500m) et une distance pour les habitants des zones rurales plus importantes (3 000 m).

L'effet de centralité apparaît nettement avec une décroissance des accidents au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres urbains. La densité d'accidents est la plus forte jusqu'à 2 km des centres urbains et décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres.

Analyse de l'insécurité des deux-roues à moteur²

L'analyse de l'insécurité des deux-roues moteur se base sur le codage d'un échantillon de 1 741 PV d'accidents corporels, impliquant 2 001 usagers habitant la Communauté Urbaine de Lille et accidentés dans le département du Nord, de février 2003 à décembre 2008.

D'une manière générale, la plupart des accidents ont lieu aux heures de pointe les jours ouvrables, de jour, dans des conditions atmosphériques « normales ». Les pics d'accidents se répartissent sur le mois de mai et les mois de l'automne.

Les usagers de DRM accidentés sont majoritairement des hommes, conducteurs de leur véhicule. La part des passagers est plus importante chez les femmes.

Le corpus étudié se caractérise par sa jeunesse, les catégories d'usagers comprenant les classes d'âge de 14 à 25 ans représentent plus de la moitié de l'échantillon.

² Fleury, D., Peytavin, J-F, Godillon, S., Clabaux, N., Hanff, N. - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* - (2011). Les Dimensions Spatiales du Risque Routier des Deux-Roues à Moteur. Rapport Final Rapport de convention INRETS/FSR. INRETS/RR-10-949-FR. 236 p. Salon de Provence.

La répartition temporelle des accidents diffère selon l'activité des impliqués : celle des « actifs ayant un emploi » est comparable à ce que l'on retrouve dans la littérature (trois pics le matin, à midi et en fin d'après-midi) alors que les étudiants ont moins d'accidents la nuit mais plus le matin. En revanche, il n'existe pas de lien entre la répartition annuelle des accidents et le type de véhicule utilisé.

Les différences sont significatives en ce qui concerne le type de véhicule utilisé lors de la survenue de l'accident selon l'activité et la PCS de l'utilisateur : les « actifs ayant un emploi » (et parmi eux particulièrement les « cadres et professions intellectuelles supérieures ») sont plus souvent accidentés à motocyclette alors que les usagers de DRM « ouvriers », « sans-emploi » et « étudiants, lycéens, collégiens » utilisent très majoritairement des cyclomoteurs. Plus le niveau socio-économique augmente, plus les usagers de DRM circulent à motocyclette et inversement, plus il décroît, plus les chances de s'accidenter à cyclomoteur sont nombreuses.

Sur 2 001 impliqués à DRM, 37 sont des livreurs et 4 des coursiers. Tous sont des hommes, de 18 à 25ans dans 83 % des cas. Dans les 2/3 des cas, l'accident survient pendant leur activité professionnelle de livraison. Les types de véhicules les plus courants sont les cyclomoteurs à variateur et les scooters. Le conflit tourne à gauche - circulation entre file semble poser un problème très sensible pour les livreurs.

Aucun usage particulier ne ressort clairement selon le type de véhicule. Qu'il s'agisse de cyclomoteur, de scooter immatriculé ou de motocyclette, les motifs des trajets sont majoritairement associés à des activités de loisir.

Le défaut d'assurance est l'infraction la plus courante. Les usagers de motocyclettes et de scooters immatriculés ont réalisé proportionnellement plus d'infractions que les usagers de cyclomoteurs. La seconde infraction la plus courante constatée par les forces de l'ordre est l'alcoolémie illégale.

Lors de la survenue de l'accident, les deux tiers des conducteurs de DRM n'effectuaient pas de manœuvre tournante. Cependant, les situations d'accidents véhicule contre véhicule en intersection sont les plus nombreuses ; elles concernent presque la moitié des situations d'accident observées.

Conformément à ce qui est mis en avant dans la littérature, les problèmes de perception sont très nombreux. 42 % des scénarios d'accidents de DRM concernent des problèmes de non perception ou de prise d'information. Cela est directement lié à la faible détectabilité dont pâtissent les usagers de DRM. La perceptibilité des DRM ne se pose pas de la même manière selon les lieux d'occurrence des accidents. Le problème est plus important en section courante, où la circulation en file et l'estimation de la distance/vitesse par un véhicule en insertion crée de nombreuses difficultés.

Les lésions sont mortelles dans près de 2 % des cas. L'effet urbain de l'échantillon étudié atténue la gravité des accidents. Les passagers sont moins sévèrement blessés que les conducteurs de DRM. Contrairement à ce que l'on retrouve dans la littérature, pour les usagers de l'échantillon étudié, la gravité est moindre pour les classes d'âge les plus jeunes. On note que la gravité des blessures est significativement plus importante lorsque le conducteur du DRM a réalisé une infraction. La corrélation entre niveau de vitesse et gravité des accidents établie par de nombreuses recherches se trouve une nouvelle fois démontrée. Il en est de même pour l'augmentation de la gravité avec la consommation d'alcool ou avec le fait de rouler sans permis. Les scénarios urbains de perte de contrôle sont ceux pour lesquels les usagers DRM sont les plus gravement blessés.

Le taux connu de non port du casque est assez faible (2,5 %) mais entraîne pour les usagers une gravité des blessures nettement plus élevée.

D'une manière générale, le genre de l'utilisateur de DRM n'influe pas sur son accidentologie. Les seules différences significatives concernent les infractions : les femmes réalisent beaucoup moins de comportements délictueux.

Les accidents de DRM se produisent très majoritairement en agglomération. Si l'on se réfère au découpage de Lille en 5 zones réalisé (issu de l'EMD, 2006), c'est la banlieue de Lille qui concentre le plus d'accidents. Néanmoins c'est dans Lille que la densité d'accident est la plus élevée. Cela s'explique par le fait que les accidents sont plus nombreux dans les milieux urbains denses. Ainsi, les

banlieues concentrent le plus d'accidents (913) mais présentent des densités inférieures à celles des centres (2,78 accidents par km² contre 13,38 pour Lille plus Roubaix-Tourcoing).

Selon le découpage OCS-PLU, les zones résidentielles concentrent 65 % des accidents. C'est la zone « habitat résidentiel fort », c'est-à-dire une zone qui se déploie autour des hyper-centres, qui représente la plus large part des accidents (30 %).

Les disparités entre zones d'accident selon l'âge de l'impliqué sont assez importantes. C'est à Lille que les jeunes impliqués sont les moins nombreux. Les usagers de DRM dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing sont majoritairement plus jeunes que dans le reste de la communauté urbaine de Lille. Les impliqués à DRM sont à l'inverse plus âgés à Lille et dans le reste de LMCU. L'ensemble des banlieues de LMCU comptent des pourcentages de jeunes impliqués à DRM plus importants que les centres (Lille et Roubaix-Tourcoing) ainsi que Roubaix-Tourcoing et leur banlieue face à Lille et sa banlieue.

Il semble possible d'établir un lien entre le lieu de l'accident et la situation socio-économique des impliqués. À l'échelle de LMCU, à mesure qu'augmente l'âge et que s'améliore la situation économique de l'utilisateur DRM, la probabilité pour qu'il s'accidente à Lille ou, mais de manière moins affirmée, dans sa banlieue croît. Au contraire, plus l'impliqué est jeune et moins est favorable sa situation socio-économique plus ses chances de s'accidenter dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing et (mais moins nettement) dans la banlieue de Lille augmentent.

Les accidents surviennent plus tôt le matin et plus tard le soir en banlieue. Il existe un décalage dans le temps qui peut s'expliquer par le temps de transport imparti pour atteindre ou repartir des bassins d'emplois et/ou d'étude. Les différences dans la répartition horaire des accidents selon les zones d'habitat de l'impliqué sont sensiblement les mêmes. L'écart est tout autant marqué entre 17 et 19 heures mais moins le matin.

En mettant en relation les chiffres de la mobilité (EMD 2006) et les accidents recensés, il est possible d'appréhender les niveaux de risque des différents groupes socio-économiques. Les usagers de DRM de la catégorie « étudiants, lycéens, collégiens » affichent le taux de risque le plus élevé. Les différences entre les PCS sont très marquées : les usagers de DRM « ouvriers » ont un taux de risque largement supérieur à celui des usagers « cadres et professions intellectuelles supérieures ».

La surreprésentation des usagers de DRM à circuler sur des voies dotées d'aménagements cyclables (calculée comme l'augmentation sur ce réseau du pourcentage d'accidents impliquant ce mode) est de 0,48. La surreprésentation est inférieure pour les usagers de bicyclettes sur ces mêmes voies : elle s'établit à 0,3. Cette surreprésentation est plus importante lorsque l'impliqué à DRM circule sur une voie avec bande cyclable (0,52) plutôt que sur une piste cyclable (0,23). Cette surreprésentation est plus importante pour les DRM que pour les cyclistes.

Analyse de l'insécurité des véhicules lourds³

Le corpus d'accident se compose d'un échantillon de procès-verbaux d'accidents ayant eu lieu dans la Communauté Urbaine de Lille, de juin 2001 à décembre 2008. Il comporte 442 accidents de la route impliquant 458 conducteurs de poids lourd, de véhicule utilitaire ou de bus.

Ces 458 impliqués se répartissent de la manière suivante : 193 conducteurs de véhicule utilitaire, 176 conducteurs de poids lourd, 82 conducteurs de bus, ainsi que 7 conducteurs de véhicules spéciaux (camions de pompiers, engins...).

La plupart des accidents de ces véhicules d'utilisation majoritairement professionnelle ont lieu les jours ouvrables, de jour, dans des conditions atmosphériques « normales » ; et les pics d'accidents se répartissent au printemps (avril, mai, juin) et à l'automne (septembre, octobre). Mais, selon le type de

³ Fleury, D., Peytavin, J-F, Valcke, Q., Godillon, S., - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérard, T., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* -, Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2011). Analyse de l'accidentologie des véhicules lourds : poids lourds, véhicules utilitaires et bus (Projet L'espace des risques routiers), Contribution au rapport final. Rapport de convention IFSTTAR/DRI. IFSTTAR/RR-11-951-FR. 163 p. Salon de Provence.

véhicule, les heures des accidents varient : aux heures de pointe pour les bus, aux heures de travail pour les véhicules utilitaires et les poids lourds, avec pour ces derniers une pointe à l'heure de midi, qui semble traduire une particularité de l'échantillon étudié.

Ces véhicules lourds s'accidentent majoritairement sur des voies communales (76,2 %), mais la part d'accidents de poids lourd sur routes nationales, départementales et à profil autoroutier, est nettement plus importante que celle des deux autres types de véhicule.

La très grande majorité des impliqués sont des hommes, se trouvant dans les classes d'âge des actifs (38 ans d'âge moyen), actifs et très souvent en activité au moment de l'accident (64,2 % de conducteurs professionnels), notamment chez les conducteurs de bus (97,3 % de conducteurs professionnels) et de poids lourd (91,7 %).

La nature du véhicule de l'impliqué antagoniste varie selon le type de véhicule lourd avec lequel il est accidenté. Ainsi, si les véhicules légers arrivent en tête des modes impliqués dans un accident avec un véhicule lourd (42,6 %), la proportion des accidents poids lourd / bicyclette (23,9 % de l'ensemble des accidents impliquant un poids lourd) et celle des accidents bus / piéton (30,5 % de l'ensemble des accidents impliquant un bus) sont des éléments particulièrement remarquables.

Les impliqués antagonistes sont par ailleurs relativement jeunes et davantage des hommes, sauf pour les impliqués antagonistes piétons.

Peu d'infractions sont relevées par les forces de l'ordre à l'encontre des impliqués poids lourd / véhicule utilitaire / bus (81,2 % des cas). Dans 70,5 % des cas, aucun comportement infractionniste n'apparaît à l'analyse de l'accident. Ces remarques se vérifient encore plus pour les impliqués bus.

Les scénarios que l'on retrouve le plus dans les accidents impliquant un poids lourd ou un véhicule utilitaire sont ceux concernant les problèmes de non perception ou de prise d'information en circulation urbaine.

Les accidents de bus sont, quant à eux, davantage concernés par les conflits avec piéton (lors de traversées de chaussée ou dans le cas plus particulier de tentatives d'accès à un bus par un piéton alors que le véhicule est en train de quitter un arrêt).

Plus précisément, le scénario U12 (Manœuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant sur une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable) revient souvent dans les conflits poids lourd / bicyclette et pour lequel le problème d'angle mort semble constituer un élément explicatif de l'accident. La cohabitation d'un poids lourd et d'un deux-roues sur une voie urbaine dans le même sens de direction apparaît clairement comme une situation d'accident fréquente.

Les accidents impliquant un poids lourd en intersection sont moins nombreux proportionnellement que ceux impliquant un véhicule utilitaire ou un bus ; d'ailleurs, les accidents en perte de contrôle du véhicule seul concernent davantage les poids lourds. La proportion plus élevée des accidents de poids lourd en rase campagne, ainsi que sur des axes de plus grande importance, où les intersections et les manœuvres tournantes sont moins fréquentes, explique cette tendance.

Dans une très grande majorité des cas, les impliqués poids lourd / véhicule utilitaire / bus sortent indemnes de l'accident (89,4 %). En revanche, la gravité des blessures des impliqués antagonistes est souvent élevée. Les conflits avec les poids lourds sont ceux qui présentent le risque le plus élevé de blessures graves. Les conducteurs de deux-roues □ notamment les motocyclistes □ et les piétons sont les plus exposés lors de ces conflits.

Une distinction des poids lourds a été réalisée en quatre types : les camions porteurs seuls, les camions porteurs avec remorque (« trains routiers »), les tracteurs seuls et les tracteurs avec semi-remorque (« véhicules articulés »). Les conditions d'accident se singularisent pour chacun d'eux, en fonction de leur gabarit et de leurs usages. Les petits poids lourds (camions porteurs seuls) s'accidentent davantage en milieu urbain, contre des usagers vulnérables (piétons et bicyclettes) ; les accidents impliquant un gros poids lourd (véhicules articulés et trains routiers) sont plus graves.

Les bus sont des véhicules très « urbains » pour lesquels les accidents en intersection sont nombreux ; à l'inverse, la proportion d'accidents hors agglomération, en rase campagne, est élevée pour les poids lourds.

Les véhicules utilitaires et les poids lourds s'accidentent, en comparaison de l'ensemble des accidents corporels, sur des voies où le niveau de trafic est élevé. La tendance inverse se vérifie pour les bus. Le niveau de trafic général ne joue pas un rôle déterminant dans la gravité de l'accident, mais sur les réseaux très fréquentés par les gros poids lourds, les conséquences corporelles des accidents s'aggravent.

En fonction de la distribution des accidents par type de réseau, on établit le constat suivant : plus l'importance de l'axe diminue, plus le nombre d'indemnes, proportionnellement au nombre d'accidents, augmente, mais le nombre de blessés graves ou tués reste stable.

L'analyse de la répartition des accidents en fonction de l'occupation du sol fait apparaître deux tendances : les fortes proportions des accidents de poids lourds dans les zones d'emprises industrielles et des accidents de bus et de véhicules utilitaires dans les centres-villes denses.

Un décalage apparaît entre les heures d'accidents en centres-villes (pendant les heures ouvrables du matin et de l'après-midi) et celles des accidents en banlieue (pic entre 12h et 14h et plus nombreux le soir et la nuit).

Vers un outil d'aide à la décision

Dans les analyses portant sur l'insécurité, il est courant de modéliser le déplacement comme un système infrastructures-environnement-conducteur. L'accident est alors étudié comme un symptôme de dysfonctionnements de ce système (Leplat, 1985), ce qui appelle l'action de sécurité à envisager un large panel de domaines susceptibles d'y jouer un rôle, en particulier l'aménagement de l'espace urbain, à ses différentes échelles d'exercice.

Des insécurités spécifiques peuvent naître de différenciations proprement spatiales (Millot, 2003), en particulier lorsque des rapports complexes, difficiles à intégrer par les aménageurs, s'instaurent entre la sécurité routière et les espaces urbains.

Un autre facteur, spatialisé lui aussi, intervient : la différenciation territoriale et les inégalités sociales qui en ressortent entre les espaces concernés, en matière d'accès au logement, au travail et aux moyens de mobilité.

Au total, cette approche fait clairement appel à la géographie, non seulement comme les études précédentes l'ont montré au plan de son outillage informatique (applicatifs SIG développés à partir de plates-formes logicielles spécialisées (type ARC-GIS 9.3), mais aussi et d'abord au plan de quelques-uns des concepts fondamentaux sur lesquels cette science humaine appuie son mode d'appréhension des phénomènes observables dans le monde réel. La manière dont ces référents sont mis à contribution doit être ici explicitée.

Le projet E2R pose l'hypothèse que le contexte spatial, social et économique contribue à la phénoménologie des risques routiers, et ceci dans plusieurs domaines : fréquence, nombre et localisation des accidents, dans une certaine mesure, mais aussi types d'impliqués. Pour tester cette hypothèse, 3 structures spatialisées sous-jacentes à toute zone d'études se prêtent à être confrontées.

La première, d'ordre factuel et évènementiel, est fondamentale : c'est l'aire (situation, extension et forme) de répartition dessinée par la **géolocalisation des accidents** observés sur l'ensemble du secteur LMCU. Elle permet d'interroger les lieux, les moments, les environnements et les circonstances où la potentialité d'un risque routier ambiant s'est concrétisée en accidents réels, observables, analysables. Elle constitue un référentiel de base pour l'analyse des caractéristiques déterminantes des situations accidentogènes : « l'accroche » au reste du système dans lequel la problématique du risque routier s'insère.

La seconde structure spatiale, d'ordre contextuel, est **l'espace géographique lui-même**, cadre d'inscription de la précédente. Celui-ci se présente sous divers types morphologiques : ponctuel, linéaire, aréale, voire continu, selon les domaines sémantiques et les échelles considérées ; il se compose d'objets concrets (bâti, ouvrages, routes, etc.), de structures (réseaux, zonages), de potentiels de forces (et de leurs aires d'action correspondantes) d'attractivité, de résistance (accessibilité/enclavement, obstacle/perméabilité...), au total une multitude très diversifiée de phénomènes distribués au sein d'un champ géographique selon des localisations et donc un agencement d'entités physio-fonctionnelles (unités de paysage, unités de bâti, d'infrastructures, de densités, d'environnement, lieux d'habitat, lieux d'activités, flux et générateurs de flux, etc.).

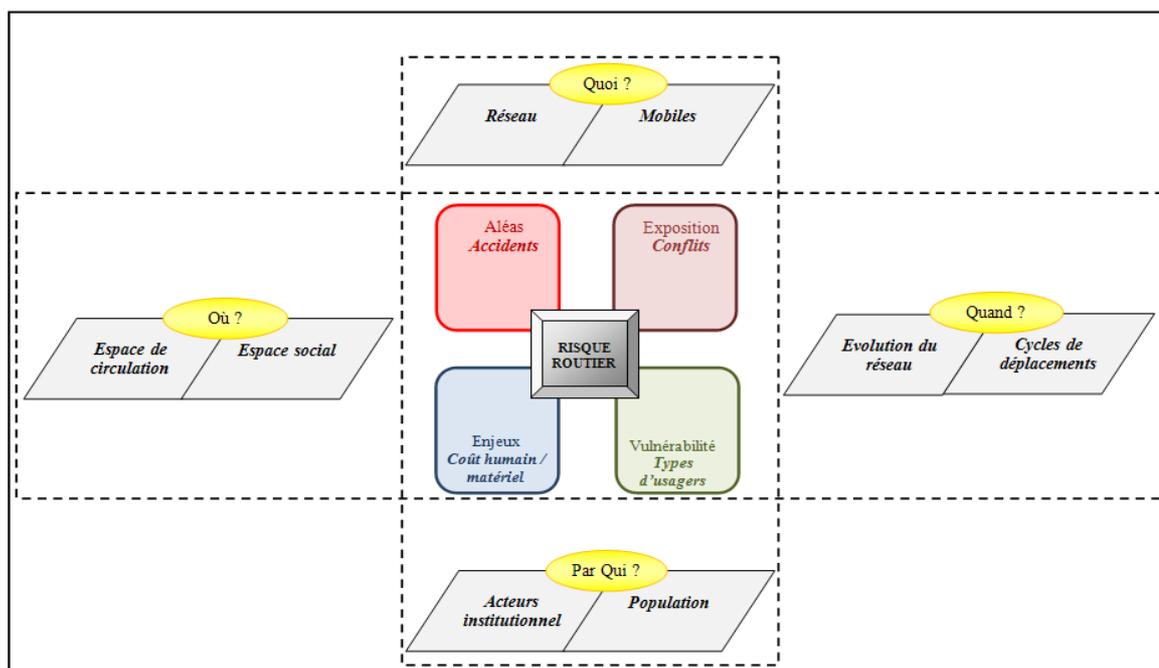
Il englobe également les archétypes de **modèles spatiaux** (mono ou polycentralités, auréoles, gradients, réseaux hiérarchisés ou non, iso/anisotropie, etc.) : ceux-ci sous-tendent les configurations géométriques et topologiques selon lesquelles ces objets et phénomènes sont distribués, et conditionnent leurs propriétés et comportements en matière d'interaction (attractivités différentielles, proximités absolues ou relatives, accessibilité, limites, barrières, rugosité distance-temps-coût...).

La troisième structure, enfin, correspond au **territoire** proprement dit, c'est-à-dire, dans le domaine considéré ici, un « sous-ensemble flou » de l'espace géographique que génère une société par ses modes d'appropriation, d'organisation et de vie, et leurs traductions matérielles autant qu'immatérielles.

Les travaux réalisés au cours de ces trois années de partenariat avec les acteurs de LMCU ont permis de construire un outil puissant d'analyse territoriale du risque routier sur les espaces d'action de la LMCU. Bien qu'encore prototypique, cet outil contient déjà les ferments qui feront de lui, à terme, un authentique outil d'assistance à la gestion et à la concertation. Trois raisons principales président aux capacités du système qui a été élaboré :

- Une réflexion pluridisciplinaire approfondie et évolutive sur les **concepts clés** du binôme risque routier / sécurité routière débouchant sur leur mise en œuvre effective dans un SIG configuré au plein sens de cette méthodologie, à savoir une modélisation à la fois systémique et systématique des phénomènes ;
- Le recours à des **méthodes de structuration de données** géolocalisées intégrant effectivement les dimensions thématiques, géométriques, topologiques et téléologiques du projet de système d'information (comprendre pour agir) ;
- L'initialisation d'une démarche coopérative de conception et d'analyse entre chercheurs (accidentologues, géographes, géomaticiens) et acteurs (gestionnaires), dont la finalité à terme est la mise au point d'un assistant interactif de concertation et de décision territoriale.

La recherche de nouvelles formes de cartographies et notamment de cartographies opérationnelles pour la gestion des territoires a conduit à réexaminer les principes sur lesquels s'appuyaient les logiques en vigueur jusque-là, tout particulièrement dans le domaine des risques : approches déterministes et probabilistes qui ont chacune leurs limites. Elle a amené à rechercher des concepts permettant à la fois d'aller plus loin dans la compréhension de la phénoménologie des risques et plus loin dans la représentation de leurs formes de spatialisation, notamment à l'intention des acteurs en phase de concertation. Cette recherche a débouché sur la définition du **concept de « situation à risque »** fondamentalement basé sur la prise en compte des combinaisons géographiques (Figure ci-après).



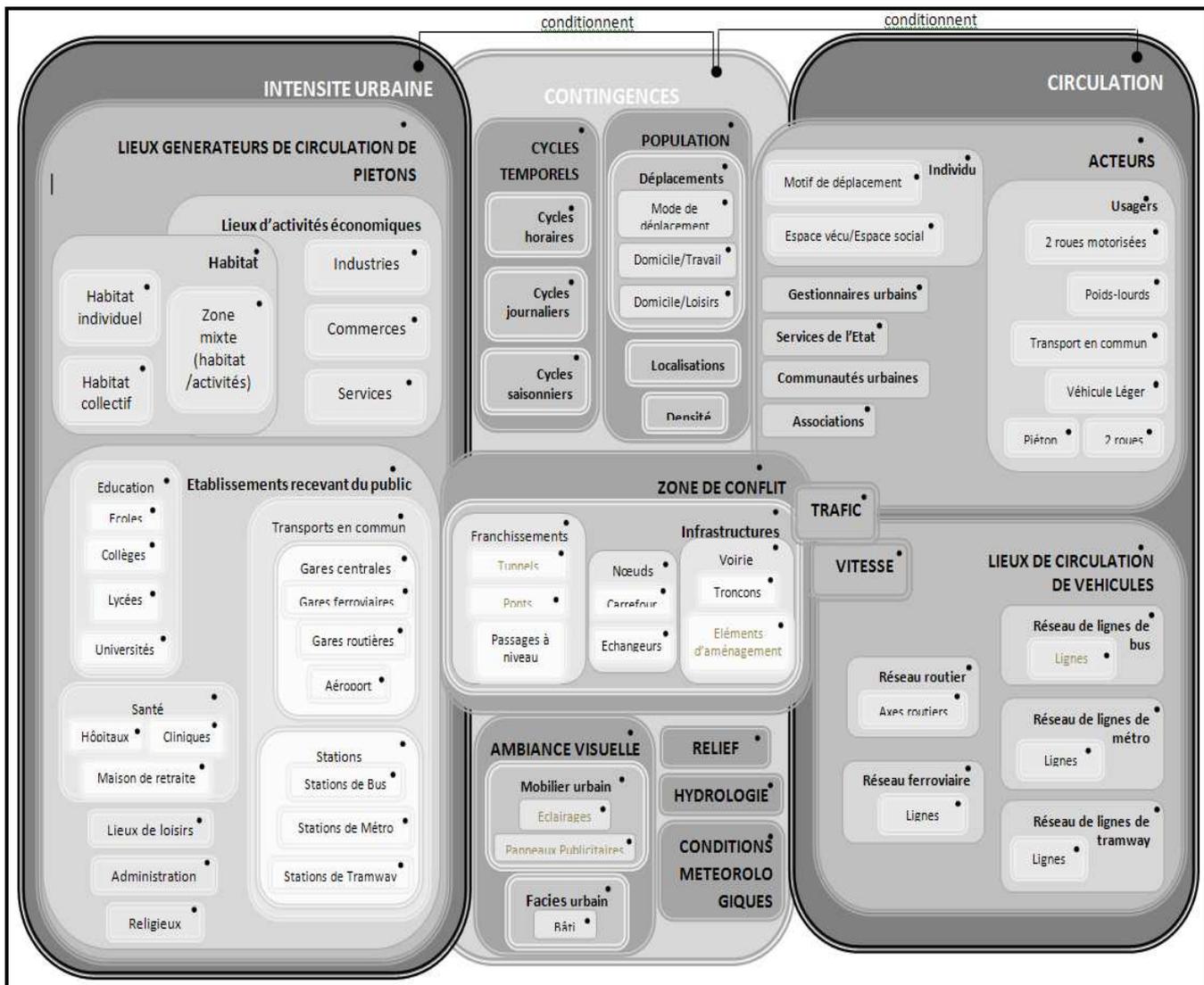
Une particularité du risque routier tient au type d'espace exposé, celui de la circulation, ce dernier étant lui-même, selon des temporalités et des modalités diverses, investi par l'espace social. Un système de flux généré par cette rencontre caractérise la situation à risque routier.

Le concept de situation à risques est destiné à être « opératoire » en ce sens qu'il trace la ligne directrice d'un raisonnement pour déduire, moyennant une méthode de formalisation *ad hoc*, une structure de Système d'Information Géographique pertinente pour son analyse spatiale et fonctionnelle. Dans le cas de ce travail, le concept de situation à risque a été implémenté dans un modèle conceptuel de données (MCD) de type hypergraphique, d'inspiration à la fois systémique, systématique et spatiale, développé à partir de fondements proposés par Bouillé (HBDS, *Hypergraph Based Data Structure*).

Les « Zonages Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement » sont une représentation spatiale de zonage prioritaire conçu par LMCU pour l'action de sécurité routière. Leur objectif majeur est de repérer les lieux qui, par l'accumulation d'accidents des impliqués de ce type (piétons, cyclistes) qui s'y observent, nécessitent une attention de gestion particulière. Pour ce faire, il convient aussi d'identifier des caractéristiques de ces lieux, des éléments qui s'y trouvent ou s'y déroulant de façon récurrente pourraient être mis en cause dans le processus d'émergence et de localisation des accidents.

Une approche a été élaborée : pour pouvoir agir sur cet enjeu, un zonage d'action est défini sur lequel les aménagements de sécurité spécifique sont élaborés en priorité. Les travaux ont consisté en la définition de critères pertinents pour représenter les différents aspects particuliers de ce risque routier, très lié à la vie urbaine. Par un dialogue constant entre acteurs de LMCU, spécialistes de la sécurité routière et géographes, différentes représentations spatiales sont produites, puis critiquées et testées quant à leur validité par les acteurs de LMCU. À cette évaluation conjointe d'expertise et de chercheur, se greffe une méthode de validation des représentations spatiales.

Les représentations spatiales des critères de risque routier mettent en lumière des zones de forte concentration du risque routier. Pour chaque représentation, une zone de surface fixe (prise ici égale à 10 % de la surface LMCU) est extraite représentant les lieux de plus forte concentration. Un pourcentage de validité est calculé à partir des accidents réalisés au cours de la période 2000-2008, impliquant des usagers vulnérables. Les représentations obtenant les meilleurs scores peuvent être considérées comme celles rendant le mieux compte du risque routier dans sa dimension spatiale.



Ce double contrôle basé sur l'expérience des acteurs de LMCU et sur les données d'accidentologie permet la construction de critères de risque routier pertinents qui pourront ensuite être combinés pour créer une représentation adéquate des ZIVAG.

La finalité de la démarche ZIVAG vise à pointer et délimiter les secteurs de concomitances significatives entre indicateurs de l'espace et concentrations d'accidents, afin de délimiter les secteurs primordiaux d'actions pour la sécurité routière.

Cet objectif conduit à :

- Ne pas s'en remettre à une seule méthode d'identification des dits secteurs, mais à plusieurs ;
- Envisager ce panel de méthodes de telle sorte qu'il active des logiques différentes, ce qui permettra de mieux cerner la réalité des situations à risque sur le terrain, par confrontation des différents zonages obtenus en fin de processus ;
- Faire en sorte que les méthodes puissent être appliquées au gré des besoins et de l'évolution de la réflexion soit de façon systématique (sans pondération particulière), soit de façon supervisée (avec pondérations), avec possibilité d'exclure ou au contraire d'intégrer des critères, ou de fixer le nombre de types désiré, voire même de définir les profils de référence pour la typologie (étalons). Cette caractéristique ouvre la possibilité de « réglages » opérés selon les préconisations des utilisateurs, notamment en phase de concertation.

Dans les faits, cette ambition d'assurer au mieux le faisceau de présomptions qui permettraient d'identifier les lieux les plus cruciaux ou critiques pour une action de sécurisation conduit à :

- Dériver une modélisation conceptuelle ciblée de l'approche « ZIVAG », à partir de la modélisation globale « Risque Routier / Sécurité Routière », de manière à en activer les concepts spécifiques ;
- Tester les apports comparatifs de plusieurs familles de procédures disponibles en Analyse Spatiale sous SIG, sensiblement différentes mais potentiellement complémentaires.

La méthode de représentation des ZIVAG a été mise au point par étapes successives, au fur et à mesure des réunions de validation multi-partenaires sur le site même de la LMCU.

Comme le MCD l'indique, la modélisation s'appuie sur la considération des situations à risque routier comme produit de la rencontre entre un niveau local de vie urbaine, notion synthétique d'expert qui fut formalisée en « intensité urbaine », et un niveau de flux de véhicules, commandé par les mobilités issues de la structure du territoire.

Un ZIVAG tel qu'il a été analysé dans ce travail, a été pris comme la résultante du croisement entre les zones de forte **intensité urbaine** et les zones de forte intensité de **flux routier, non déconnecté de son environnement**.

- Intensité urbaine

L'intensité urbaine peut être définie comme la mesure de concentration et d'interférence en un lieu de facteurs et de champs de forces, générateurs de mouvements potentiellement accidentogènes. Elle regroupe :

- « **Vie Locale** » :
 - *Les éléments de la vie urbaine orientés sur les loisirs et la consommation, et générateurs de flux piétonniers tels que les points d'activités (restaurants, postes, pharmacies, musées, bars, commerces...).*
- « **Gros Générateurs** » :
 - *Les éléments particuliers de forte activité urbaine (grands hôpitaux, gares, universités)*
- « **TC** » :
 - *Les points d'arrêts de transports en commun (bus, métro, tram)*

- Vecteurs de circulation

Les vecteurs de circulation comprennent les éléments descripteurs de flux routier : voies déconnectées de leur environnement avec un trafic de plus de 6 000 véhicules par jour.

Trois principales familles de traitement sont mises à contribution. Naturellement, leur mise en œuvre demande un nombre considérable d'ajustements, de réglages, de tests, de phases de validation, et elles ne sont pas toutes encore aujourd'hui au même stade d'avancement. Elles permettent d'explorer trois pistes :

- *1 : Valeurs d'Indicateurs locaux – spatialisation via densités par noyaux – quantification de la part des accidents capturés selon les zonages observés, avec ou sans pondération des critères.*

On appellera cette démarche, la plus avancée aujourd'hui « ZIVAG 1 et 2 », la méthode initiale ayant connu des développements récents significatifs. Elle permet de synthétiser au maximum les facteurs observés ou présumés par les experts comme déterminants pour la Sécurité Routière, et de jouer sur leur poids respectifs pour identifier les secteurs clés de l'action à projeter.

- *2 : Valeurs d'Indicateurs locaux – spatialisation sous forme de GRIDS (maillages topologiques) – fonctions de combinaisons typologiques (combine), et combinaisons linéaires des valeurs de ces indicateurs, avec ou sans pondérations-statistique spatiale (analyse dite des voisins dominants).*

Cette option privilégie une logique de profilage typologique pour saisir les combinaisons de facteurs susceptibles d'être significativement associées dans l'espace aux zonages majeurs d'accidents. Plusieurs premières cartes résultats sont présentées et se prêtent à évaluation.

- 3 : *Valeurs d'Indicateurs locaux – spatialisation sous forme de GRIDS (maillages topologiques) – méthode des Nuées Dynamiques Spatiales.*

Cette méthode est dérivée des travaux de Diday, originellement conçus pour extraire des classifications à partir d'un tableau statistique multivarié, et redéployés ici pour construire une typologie spatiale multivariée, le caractère multivarié étant alimenté par les valeurs des différents indicateurs locaux en chaque point de l'espace. Cette procédure, extrêmement puissante, car inventée pour traiter des piles (stacks) de matrices énormes (images satellitaires), peut être configurée de diverses manières. Elle est assez peu employée dans la littérature, encore moins dans le domaine de l'analyse spatiale, car elle met en œuvre de multiples réglages interdépendants de paramètres, et exige des temps de calcul pour l'instant considérables liés au nombre d'itérations qu'elle implique. Dans le traitement des ZIVAG, elle offre des possibilités prometteuses pour justifier une investigation approfondie, mais en contrepartie, son développement est encore en cours.

Conclusion

Au niveau du projet E2R, l'architecture de données et de traitement, ainsi que le protocole d'élaboration coopérative des questionnements et de formalisation des réponses sont aujourd'hui opérationnels, au stade de prototype. Plusieurs points sont à noter :

L'intégration du SIG dans les pratiques des acteurs continue d'être expérimentée à LMCU. Ce processus itératif permet progressivement au SIG de répondre efficacement au discours produit par les acteurs de sécurité routière et en ce sens, devient peu à peu lui-même acteur du processus.

Les difficultés rencontrées aujourd'hui se situent au niveau informatique du SIG : la quasi instantanéité qui préside à toute discussion, pose ici un problème de limite de puissance de calcul dans les tâches complexes de représentations spatiales et de combinaisons de représentations spatiales. Les scripts de calcul sont ainsi toujours en cours de perfectionnement.

Ce travail, dont les étapes de progression qui viennent d'être appelées sont aujourd'hui bien balisées, va continuer, à la faveur d'une ANR CRITERE (Complexités Risques Territoire Expertise et Recherche) où les partenaires d'E2R vont se retrouver associés avec le LIVE CNRS, le laboratoire d'Informatique GREYC de l'Université de Caen et le laboratoire de Géomatique de l'Université de Laval.

Summary

Organizational safety is all too often forgotten in the field of road engineering in France. Notably, there has been no development of real local strategy designs based on guiding actions through a focus on safety, although PDUs (Urban Travel Plans) are supposed to improve the situation. Moreover, the mantra of sustainability, which could have produced a favourable context, has barely taken it into account.

Road safety is first and foremost a national concern. Historically, this means that it is mainly the State that deals with this question, which is then taken up at local institutional levels. This is true in all countries, making it possible to undertake cooperation, exchanges of experiences and comparative research.

Observations have shown (Désiré *et al.*, 2001) that local preventive actions are at the crossroads between two approaches to road safety which, in practice, call upon different systems of actors.

- Prevention based on actions on behaviour through training, communication and control.
- Prevention through actions on urban spaces raises the question of the place of these safety concerns both in planning and in projects.

Here, we need to consider that the second process presupposes that even if users have ill-suited behaviours or even commit offences, it is possible to improve the general level of safety through actions on the environment.

Marine Millot (2003) analysed different urban forms in the Urban Community of Lille (LMCU). She describes the complicated relationships that exist between road safety and urban spaces, demonstrating the importance, not of safety problems caused by the urban forms themselves, but rather of the developers' ability to deal with them in order to achieve an acceptable level of safety. In practice, this approach is essentially empirical.

Implementation of a “Zero Vulnerable Road Users Killed” strategy in Lille

In the current situation, changes made in favour of the many victims of accidents observed throughout the country can also be seen in major urban centres. These changes are *also* the result of the implementation of new know-how in recent decades. A few decades ago, the number of traffic victims in large metropolitan areas was very high. Today, the number of fatalities is a few units per user category, which allows us to dream of complete prevention. But everyone knows that it is harder to prevent the “remaining” victims, and ambitious approaches to safety are required.

Observations of the current dynamics show that, today, it appears that the will to take up safety questions on a more strategic level will emerge through the follow-up to PDUs. Thus, the LMCU has included a **zero vulnerable road users killed** objective in its PDU follow-up.

We therefore accompanied the LMCU's study work on ZIVAG (Zonages Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement – Zoning of Serious Accidents Involving Vulnerable Users), which are areas of priority action for a policy of zero vulnerable users killed. As these areas were originally drawn up by hand, we have studied automatic methods that would be able to represent the space “producing” the most pedestrian and cyclist victims. These representations are developed using combinations of different characteristics, taking into account both the urban structure and the morphology of the networks.

Structure of the E2R project

Studying how safety is taken into account in a development action strategy entails understanding the risks run by the populations, travel modes and territories. This kind of analysis requires a prior

diagnosis that the DRI has asked us to look at more closely, notably for cyclists, powered two-wheelers and heavy goods vehicles.

Discussions on the “Zero vulnerable road users killed” objective have also required us to look further into the question of geographical information tools for representing analyses carried out on area risks, but also to spatialise our interlocutors’ messages and thus contribute to improving their analyses as well.

Analysis of insecurity by travel mode in the Lille metropolitan area

The first phase of the E2R project studied the risk of different travel modes. Several thematic reports have been published.

Analysis of insecurity among cyclists in the Lille metropolitan area⁴

In 2008 in France, 148 bicycle users were killed within 30 days of an accident and 4,406 were injured (162 and 4,379 in 2009). This number of victims was down from 2007. The numbers also show a very wide diversity of challenges depending on the country and, where the usage rate is higher, the number of fatalities is obviously much higher than in France ($2.4 \cdot 10^{-6}$). This can be seen in Denmark ($9.9 \cdot 10^{-6}$), the Netherlands ($9.0 \cdot 10^{-6}$) and Belgium ($8.6 \cdot 10^{-6}$). These figures clearly show that although, from an overall point of view, the number of bicycle deaths on the road rises with use, from the point of view of individual cyclists, the probability of being involved in a fatal accident decreases as bicycle use increases.

This study is based on the exploitation of a body of more than 600 accident reports from among some 20,000 in the Nord department of France that INRETS had access to and which involved bicycle users living in the LMCU between 2001 and 2007. For these accidents, part of the data provided by BAACs (Bodily-Injury Accident Analysis Bulletins) was verified before being used, while other criteria (notably concerning location, seriousness of the injuries and accident scenarios) were more specifically studied.

Among cyclists involved, 74% were men and 26% women. In general, INSEE’s “not in the labour force” categories are more concerned with bicycle accidents (61%). Young people in school are highly involved in accidents compared with the general LMCU population (32% of the LMCU population, 44% of cyclists involved in accidents). On the other hand, other “not in the labour force” categories (retirees and unemployed) are significantly less involved in bicycle accidents than the general population of the Lille metropolitan area.

Among people “in the labour force”, the working-class categories account for most of the cyclists in the labour force involved in accidents (60%), nearly equally divided between office workers (31.6%) and blue-collar workers (28.2%). These two categories account for nearly one-quarter (24%) of all the cyclists involved in accidents. Here again, these figures reflect those of bicycle usage: in France, 20% of shopkeepers and blue-collar workers ride bicycles, compared with 11% of managerial staff.

If we exclude the catchall “outing-leisure” category (two-thirds of the known cases), most accidents occur while cyclists are going to or coming from their place of professional activity: work for 18% of the known cases, school for 9% (or three-quarters of accidents other than “outing-leisure”).

A significant share of accidents occur on cycle facilities or nearby. In our body of accident studies, approximately 17% of cyclist victims were involved in accidents on these layouts, the vast majority of them on cycle lanes or paths. This is all the more true when there is a heavy traffic. This can be

⁴ Fleury, D., Peytavin, J-F, Bué, N., Godillon, S., - INRETS, *Department of Accident Mechanisms* - Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Geosyscom Laboratory, University of Caen* - Propeck, E. - *Live Laboratory, University of Strasbourg* - Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2010). “Analyse de l’insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise” (“L’espace des risques routiers” Project), Contribution to the final report. INRETS/DRI. INRETS/RR-10-950-FR Convention Report. 116 p. Salon de Provence.

explained by the relationship between the level of traffic and the level of development. Furthermore, spatial analysis shows that 29% of accidents occur less than 3 m from a road with cycle facilities.

In three-quarters of all cases, cyclists are involved in side collisions. Far behind we find head-on and rear-end collisions (11% each). In nearly half of all cases (48%), the cyclists involved were riding straight ahead in a regular manner, cases equally divided between continuous sections and intersections. For 10%, they were performing a left-turn manoeuvre, whereas only 3% were performing a right-turn manoeuvre.

Crossing an intersection concerned 289 cyclists (44%). 234 (36%) had obeyed the traffic signals, 211 (32%) of them going straight ahead and 23 (3.5%) making a right-hand or left-hand turn. 55 cyclists (8.4%) did not obey the traffic signals. Left-turn manoeuvres are particularly accident prone: 19.3% of all accidents occur in intersections when one party is turning left, compared with 8.7% when at least one of the parties is turning right.

175 cyclists (27%) were riding in a continuous section, nearly all of them in a regular manner. We can point out door opening (7%) and overtaking (9%). In almost one on five, the accident is in connection with a parking vehicle.

More than 38% of bicycle accidents occur within 1.000 m of the rider's place of residence and 50% occur within 1,500m. But nearly 6% of cyclists were more than 10km from their homes at the time of the accident. The average distance between the accident site and the victim's home is 2,755 m. This distance is pretty much the same for men and for women. A distinction between victims living in large cities, medium-sized towns and rural areas shows an equivalent average distance for the two categories of communities (2,500m) and a larger distance for residents of rural areas (3,000m).

The centrality effect is clearly apparent, with a decrease in the number of accidents as we move away from the urban centres. Accident density is highest up to 2km from the urban centres and decreases as we move away from these centres.

Analysis of Powered Two-Wheeler insecurity⁵

The analysis of Powered Two-Wheeler (PTW) insecurity is based on encoding a sampling of 1,741 bodily injury accident reports concerning 2,001 users living in the Urban Community of Lille and involved in accidents in the Nord department between February 2003 and December 2008.

In general, most accidents occur at rush hour on working days, in the daytime under "normal" weather conditions. Accident peaks are spread out in the month of May and in the autumn months.

The PTW users involved are mainly men driving their vehicle. The share of passengers is higher among women.

The body of reports studied is characterised by youth, with the categories of users in the 14-to-25-year-old age groups accounting for more than half the sampling.

The time distribution of the accidents differs depending on the activity of those involved: that of "people in the labour force with jobs" is comparable to that found in the literature (three peaks in the morning, at noon and at the end of the afternoon), while students have fewer accidents at night but more in the morning. On the other hand, there is no link between the annual distribution of accidents and the type of vehicle used.

The differences are significant for the type of vehicle used when the accident occurred depending on the user's activity and socioeconomic level: "people in the labour force with jobs" (among them, notably "managers and senior intellectual workers") are those most involved in motorcycle accidents, while the vast majority of PTW users who are "blue-collar workers" and "university, high school and

⁵ Fleury, D., Peytavin, J-F, Godillon, S., Clabaux, N., Hanff, N. - *IFSTTAR, Accident Mechanism Research Unit* - Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaid, K. - *Geosyscom Laboratory, University of Caen* - Propeck, E. - *Live Laboratory, University of Strasbourg* - (2011). "Les Dimensions Spatiales du Risque Routier des Deux-Roues à Moteur". Final Report. INRETS/FSR. INRETS/RR-10-949-FR Convention Report. 236 p. Salon de Provence.

middle school students” ride mopeds. The higher the socioeconomic level, the more the PTW users ride motorcycles and, inversely, the lower the level the greater the chances of having a moped accident.

Among the 2,001 PTW riders involved, 37 were delivery drivers and 4 were couriers. All were men, between the ages of 18 and 25 in 83% of the cases. In 2/3 of the cases, the accidents occurred while performing their delivery work. The most common types of vehicles were mopeds with variable speed drive and scooters. The left turn – driving between lanes conflict appears to pose a highly sensitive problem for delivery drivers.

No particular use clearly stands out in relation to the type of vehicle. Whether a moped, a registered scooter or a motorcycle, the reasons for the trips are mainly related to leisure activities.

Having no insurance is the most common offence. Users of motorcycles and registered scooters proportionally commit more offences than moped users. The second most common offence observed by the police is driving under the influence of alcohol.

When the accidents occurred, two-thirds of the PTW drivers were not performing a turning manoeuvre. Vehicle-vehicle accident situations in intersections are the most numerous, however – they concern nearly half of the accident situations observed.

In keeping with what has been put forward in the literature, there are many problems of perception. 42% of PTW accident scenarios concern problems of non-perception or information gathering. This is directly linked to the weak detectability of PTW users. PTW perceptibility does not pose problems in the same way depending on where the accidents occur. The problem is greatest in continuous sections, where in-line traffic and distance/speed estimations by merging vehicles create many difficulties.

Lesions were fatal in nearly 2% of the cases. The urban effect of the sample studied attenuated the seriousness of the accidents. PTW passengers are less seriously injured than their drivers. Unlike what can be seen in the literature, injuries were less serious for the younger age groups among the users in the sample studied. We can see that the seriousness of the injuries was significantly greater when the PTW driver had committed an offence. The correlation between speed and the seriousness of the accident established by many studies is demonstrated once again here. The same is true for the increase in seriousness with alcohol consumption or driving without a licence. Urban loss-of-control scenarios are those for which PTW drivers sustain the most serious injuries.

The known rate of not wearing a helmet is quite low (2.5%), but leads to significantly more serious user injuries.

In general, the PTW user’s gender does not affect accidentology. The only significant differences concern offences: women commit much fewer illegal acts.

The vast majority of PTW accidents occur in urban areas. If we look at the breakdown of Lille into 5 zones (from the EMD, 2006), the suburbs of Lille have the highest concentration of accidents. The density of accidents, however, is highest in Lille. This can be explained by the fact that the highest number of accidents occur in dense urban areas. Thus, the suburbs have the highest concentration of accidents (913), but with densities lower than in the centres (2.78 accidents per km² vs. 13.38 for Lille plus Roubaix-Tourcoing).

According to the OCS-PLU breakdown, residential areas account for 65% of all accidents. The “dense residential housing” area, i.e. the areas surrounding the central business district, accounts for the largest share of accidents (30%).

There are fairly wide disparities among accident areas by age of the victim. Lille has the smallest number of young victims. PTW users in the Roubaix-Tourcoing suburbs are mostly younger than in the rest of the Urban Community of Lille. Inversely, PTW victims are older in Lille and in the rest of the LMCU. All the LMCU suburbs have a higher percentages of PTW-riding young people involved than in the town centres (Lille and Roubaix-Tourcoing), as is the case for Roubaix-Tourcoing and their suburbs vs. Lille and its suburbs.

It appears that a link can be established between the site of the accident and the socioeconomic situation of those involved. Throughout the LMCU, as the age increases and the socioeconomic situation of the PTW user improves, the probability of his/her having an accident in Lille or, less clearly, in the suburbs, increases. On the other hand, the younger the victim and the more deprived his/her socioeconomic situation, the greater his/her chances of having an accident in the suburbs of Roubaix-Tourcoing and (but less clearly) in the suburbs of Lille.

Accidents occur earlier in the morning and later in the evening in the suburbs. There is a time difference which can be explained by the transportation time needed to go to or return from the areas of employment or school. The differences in accident time distribution depending on the victim's area of residence are essentially the same. The variation is very clear between 5 PM and 7 PM, but less so in the morning.

By comparing the figures for mobility (EMD 2006) and the accidents recorded, we can gain an understanding of the risk levels for different socioeconomic groups. PTW users in the "university, high school, middle school students" category have the highest risk level. The differences between socioeconomic levels are very clear: "blue-collar worker" PTW users have a much higher risk than users who are "managers and senior intellectual workers".

The overrepresentation of PTW users riding on roads equipped with cycle facilities (calculated as the increase in the percentage of accidents involving this mode of travel on this network) is 0.48. Overrepresentation is less for bicycle users on these same roads, at 0.3. This overrepresentation is greater for PTWs riding on a road with a cycle lane (0.52) rather than a cycle path (0.23). This overrepresentation is greater for PTWs than for bicycles.

Analysis of Heavy Vehicle insecurity⁶

The body of accidents comprises a sampling of accident reports from the Urban Community of Lille between June 2001 and December 2008. It includes 442 traffic accidents involving 458 heavy vehicle, utility vehicle or bus drivers.

These 458 victims can be broken down as follows: 193 utility vehicle drivers, 176 heavy vehicle drivers, 82 bus drivers, and 7 drivers of special vehicles (fire trucks, machines, etc.).

Most accidents involving these vehicles, which are mainly used for professional reasons, occur on working days, in the daytime, under "normal" weather conditions, and accident peaks are spread out between the spring (April, May and June) and the autumn (September and October). But accident times vary depending on the type of vehicle: at rush hour for buses, during working hours for utility vehicles and heavy vehicles with, for the latter a peak around noon, an apparent particularity of the sample studied.

These heavy vehicles mainly have accidents on communal roads (76.2%), but the share of heavy goods vehicle accidents on national, departmental and motorway-type roads is sharply higher than for the two other types of vehicles.

The vast majority of victims are men in the age groups of people in the labour force (38 years of age on average), employed and very often at work at the time of the accident (64.2% professional drivers), notably for bus drivers (97.3% professional drivers) and heavy goods vehicle drivers (91.7%).

The nature of the opposing vehicle involved varies depending on the type of heavy vehicle with which it has the accident. Thus, while light vehicles were the leading modes of travel involved in accidents with heavy vehicles (42.6%), the share of heavy goods vehicle / bicycle accidents (23.9% of

⁶ Fleury, D., Peytavin, J-F, Valcke, Q., Godillon, S., - *IFSTAR, Accident Mechanism Research Unit* -, Saint-Gérard, T., Bensaïd, K. - *Geosyscom Laboratory, University of Caen* - Propeck, E. - *Live Laboratory, University of Strasbourg* - Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2011). "Analyse de l'accidentologie des véhicules lourds: poids lourds, véhicules utilitaires et bus" ("L'espace des risques routiers" Project), Contribution to the final report. IFSTAR/DRI. IFSTAR/RR-11-951-FR Convention Report. 163 p. Salon de Provence.

all accidents involving a heavy goods vehicle) and that of bus / pedestrian accidents (30.5% of all accidents involving buses) are particularly outstanding elements.

The opposing parties involved were relatively young and more often men, except for opposing pedestrians.

No legal offences were recorded by the policy against the heavy goods vehicles / utility vehicles / buses involved in 81.2% of all cases. In 70.5% of the cases, no offending behaviour appears in the in the accident analysis. These observations hold true even more for the buses involved.

The scenarios most often observed in accidents involving a heavy goods vehicle or a utility vehicle are those concerning problems of non-perception or information gathering in urban traffic.

Bus accidents, on the other hand, more often concern conflicts with pedestrians (when crossing the road or in the more particular case of a pedestrian trying to access a bus as the vehicle is pulling away from a stop).

More precisely, scenario U12 (Right-turn manoeuvre in an intersection and collision with a vehicle [often a two-wheeler] driving in a specialised lane [bus lane and/or cycle lane]) is often observed in heavy goods vehicle / bicycle conflicts where the blind spot problem appears to constitute an explanatory element behind the accident. Cohabitation between heavy goods vehicles and two-wheelers travelling in the same direction on an urban road clearly appears as a common accident situation.

There are proportionally fewer accidents involving heavy goods vehicles in intersections than those involving utility vehicles or buses; furthermore, accidents with a loss of vehicle control alone more often concern heavy goods vehicles. The higher share of heavy goods vehicle accidents in the countryside, as well as on larger roads, where there are fewer intersections and turn manoeuvres, explains this tendency.

In the vast majority of cases, the heavy goods vehicle / utility vehicle / bus drivers involved are uninjured in the accident (89.4%). On the other hand, the injuries sustained by the opposing parties are often quite serious. Conflicts with heavy goods vehicles present the greatest risk for serious injury. Two-wheeler drivers – notably motorcyclists – and pedestrians are most exposed in these conflicts.

A distinction was made between four types of heavy goods vehicles: rigid-chassis vehicles alone, rigid-chassis vehicles with trailers (“road trains”), tractors alone and tractors with semi-trailers (“articulated vehicles”). Different accident conditions stand out for each of them, depending on their size and their use. Small heavy goods vehicles (rigid-chassis vehicles alone) have more accidents in urban areas with vulnerable users (pedestrians and bicycles); accidents involving large heavy goods vehicles (articulated vehicles and road trains) are more serious.

Buses are very “urban” vehicles that have many accidents in intersections; on the other hand, the share of accidents outside urban areas, in the countryside, is high for heavy goods vehicles.

Compared with bodily injury accidents as a whole, utility vehicles and heavy goods vehicles are involved in accidents on roads with heavy traffic. The opposite tendency has been verified for buses. The general amount of traffic does not play a decisive role in the seriousness of accidents, but on networks heavily used by large heavy goods vehicles, the bodily consequences of accidents are more serious.

Taking accident distribution by type of network into account, the following conclusion was drawn: the smaller the road, the higher the number of uninjured accident victims proportionally to the number of accidents, but the number of seriously injured or killed victims remains stable.

The analysis of accident distribution in terms of land use shows two tendencies: a high rate of heavy goods vehicle accidents in industrial areas and bus and utility vehicle accidents in dense town centres.

There is an apparent difference between the times at which accidents occur in town centres (during working hours in the morning and afternoon) and accidents in the suburbs (peak between 12 PM and 2 PM and more frequent in the evening and at night).

Toward a decision support tool

In analyses dealing with insecurity, it is common to model travel as an infrastructure-environment-driver system. Accidents are then studied as symptoms of dysfunctions in this system (Leplat, 1985), and safety actions need to look at a wide panel of fields that could play a role, notably urban layouts at their various levels.

Specific insecurity situations can arise from actual spatial differentiations (Millot, 2003), notably when complex relationships are established between road safety and urban spaces. These relationships are hard for developers to integrate.

Another factor, also spatialised, is involved: territorial differentiation and the resulting social inequalities between the spaces in question in terms of access to housing, jobs and mobility resources.

This approach obviously uses geography, not only in terms of computer tools as shown in previous studies (GIS applications developed using specialised software platforms [ARC-GIS 9.3]), but first and foremost for some of the fundamental concepts upon which this human science bases its method of understanding observable phenomena in the real world. The way in which these references are used needs to be explained here.

The E2R project lays down the hypothesis that the spatial, social and economic context contributes to road risk phenomenology in several areas: frequency, number and location of accidents, to a certain degree, as well as the types of people involved. To test this hypothesis, 3 underlying spatialised structures for all areas studied are compared.

The first, factual and event related, is essential: it concerns the area of distribution (location, extension and shape) drawn up using the **geolocation of accidents** observed throughout the LMCU sector. It raises the question of the places, times, environments and circumstances where the potential for ambient road risks is materialised in real, observable, analysable accidents. It forms a reference base for analysing the decisive characteristics behind accident-causing situations: the “connection” to the rest of the system that the road risk problem is part of.

The second spatial structure, which is contextual, is the **geographical area itself**, the context surrounding the latter. This is presented in various morphological types: isolated, linear, areal, or continuous, according to the semantic fields and scales considered; it includes concrete objects (buildings, constructions, roads, etc.), structures (networks, zoning areas), potential forces (and their corresponding areas of action) of attraction, resistance (accessibility/isolation, obstacles/permeability, etc.), in a word, a highly diverse multitude of phenomena distributed within our geographical field according to locations and therefore a layout of physical / functional entities (landscape units, building units, infrastructures, densities, environment, places of residence, places of business, flows and flow generators, etc.).

It also covers the archetypes of **spatial models** (mono- or poly-centralities, rings, gradients, networks – whether hierarchised or not – iso/anisotropy, etc.): these underlie the geometrical and topological configurations according to which these objects and phenomena are distributed, and condition their properties and behaviours in terms of interaction (differential attractivity, absolute or relative proximity, accessibility, limits, barriers, distance-time-cost roughness, etc.).

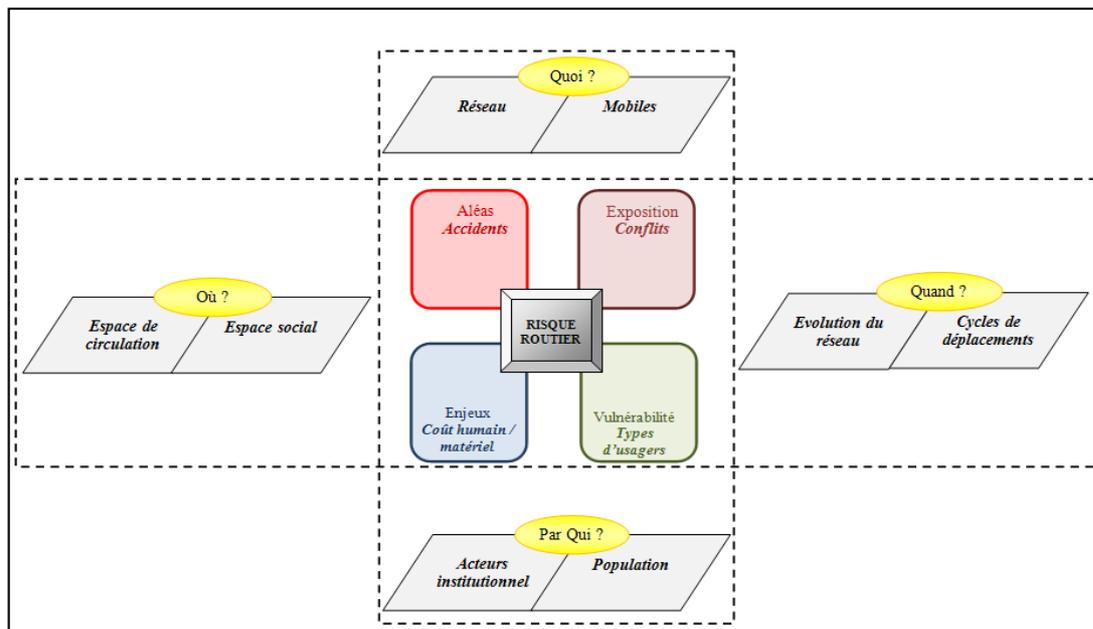
Lastly, the third structure corresponds to the **territory** itself, i.e., in the field under consideration here, a “fuzzy subset” of the geographical space that produces a society through methods of appropriation, organisation and living, and how they manifest themselves materially and immaterially.

Studies carried out over the last three years of the partnership with LMCU actors have enabled us to construct a powerful tool for territorial analysis of road risk in the LMCU spaces of action. Although it is still a prototype, this tool already contains the seeds that, over time, will grow into an

authentic assistance tool for management and coordination. There are three main reasons behind the capacities of the system developed:

- An in-depth, evolving multidisciplinary discussion process on the **key concepts** of the road risk / road safety pair, leading to effective implementation in a GIS configured in keeping with this methodology, i.e. modelling of the phenomena that is both systemic and systematic;
- The use of geolocated **data structuring methods** that effectively include the thematic, geometric, topological and teleological dimensions of the information system project (comprehension for action);
- Initialisation of a cooperative process of design and analysis between researchers (accidentologists, geographers, geomaticians) and actors (managers), whose end purpose is to develop an interactive assistant for cooperation and territorial decision-making.

The search for new forms of mapping, and notably operational mapping for managing territories, has led us to re-examine the principals upon which applicable logics have been based, especially in the field of risks: deterministic and probabilistic approaches, each of which has its limits. This led to the search for concepts to further our understanding of risk phenomenology and to further our representation of their forms of spatialisation, notably for actors in the discussion phase. This research led to the definition of the “*risk situation*” *concept*, essentially based on taking geographical combinations into account (Figure below).



One particularity of road risk lies in the type of space exposed – the traffic space – which, depending on the different time frames and modalities, is taken on by the social space. A system of flows produced by this combination characterises the road risk situation.

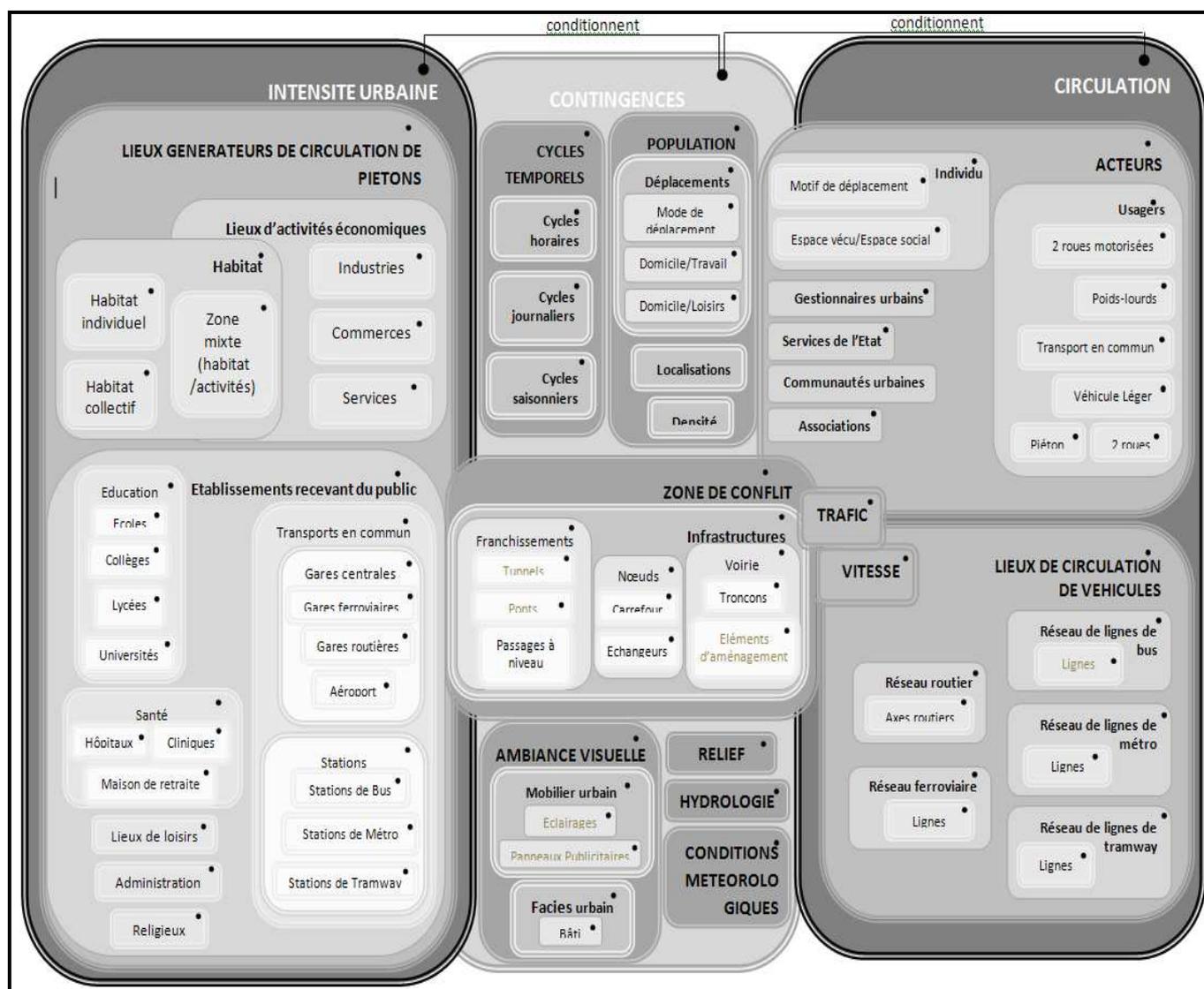
The risk situation concept should be “operative” in that it lays down guidelines for the reasoning to be used to deduce, through an *ad hoc* formalisation method, a Geographic Information System structure relevant to spatial and functional analysis. In the case of this study, the concept of risk situation was implemented in a conceptual data model (CDM) of the hypergraphic type, with systemic, systematic and spatial inspiration, developed using the foundations laid down by Bouillé (HBDS, *Hypergraph Based Data Structure*).

“Zoning of Serious Accidents Involving Vulnerable Road Users” (ZIVAG) is a spatial representation of priority zoning areas designed by the LMCU for road safety actions. Its main objective is to pinpoint locations which, through the accumulation of accidents observed there involving this type of victim (pedestrians, cyclists), require special management. For this, the

characteristics of these places need to be identified, along with the elements found there or occurring there repeatedly and which could be to blame for the process behind the emergence and location of accidents.

An approach was drawn up: to be able to act on these challenges, zoning of the action is defined in which specific safety layouts are created as a priority. This work consists in defining relevant criteria to represent the various particular aspects of this road risk, which is closely linked to urban life. Through a constant dialogue between LMCU actors, road safety specialists and geographers, different spatial representations were produced and then reviewed and tested for their validity by the LMCU actors. This joint expertise and research assessment was accompanied by a method for validating spatial representations.

Spatial representations of road risk criteria shed light on areas of high road risk concentration. For each representation, a fixed surface area (taken here to be equal to 10% of the LMCU's surface) is extracted representing the locations with the highest concentration. A percentage of validity is calculated using accidents involving vulnerable road users that occurred during the 2000-2008 period. The representations receiving the best scores can be considered as being those that best account for road risk in its spatial dimension.



This dual control based on the experience of LMCU actors and on accidentology data makes it possible to develop relevant road risk criteria that can then be combined to create a suitable representation of the ZIVAGs.

The goal of the ZIVAG approach is to pinpoint and delimit the sectors of significant concurrence between spatial indicators and accident concentrations, in order to delimit essential sectors for action on road safety.

This objective led us to:

- Not depend on a single method for identifying the sectors, but rather to use several;
- Set up this panel of methods in such a way that it activates different logics which will provide a better understanding of the reality of the risk situations in the field by comparing the different zoning areas obtained at the end of the process;
- Ensure that the methods can be applied as needs arise and as changes are made to the approach, either systematically (without any particular weighting), or in a supervised manner (with weighting), with the possibility of excluding or including criteria or setting the number of types desired, or even defining typology reference profiles (standards). This characteristic opens up the possibility for “adjustments” to be made according to user recommendations, notably in the coordination phase.

In practice, this ambition to ensure a body of evidence for identifying the most crucial or critical places for a safety action to be carried out leads to:

- Deriving a targeted conceptual model of the “ZIVAG” approach, using a global “Road Risk / Road Safety” model, in order to activate specific concepts;
- Testing the comparative contributions of several families of procedures available in Spatial Analysis with GIS, which are significantly different but potentially complementary.

The method of representation for the ZIVAGs was developed in successive stages as the multi-partner validation meetings were held on the LMCU site itself.

As the CDM indicates, the model is based on considering road risk situations as being the product of an encounter between a local level of urban life, a synthetic expert notion formalised as “urban intensity”, and a level of vehicle flow, controlled by the mobility that the territorial structure produces.

As analysed in this study, a ZIVAG was taken to be the result of a cross between areas of high **urban intensity** and areas of highly intense **traffic flow, not disconnected from the environment**.

- Urban intensity

Urban intensity can be defined as the measurement of the concentration and interference of factors and force fields in a given location, causing potentially accident-causing movements. It includes:

- **“Local Life”:**
 - *Elements in urban life oriented toward leisure and consumption, and producing pedestrian flows, such as areas of activity (restaurants, post offices, pharmacies, museums, bars, shops, etc.).*
- **“Major Producers”:**
 - *Particular elements of heavy urban activity (large hospitals, train stations, universities).*
- **“PT”:**
 - *Public transport stops (buses, metros, trams).*

- Traffic vectors

Traffic vectors include elements defining traffic flows: roads disconnected from their environment with traffic exceeding 6,000 vehicles a day.

Three main processing families are used. Naturally, implementing them requires a large number of adjustments, settings, tests and validation phases, and they are not all at the same development stage today. They enable us to explore three leads:

- *1: Local Indicator Values – spatialisation via density by core – quantification of the share of accidents captured according to the zoning area observed, with or without weighting of the criteria.*

This approach, the most advanced to date, will be called “ZIVAG 1 and 2”, the initial method having undergone significant recent developments. It can be used for the maximum synthesis of observed or presumed factors by experts to be decisive for Road Safety, and to adjust their respective weights in order to identify key sectors for projected actions.

- *2: Local Indicator Values – spatialisation in GRIDS (topological meshes) – functions of typological combinations (combined) and linear combinations of values for these indicators, with or without weighting-spatial statistics (so-called dominant neighbour analysis).*

This option emphasises a logic of typological profiling to determine combinations of factors that could be significantly associated in the space covered by the major accident zoning areas. Several of the resulting initial maps are presented and can be assessed.

- *3: Local Indicator Values – spatialisation in GRIDS (topological meshes) –Dynamic Spatial Clusters method.*

This method is derived from work by Diday, originally designed to extract classifications from a multivariate statistical table and redeployed here to construct a multivariate spatial typology, the multivariate character being supplied by the values for the different local indicators at each point in space. This extremely powerful procedure, invented to process enormous stacks of matrices (satellite images), can be configured in a variety of ways. It is not much used in the literature, and even less so in the field of spatial analysis, as it uses multiple interdependent parameter settings and takes what is now considerable calculation time due to the number of iterations it entails. In processing ZIVAGs, it provides promising possibilities for justifying an in-depth investigation, but it is still under development.

Conclusion

For the E2R project, the data and processing architecture, as well as the cooperative development protocol for questioning and formalising responses, are now operational in the prototype stage. Several points should be noted:

Experimentation on integrating the GIS into the actors’ practices is ongoing at the LMCU. This iterative process progressively makes it possible for the GIS to effectively respond to the discourse produced by the road safety actors and, in this way, little by little it is itself becoming an actor in the process.

The difficulties encountered today are in the GIS’s computer system: the quasi-immediacy of all discussions raises the problem here of the limited calculation power for complex tasks of spatial representations and combinations of spatial representations. The calculation scripts are still being perfected.

This work, whose progress has been covered here, has now been fully laid out, and is going to continue through ANR CRITERE (Complexity of **RI**sks, **T**erritory, **E**xpertise and **RE**search), in which the E2R partners will be cooperating with LIVE CNRS, the GREYC IT laboratory at the University of Caen and the Geomatics laboratory at the University of Laval.

Introduction

Dans son livre « La société du risque - Sur la voie d'une autre modernité », le sociologue Ulrich Beck montre comment la société actuelle se transforme en une société post industrielle dont la structure est fondamentalement nouvelle. Si la société industrielle avait pour problème central la production et la répartition des richesses, la société actuelle est centrée sur la répartition des risques. Celui-ci structure la dynamique sociale et politique.

Le risque est le produit de l'activité humaine. Celle-ci génère des effets qui vont en se multipliant dans leur nombre mais aussi dans leurs conséquences. Un mot d'ordre comme le *développement durable* tend à globaliser l'action contre de multiples risques de nature écologique ou sociologique. Des politiques se mettent en place, plus ou moins aisément dans des domaines aussi divers que l'effet de serre, les pandémies, la fin du pétrole, les OGM... La société met en avant le principe de précaution comme devant structurer le rapport souvent difficile entre politique et expertise scientifique.

Le risque routier fait partie de cet ensemble de risques produits par l'homme et la lutte contre les accidents de la route est clairement inscrite à l'agenda politique. Depuis toujours, l'action privilégiée porte sur le comportement du conducteur qui doit être amélioré et rendu plus respectueux des règles⁷. La mise en place de nouveaux dispositifs de contrôle, comme le contrôle sanction automatisé et maintenant la surveillance automatique des non respects de la signalisation tricolore, permet d'obtenir des gains substantiels en sécurité. L'essentiel de l'action porte sur le conducteur lui-même et le discours politique pointe centralement le conducteur 1) comme responsable de l'accident et 2) comme étant celui sur lequel il faut agir et dont il faut modifier le comportement.

Cette tradition de « blâmer la victime » (« *blaming the victim* ») est questionnée par certains qui préconisent au contraire que les progrès passeront par de nouvelles pratiques des concepteurs du système routier (Johanson, 2008). Les défenseurs de la vision zéro en Suède argumentent ce point de vue en s'appuyant sur les réductions de 80 % des tués obtenues en installant des barrières médianes en virage sur les routes de rase campagne et sur des réductions équivalentes du nombre de victimes usagers vulnérables quand l'espace urbain est aménagé en zone 30. La littérature montre que des progrès importants peuvent être accomplis grâce à la mise en œuvre de dispositifs adaptés (Elvik et Vaa, 2004).

En France, beaucoup de recherches entreprises montrent que les collectivités locales ne considèrent pas la sécurité comme une priorité du développement et de l'aménagement urbain. D'autres préoccupations sont tenues pour prioritaires dans les programmes d'action et il existe trop peu de politiques locales développant une approche systémique de l'aménagement et intégrant en amont des préoccupations sécuritaires (Fleury, 2005).

Le premier chapitre a pour objectif d'analyser l'origine de cette situation, tout en montrant des voies de progrès. Il présente des exemples de réalisation et tente de discuter pourquoi cela n'est pas suffisamment réalisé en France :

- Parce que la préoccupation sécurité routière est portée par l'État principalement et que les collectivités locales ne se sentent que peu concernées ;
- Parce que si la volonté d'intégrer la sécurité routière très en amont peut être le projet d'individus motivés, elle n'a que peu d'échos médiatiques ;
- Parce que cette intégration nécessite des dispositifs institutionnels capables de produire des effets comme l'évolution des procédures de décisions, l'existence d'une « culture de la sécurité », l'organisation du financement ;

⁷ Parallèlement, la conception technique des véhicules évolue pour permettre cette modification de comportement et diminuer la gravité des chocs.

- Parce qu'elle demanderait de nouveaux outils à la fois conceptuels et techniques susceptibles de modifier les pratiques.

Le deuxième chapitre approfondit le diagnostic préalable sur les risques encourus par différentes populations, modes et territoires. L'entrée première à ce type de travail est la répartition par modes, du fait des énormes différences de niveaux de risque entre eux. Bien sûr cette analyse resitue les usagers selon leurs caractéristiques socio-économiques et leurs localisations territoriales. Ce travail a été réalisé sur les catégories cyclistes, deux-roues à moteur et véhicules lourds.

Les réflexions sur l'objectif "Zéro tué usagers vulnérables" (en particulier les piétons) d'autre part, nous ont obligés à approfondir la question des outils d'information géographique, pour représenter les analyses faites sur le risque des territoires, mais également spatialiser les discours de nos interlocuteurs et contribuer ainsi à approfondir leurs propres analyses. Cette partie du projet fait l'objet du troisième chapitre.

CHAPITRE 1

Le risque routier est-il un risque comme les autres ?

1. Quelle stratégie pour l'intégration de la sécurité dans les systèmes socio-techniques ?

1.1. La prise en compte de la sécurité dans d'autres secteurs d'activité

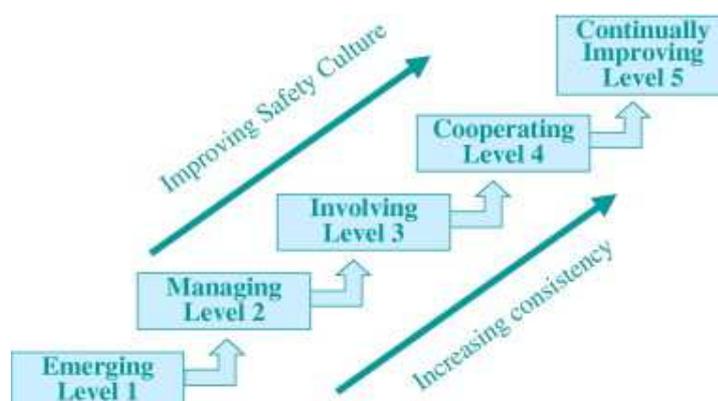
Dans de nombreux domaines de la gestion des risques, les réflexions actuelles sur les accidents et sur les pratiques de prévention conduisent à mettre la priorité sur la *sécurité organisationnelle*. Cela reviendrait dans le domaine routier à mettre l'accent sur la responsabilité des gestionnaires de réseaux pour une intégration de la sécurité parmi les critères et les valeurs qui définissent la conception.

Une comparaison pourrait être effectuée avec la prise en compte de la sécurité dans le monde du travail. Traditionnellement, l'amélioration de la sécurité passe par des procédures, par le suivi de leur application, par des audits de systèmes, par des retours d'expérience. Les limites de ce type de démarche résident dans le manque de planification à long terme d'une part, et dans le manque de réel pouvoir de décision de la part des responsables de la sécurité d'autre part. C'est pour cette raison que certaines recherches ont pu considérer que la direction d'entreprise pouvait être considérée comme responsable des accidents dans la mesure où c'est elle qui décide de la répartition de ressources, de la stratégie, des méthodes de travail (Deming, 1986).

Aujourd'hui, c'est lorsque la sécurité a pu s'inscrire dans les institutions et concevoir ses métiers propres que des progrès ont pu être réalisés, mais c'est surtout lorsque le management d'entreprise s'est approprié cette responsabilité et s'est mobilisé pour une réduction des accidents du travail en intégrant en particulier la sécurité dans la conception des process industriels (Herrero et *al.*, 2002). Alors, la sécurité est intégrée dans un système et non plus uniquement considérée comme un programme d'action.

L'implication de la direction d'entreprise produit la mise en place de structures institutionnelles responsables de l'action à long terme. La notion de qualité totale (TQM Total Quality Management) permet l'intégration de la sécurité dans des approches globalisées intégrant la qualité, la gestion des risques pour l'environnement et pour la santé.

Dans le domaine aérien, il est aujourd'hui admis que, selon les études, de 50 % à 60 % des accidents et incidents ont leurs origines dans la conception et le développement du process lui-même. Les faits observés permettent d'affirmer que la gestion du trafic aérien a atteint un grand niveau de sécurité grâce à des décennies d'essais erreurs et de professionnalisme, faisant que la sécurité dans le domaine aérien apparaît comme une "propriété émergente". La culture de sécurité de ceux qui développent de nouveaux systèmes est un élément essentiel pour le futur. Connaître les accidents déjà survenus à un type de système pour les prévenir, savoir anticiper les nouveaux problèmes susceptibles d'apparaître, éventuellement à l'interaction avec d'autres systèmes, prévoir ce que le système peut éviter dans d'autres secteurs, sont nécessaires à une conception intégrée dans le domaine aérien.



Modèle de maturation de la culture sécurité (Fleming, 1999)

Certains auteurs modélisent l'évolution de la culture sécurité d'une organisation en différentes étapes. Au début, la direction pense que l'accident résulte de faute ou d'inattention de leurs employés. À ces stades (1 et 2), la direction ne se reconnaît pas un rôle dans la sécurité. Au stade de l'implication, la direction change de point de vue et conçoit des procédures pour prendre en compte la sécurité. À l'étape 4, les procédures sont en place et la direction s'approprie les objectifs de sécurité, en particulier en dédiant des ressources suffisantes. À l'étape 5, la direction contrôle et gère la sécurité de manière efficace, en améliorant continuellement cette prise en compte (Flemming, 1999).

1.2. En SR aussi, d'autres pratiques sont possibles : exemple de la vision zéro suédoise

La sécurité routière est généralement considérée comme un risque "à part" et beaucoup pensent qu'elle n'est pas concernée par ce type de réflexions portant sur l'ensemble des "autres" risques sociotechniques.

Un tel point de vue n'est pas partagé par tous et certaines politiques dans d'autres pays adoptent une posture diamétralement différente en s'inspirant des pratiques dans d'autres secteurs de la sécurité.

Une vision éthique ... (Tingvall, 1997)

D'un point de vue éthique, tout porte à croire que l'insécurité est le prix à payer pour la mobilité : le système routier est performant, c'est l'irresponsabilité de l'utilisateur qui fait le coût à payer pour cette efficacité. Une telle attitude dans le monde du travail serait impensable : accepter de payer un coût humain pour une production quelconque est inconcevable et moralement condamnable.

Pourquoi alors l'acceptons-nous sur les routes ? Simplement parce que nous nous référons à un modèle prétendument scientifique qui considère l'homme-automobile comme parfait, capable de saisir, de traiter, comprendre toute l'information disponible, d'agir avec un maximum d'efficacité. Or, un tel prototype de l'homme parfait, évidemment, n'existe pas, mais il permet de faire porter le blâme sur la victime. La conséquence de cette manière de concevoir la mobilité routière est qu'elle constitue le système sociotechnique le moins tolérant avec plus d'un million de tués par an dans le monde.

La "vision zéro" suédoise part d'une nouvelle éthique de la sécurité, affirmant que la vie ne peut pas être échangée contre des avantages quelconques et qu'il ne convient pas de compter sur la « perfection » de l'individu pour éviter les erreurs de conduite. La première conséquence de cette position est alors d'intégrer dans la conception les limites de l'être humain, en particulier ses possibles défaillances lors de la réalisation de la tâche de conduite ainsi que les limites de sa tolérance biomécanique au choc.

Le 9 octobre 1997, la *road traffic safety bill* a été votée à une grande majorité par le parlement suédois et a posé clairement les principes de la "vision zéro". En s'appuyant sur cette résolution qui exige une "décroissance significative" du nombre de victimes, la politique de sécurité routière se fixe pour objectif de se rapprocher de zéro tué et zéro victime grave dans la circulation. Le moyen pour atteindre de tels objectifs passe par la réduction ou l'élimination des erreurs (sécurité primaire), la réduction ou l'élimination de l'énergie cinétique à dissiper (sécurité secondaire), la bonne qualité du système de secours, de soin et de réhabilitation.

... qui s'appuie sur une approche scientifique

Habituellement pour améliorer la sécurité, la conception d'un système sociotechnique a pour objectif de diminuer le nombre d'événements susceptibles de produire un dommage corporel. La vision zéro correspond à une approche différente. Les événements peuvent se produire mais à la condition que le niveau de violence n'entraîne pas de risque de mort ou de dommage à long terme pour la santé.

De tels dommages n'apparaissent pas au hasard, mais sont étroitement corrélés à la violence du choc, pour chaque type d'utilisateur et chaque tranche d'âge. L'objectif est donc d'éliminer la possibilité de survenue de situations produisant des victimes (Johansson, 2009), situations qui seront alors

qualifiées d'intolérables. La vision zéro va consister à réduire cette possibilité, soit en réduisant la fréquence d'exposition à des violences de choc élevées, soit en augmentant la tolérance au choc.

En conséquence d'une telle vision, le premier responsable de la sécurité est le concepteur du système. Celui-ci est le gouvernement central, les agences gouvernementales, les agences non gouvernementales et les forces du marché. En Suède, le gouvernement a délégué sa responsabilité à la *National Road Administration*.

La responsabilité des concepteurs est alors mise en œuvre par étapes consistant à identifier les individus et types de comportements pour lesquels le système de transport routier est conçu, puis les niveaux de santé acceptables en particulier pour ceux qui ont la plus faible protection et la tolérance au choc la moins élevée. Les types d'erreurs qui tombent dans les limites de tolérance du système sont alors explicités, ce qui permet de définir quels individus et types de comportement devront être exclus et décrire comment ils le seront. À partir des relations niveau de violence / tolérance et fréquence des situations / niveau de violence, il est possible de travailler à la protection, le contrôle et l'élimination des atteintes externes de telle manière que la tolérance à la violence du choc soit toujours suffisante pour autoriser la survenue d'un accident particulier.

De cette vision zéro, résultent des règles éthiques pour les concepteurs du système :

1. Chacun doit toujours tout faire en son pouvoir pour empêcher un mort ou un blessé grave (aucune analyse coût bénéfice ne doit empêcher de sauver une vie) ;
2. L'action nécessaire doit toujours être adoptée au début du processus de décision, c'est-à-dire que toute action est basée sur une expérience scientifique et testée ;
3. La meilleure solution doit toujours être appliquée (ne jamais introduire une solution à l'efficacité inférieure) ;
4. Le facteur décisif pour la décision de modifier une situation doit être le risque et la potentialité de dommage corporel ;
5. Le travail doit toujours être guidé par le fait que la responsabilité de chaque mort ou blessé grave dans le système de transport incombe à la personne responsable de la conception de ce système⁸.

1.3. Une approche pragmatique : l'exemple londonien et le pilotage par les financements

Dans le Grand Londres, l'ancien maire, Ken Livingston, avait décidé de réduire les accidents mortels et graves⁹ ; il avait affecté des moyens financiers pour obtenir ces résultats et avait constitué une équipe de spécialistes capables de mettre en œuvre sa politique. Le maire actuel, Boris Johnson, continue à soutenir cet effort. La mobilisation des différents acteurs, police, *Boroughs*, personnel de santé, passe par le *Pan London Road Safety Forum* qui suit la recherche et le développement, les campagnes et l'éducation, la gestion des actions de sécurité routière.

Chris Lines était chercheur du *TRL*¹⁰ jusqu'au jour où il a rejoint *Transport for London* et pris la tête de la *London Road Safety Unit*. Sa conviction est que beaucoup de connaissances existent et que « nous savons faire ». Il suffit donc de mettre en œuvre, ce qui nécessite des moyens en personnel et financiers, ainsi qu'une détermination continue dans l'effort d'intervention donc une constance dans la politique de prévention.

⁸ À mettre en parallèle avec les pratiques en France :

1. Souvent l'urbaniste renvoie la prévention de l'insécurité à l'ingénieur ;
2. La sécurité est souvent considérée en fin de processus de décision, surtout pour les projets de grande ampleur ;
3. Souvent l'action est fondée sur le « bon sens », l'évaluation n'est presque jamais réalisée ;
4. La décision va privilégier l'outil technique, un projet est conçu pour réaliser un tramway, un tram-train, un réseau cyclable...
5. En France, la responsabilité est toujours mise sur l'utilisateur.

⁹ Le plan pour la sécurité propose des objectifs ambitieux de réduction du nombre de victimes en 2010 par rapport à la moyenne de la période 1994-1998.

¹⁰ Le *Transport Research Laboratory* est l'organisme qui réalise des recherches en sécurité routière depuis 70 ans.

L'action de la *LRSU* s'accompagne de moyens financiers conséquents. Le budget dédié à la sécurité routière est de plusieurs dizaines de M£. 55 personnes travaillent à la *LRSU*. L'Unité a compétence sur toutes les activités sécurité routière dans Londres et ceci est un bénéfice majeur. Cela permet des analyses en profondeur des problèmes et un choix réel pour l'intervention – aménagement, éducation, contrôle, ou une combinaison d'actions.

Atteindre les objectifs de réduction du nombre de morts et de victimes graves a un coût, mais aussi un gain, compte tenu de la valeur monétaire des victimes. C'est cet argument qui permet de défendre le budget de la sécurité routière chaque année devant le *Greater London Authority*. Les bons résultats obtenus en matière de réduction des accidents incitent à augmenter ce budget.

La démarche technique s'appuie sur l'analyse des accidents (quel est le problème ?) d'une part, et les connaissances en sécurité routière (comment le résoudre ?) d'autre part. Ces dernières viennent de travaux réalisés au niveau national depuis de très nombreuses années, en particulier par le *TRL*. Il s'agit souvent de connaissances partagées et consensuelles internationalement. Elles viennent également d'un suivi systématique des dispositifs implantés dans le Grand Londres, ce qui permet des choix raisonnés lors d'interventions futures¹¹.

L'économie de l'action est une dimension intégrée de la démarche technique. Une analyse coût-bénéfice compare le montant du projet et la valeur monétaire des vies épargnées¹². Cela revient alors à hiérarchiser les interventions en fonction de leur rentabilité, en gain de sécurité routière. En pratique, un projet sera pris en considération à partir d'un seuil de rentabilité annuelle de 100 %¹³.

Sur les voies directement gérées par *TfL*, le travail est fait par un *Traffic Engineer*. Les autres voies sont directement gérées par les *Boroughs* ; ceux-ci vont proposer des actions qui seront ou non retenues en fonction du niveau d'insécurité et donc du potentiel coût-bénéfice qui peut en résulter. Les bonnes propositions sont financées par *TfL* si elles ont un réel impact sur la sécurité.

Ce pilotage de l'action par le financement est systématique en Grande-Bretagne, ce qui n'est que rarement le cas en France. Pourtant, ceci se retrouve parfois sous forme de labellisation des projets, ce qui autorise leur financement. Ainsi la Communauté Urbaine de Grenoble – la Métro – finance les projets communaux si elle considère qu'ils peuvent être labellisés "Sécurité Routière".

2. La difficulté d'une démarche stratégique dans le contexte français

La sécurité organisationnelle est trop souvent ignorée en France dans le domaine routier. En particulier, la conception d'une réelle stratégie centrée localement sur le pilotage de l'action par la sécurité, n'est pas développée en France. Tout se passe comme si le mot d'ordre de durabilité ignorait la sécurité routière. Avant de proposer des voies d'amélioration, il convient ici de dresser le bilan de la situation dans notre pays en s'appuyant sur les recherches empiriques déjà effectuées.

2.1. Difficulté de la déclinaison locale d'une politique nationale

La sécurité routière est avant tout une préoccupation nationale. Cela signifie qu'historiquement, c'est d'abord l'État qui se saisit de cette question, qui est ensuite reprise aux niveaux institutionnels locaux. Cela a été vrai dans tous les pays et cela a permis des collaborations, des échanges d'expérience et des recherches comparatives.

Par comparaison, la prise en compte du vélo dans les villes françaises dans les années 90 commença par des demandes très fortes d'usagers par l'intermédiaire d'associations, puis relayée par les collectivités locales, en particulier regroupées dans le club des villes cyclables pour être enfin intégrée dans la loi LAURE en 1996.

¹¹ Ainsi, la circulation des deux-roues motorisés dans les voies bus, fait l'objet d'expérimentations spécifiques pour juger de leurs effets.

¹² Le coût du tué est estimé à 1.4 M£, du blessé grave à 160.5 K£ et du blessé léger à 12.4 K£.

¹³ Un tel type d'analyse a été mis en œuvre au sujet du conflit bus/cycliste sur les ponts de la Tamise pour étudier l'intérêt économique d'une limitation de vitesse à 20mph sur les ponts de Londres. L'investissement en caméras de surveillance est de 6.9 M£. Si on ne considère que les 4 ponts les plus accidentés, cela représente une économie de 7.2 M£ sur 6 ans.

La sécurité n'a pas suivi un tel processus bottom-up, les politiques nationales ont été mises en place, puis déclinées localement. Mais comme l'action publique est souvent sectorielle, sa déclinaison par les acteurs locaux se heurte à des difficultés d'application du fait de la complexité des systèmes urbains : beaucoup d'objectifs se rencontrent et peuvent parfois entrer en conflit quand ils s'appliquent sur un même territoire.

L'observation montre (Désiré et *al.*, 2001) que l'action de prévention se situe localement à l'articulation entre deux approches de la sécurité routière qui dans les faits font appel à des systèmes d'acteurs différents.

- La prévention fondée sur l'action sur les comportements faisant appel à la communication et à la formation. Les acteurs privilégiés sont certaines associations, les services communication des institutions locales, les forces de l'ordre... Ces démarches s'inscrivent dans la politique de sécurité routière défendue fortement par le gouvernement, et, dans ce cadre, les services locaux travaillent beaucoup avec les services déconcentrés de l'État (préfecture, DDE ou DDT, DREAL, ...);
- La prévention par l'action sur l'espace urbain pose la question de la place de ces préoccupations sécuritaires à la fois dans la planification et dans les projets. Les acteurs privilégiés seront alors les différents services s'occupant de la planification (urbanisme, PDU...) et ceux plus opérationnels travaillant sur les projets (subdivisions territoriales, chefs de projets...) ainsi que les associations et les élus s'intéressant à l'aménagement dans un sens plus large que la seule sécurité routière.

Il faut ici considérer que la seconde démarche présuppose que même si les comportements des usagers sont peu adaptés ou même infractionnistes, il est possible d'améliorer le niveau général de la sécurité par l'action sur l'environnement. De plus, il faut prendre garde au fait que le renvoi vers la responsabilité du conducteur a tendance à dédouaner le technicien de sa responsabilité, ce qui est à l'évidence contre-productif en matière de prévention.

2.2. La difficulté d'intégrer la SR dans les pratiques de l'aménagement

En France, la pratique actuelle, lorsqu'il s'agit de concevoir un plan pour le futur de la mobilité dans une agglomération, consiste à recourir systématiquement à "une boîte à outils" consensuelle. Même si certains d'entre eux ont pu être conçus en évaluant leur impact sur les accidents, ces outils évoluent lentement au gré des opinions, des cultures techniques et de l'état des pratiques du moment.

Les idées qui prévalent à l'aménagement sont multiples. *La réduction de la vitesse* demeure à l'évidence la mesure de sécurité la moins discutable. D'autres principes, comme *la ségrégation de flux*, d'une part et *l'intégration des modes et des usages* d'autre part, ont leurs domaines propres d'application. *La hiérarchisation des voies* comme principe organisateur de la réflexion est largement répandue. Réduire la place de l'automobile en ville est un objectif largement partagé.

Les outils techniques d'aménagement sont aujourd'hui le *boulevard urbain*, le *partage de la voie*, la conception d'un *tramway*, les *aménagements cyclables* et ceux permettant l'accessibilité, la *zone 30* et maintenant la *zone de rencontre*...

Pour caricaturer les démarches de conception d'une planification stratégique, les acteurs vont généralement privilégier un objet ou un outil technique : "il faut faire un tramway", "il faut faire des zones 30", "il faut faire un réseau cyclable", chaque acteur pouvant être porteur de préoccupations spécifiques. Puis, ces envies techniques vont se confronter pour s'évaluer mutuellement, pour évoluer, pour se rejeter ou se combiner, pour enfin construire un projet global capable de présenter une cohérence interne. C'est ainsi que Frédérique Hernandez (2003), après Lassave (1987), a décrit la démarche de conception des PDU. Un tel primat du diktat des outils sur les objectifs et les concepts techniques, est souvent décrit par des gestionnaires locaux : "on part d'une idée plus ou moins technique (généralement énoncée par un élu), on met autour de la table les acteurs pertinents et *a priori* concernés, puis on demande une étude à un bureau spécialisé".

Dans la pratique, la sécurité est "médiatisée" par des outils. Les acteurs affirment que l'on évite des accidents en utilisant le "bon sens" qui consiste à mettre un feu ou un passage piéton, faire un aménagement cyclable, réduire la circulation automobile... Ces démarches font l'économie d'une réelle intégration du diagnostic sécurité dans la décision. Elles s'appuient sur des savoir-faire partagés dans le champ de l'aménagement, mais qui ne sont pas toujours validés.

Dans les projets, il est ainsi fait appel à des outils opérationnels pour satisfaire cet objectif. Ces approches ignorent généralement les capacités d'adaptation des usagers, les potentialités d'utilisation des aménagements, y compris de façon infractionnelle. Les scénarios d'accidents prévisibles ne sont pas mobilisés, encore moins les potentialités d'erreurs de compréhension ou d'action. Certains des outils techniques de référence peuvent bien sûr être directement liés à la sécurité routière, mais le plus souvent, ils demeurent plus lointains, plus globalement liés au concept général de "durabilité".

Plus qu'une démarche contrôlée et "scientifique" – dans le sens le plus général de ce terme –, c'est une approche constructiviste qui se met en place procédant par essais et erreurs, composant progressivement un projet, mais progressivement oubliant les objectifs initiaux, en particulier quand il s'agit de la sécurité.

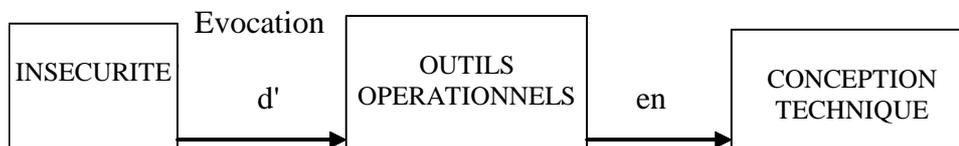
Il ne s'agit pas ici de stigmatiser ce type de démarche qui finalement prend la rationalité technique "à l'envers". Il s'agit plutôt de comprendre pourquoi la pratique ne suit pas une démarche "classique" consistant à énoncer des objectifs qui, ensuite, structurent la démarche de décision grâce à un processus d'évaluation explicite des décisions prises à chaque étape.

2.3. Un point fort : l'intégration de la SR dans l'action quotidienne

Marine Millot (2003) a analysé différentes formes urbaines sur la Communauté Urbaine de Lille. Elle décrit les rapports complexes qui existent entre la sécurité routière et les espaces urbains, montrant l'importance, non pas des problèmes de sécurité générés par les formes urbaines elles-mêmes, mais plutôt celle de la capacité des aménageurs à y faire face pour ainsi atteindre un niveau de sécurité acceptable.

Toute extension urbaine génère des rencontres et des conflits entre différents modes, différentes activités, donc des problèmes de sécurité potentiels. Il est alors essentiel de repérer ceux que nos connaissances actuelles ne savent pas traiter efficacement par l'aménagement des espaces publics, afin de permettre les modifications "en amont", seules susceptibles d'assurer un bon niveau de sécurité.

Dans la pratique, une telle démarche est réalisée de façon essentiellement empirique. Par exemple, s'il s'agit de réaliser un projet d'aménagement, un diagnostic sécurité est certes réalisé préalablement. Mais c'est très vite la confrontation de solutions envisageables dans un ensemble de possibilités relativement limitées qui structure la démarche mise en œuvre et qui guide la conception du projet. Une telle démarche conduit bien sûr à éliminer la phase d'évaluation susceptible de contredire un choix reposant surtout sur le "bon sens".



Une pratique aujourd'hui (Fleury, 2005)

L'insécurité existante – ou le ressenti des riverains et des techniciens – conduit à évoquer des outils opérationnels, tels la réduction des vitesses, les aménagements cyclables, ce qui conduira à une conception technique à mettre en œuvre sur le terrain. On voit bien ici que si la préoccupation initiale n'est pas la sécurité, mais le développement des transports publics par exemple, cela peut conduire à des aménagements divisant l'emprise en multiples espaces donnant finalement des écritures de l'espace compliquées et finalement peu lisibles qui peuvent générer des accidents, impliquant en particulier des usagers vulnérables.

2.4. Une trop faible mobilisation sociale

Dans son travail sur le déroulement de l'enquête publique sur le PDU de Marseille, Xavier Derrien note que "*l'écrasante majorité des observations concerne les transports en commun (plus de 70 % des 383 observations particulières)*", tandis que celles qui portent sur la sécurité routière représentent moins de 0,5 % des observations. "*On trouve également des demandes très précises concernant par exemple les "problèmes de sécurité autour du Lycée Victor Hugo", ou bien l'insécurité due aux rollers et aux cyclistes sur le terre-plein du Prado [...] Enfin, il faut ne pas oublier les remarques d'ordre général sur le peu de respect des conducteurs, qui provoquent de nombreux accidents de la route : le 27 juin, à la maison des associations, un particulier se plaint des "conducteurs fadas et stressés."*" (Derrien, 2001, p. 62 à 64)

Dans la pratique, l'implication des habitants est plus facile quand il s'agit d'un projet concret de réaménagement de rue que lorsqu'il s'agit de réagir sur un projet plus global portant sur la ville ou l'agglomération, comme un PDU. L'expérience lilloise en la matière montre que les habitants se mobilisent beaucoup plus massivement pour un micro-PDU à l'échelle d'un quartier que pour le PDU lui-même qui est à l'échelle de la Communauté Urbaine.

Ainsi, même si l'insécurité routière est un des grands problèmes de nos sociétés modernes, le public et les médias ne s'en saisissent pas aussi spontanément qu'ils le font d'autres types de risques plus "spectaculaires"¹⁴. Leonard Evans notait que tous les mois, mouraient sur les routes américaines autant de personnes que lors de l'attentat du 11-Septembre contre les Twin Towers, et ceci dans une indifférence quasi-totale (Evans, 2004).

Afin de mobiliser le public sur l'insécurité et les actions de prévention mises en place par le Grand Londres, Ken Livingston avait l'habitude d'aborder ces sujets lors de ses conférences de presse périodiques. Pourtant, cette démarche, qui s'inscrivait dans la cohérence de sa volonté d'action, n'était que très peu relayée par les médias qui s'intéressaient beaucoup plus à d'autres sujets d'actualité.

Les Anglais se sont penchés sur cette difficulté à mobiliser le public sur la sécurité de manière générale, au-delà de celle qui est située devant ma maison. Il est ainsi usuel de désigner localement un "champion" (en Anglais) qui porte le projet et la valeur sécurité, susceptible de personnifier un sujet qui risquerait sinon de rester assez abstrait.

Au cours de l'expérience britannique de Gloucester "*Safer City Project*", il est très vite apparu que l'implication de la population était un facteur important pour la réussite du projet. La mobilisation de la population est massivement recherchée par des articles de presse, des expositions, la distribution de documents d'information, des sondages d'opinion, la création d'un site internet. Un panel représentatif de citoyen est consulté au cours de la conception de chaque projet d'aménagement. Le *Safer City Forum*, quant à lui, a une ambition plus stratégique. Il est composé de 46 habitants de Gloucester, représentants du monde économique, des associations, des opérateurs de transport, des services de secours, des magistrats, des handicapés, des minorités ethniques et d'autres. Son rôle est de réagir sur les propositions techniques générales avant que les élus ne prennent une décision. Si le rôle du forum était prévu pour être une instance représentant l'opinion de la population, il est en réalité devenu une courroie de transmission vers le public et joue un rôle concret d'animation dans la mise en œuvre des décisions.

3. Les difficultés techniques actuelles

3.1. Une certaine vision de l'espace public

Un autre frein à l'amélioration de la sécurité est la vision que peuvent avoir les techniciens de ce que doit être l'espace public. Certains en Grande-Bretagne ou en Suède vont considérer qu'il est indispensable de concevoir un espace public sécurisé, c'est-à-dire une espace présentant le meilleur niveau de sécurité pour l'ensemble des usagers et en particulier, les plus vulnérables. Une telle vision

¹⁴ Certaines actions ont pu cependant marquer les esprits. Ainsi tout le monde se souvient de l'opération Mazamet ville morte. À la suite d'une initiative de journalistes, le 17 mai 1973, tous les habitants de cette-ville dont la population représentait le nombre de tués sur les routes en France à cette période se sont allongés sur le sol.

rejoint la manière de lutter aujourd'hui contre le tabagisme quand les prix des cigarettes deviennent dissuasifs et que les lieux où fumer est interdit sont de plus en plus nombreux. La santé publique incite à une telle démarche qui est aujourd'hui socialement acceptée.

Par contre, une autre vision de l'aménagement se fait jour proposant de faire reposer la sécurité sur le bon vouloir de chacun. Ainsi convient-il d'apaiser l'espace, de le rendre lisible, compréhensible, "respectable" pour que la sécurité soit améliorée. Après une période tendant à sécuriser l'espace, d'autres mots d'ordre apparaissent demandant à chacun de civiliser sa conduite, de partager l'espace, ce qui aura pour conséquence de limiter les accidents. La tendance aujourd'hui serait de ne plus privilégier les aménagements permettant le "*traffic calming*" et qui sont des dispositifs contraignants – en particulier pour les conducteurs d'automobiles – mais au contraire de concevoir des "*Naked Streets*" en se débarrassant de tous les dispositifs de sécurité. Celle-ci serait assurée car tous les usagers conduiraient prudemment. Un exemple étudié à Londres est celui de Kensington Street où les intersections ont été aménagées en diminuant les nombres de dispositifs, en particulier les barrières pour les piétons. Si Rob Cowan, directeur de l'Urban Design Group, annonce une réduction des accidents de 50 %, un rapport de l'Unité Londonienne de Sécurité Routière, annonce, quant à lui, une augmentation des accidents ou au mieux une stagnation (Agboola, 2007). Hans Karssenbergh (2006) défend lui aussi cette idée de *naked street* en prenant pour modèle les Champs Élysées. Cependant, au-delà de la qualité de l'aménagement de cette avenue, il n'en est pas moins vrai que le niveau d'insécurité y est particulièrement élevé, ce qui en fait le plus gros point noir en France.

Là encore, un changement des pratiques est nécessaire, en particulier pour mesurer le réel impact des différents principes d'aménagements possibles. En effet, si les décisions reposent sur des mots d'ordre moralement indiscutables, l'expérience montre qu'ils peuvent aussi s'avérer contre-productif. "Les bonnes solutions d'aujourd'hui sont parmi les problèmes de demain et les convictions dominantes d'une époque préparent bien des difficultés pour la suivante" (Jean et Vanier, 2008). Une telle affirmation oblige à une certaine prudence, à une conception raisonnée et surtout à un suivi effectif des réalisations. Il faut considérer de façon critique toutes les grandes déclarations sur l'effet sur la sécurité de telle ou telle pratique, déclarations qui se diffusent dans des documents de vulgarisation sur internet. Un tel sujet nécessite là encore de disposer des outils permettant de suivre les réalisations d'aménagement et d'évaluer précisément leur impact sur les accidents et leur gravité.

3.2. Difficulté d'une approche par la quantification des effets

Tous les techniciens intéressés par la sécurité rêvent de posséder le manuel ayant toutes les réponses à tous les problèmes qui se posent, avec l'efficacité quantifiée des outils de l'aménagement. Il est vrai que la lutte contre les risques engendrés par des activités humaines s'appuie sur des quantifications mesurant les niveaux atteints et prévisibles. Même si cela n'est pas une condition nécessaire, c'est en tout cas une pratique courante fondant les argumentaires qui justifient l'action.

Par exemple, la circulation automobile, en plus de son efficacité et de la facilité de son usage, a de nombreux effets négatifs qui sont déclinés en différents secteurs, objets d'attentions et de politiques spécifiques. Les impacts se mesurent en vies perdues, années de vies perdues, en années de maladie ou de handicap. Des modèles empiriques peuvent être construits, calibrés, suite à l'observation de séries chronologiques et à des études épidémiologiques.

La pollution de l'air par le CO, les NOx, les hydrocarbures non combustibles et les particules en suspension, produisent des maladies pulmonaires et cardio-vasculaires. Le bruit routier causé par le moteur, le roulement des pneumatiques et l'écoulement de l'air est à l'origine de tension artérielle et de maladie de cœur. L'usage privilégié de l'automobile au dépend de la marche ou de l'utilisation de la bicyclette est lié à un mauvais état de santé, car l'activité physique réduit l'apparition de cancer et de beaucoup d'autres maladies. Les chercheurs prévoient de nombreux impacts, tant sur la santé que sur des catastrophes naturelles, dus aux changements climatiques consécutifs aux émissions de CO2. Des études faites sur les effets de telles externalités du transport routier, reposent sur des mesures empiriques réalisées sur des populations concernées, ce qui permet alors de calculer des niveaux de risques, puis de calibrer des modèles doses-effets. Ces résultats sont ensuite extrapolés pour des prévisions donnant des impacts, souvent selon l'âge et le genre, et fonction des niveaux d'exposition.

Les accidents de la route sont à l'origine de blessures et de décès. Il semble donc que l'insécurité routière puisse être traitée formellement selon les mêmes méthodologies et les séries chronologiques des accidents permettent de relier l'évolution dans le temps avec les évolutions des politiques publiques.

Mais la mise en évidence de relations de type cause-effet est réalisée dans l'optique d'actions pour la prévention. Repérer l'origine d'un dysfonctionnement permet de modifier le niveau d'émission des particules en agissant sur le système routier. Le gain attendu est celui prédit par le modèle. Mais la situation est différente en accidentologie routière, car :

- l'impact évolue dans le temps ; les courbes du risque en nombre de victimes rapporté à la circulation montrent des relations non linéaires, ne permettant pas des prévisions ;
- l'impact n'est pas le même selon les pays. Alors qu'on peut faire l'hypothèse de régularité dans les modèles dose/effets.

La spécificité de l'accident, dans le déroulement duquel intervient un grand nombre de régulations des usagers, fait que les résultats attendus sont aléatoires et ne correspondent pas à des modèles rigoureusement mathématisés. Il n'y a pas de déterminisme aussi clair que quand il s'agit de mesurer le niveau de pollution en fonction du trafic et son impact sur la santé.

3.3. La difficulté de l'évaluation

Les connaissances construites sur une quantification des effets ne sont pas des approches mises en œuvre de façon courante dans le domaine routier en France. En conséquence, il n'est pas habituel de prédire le niveau d'insécurité qui sera atteint après une action. Une raison structurelle à cela est que le système sociotechnique de la mobilité, quand il est modélisé, est par définition même un système complexe. Alors, l'impact de l'action demeure imprédictible du fait des régulations opérées par les individus qui en sont des acteurs. Concrètement, l'expérience montre une grande capacité des usagers de l'espace public à l'utiliser, le détourner, produire des "scénarios" comportementaux qui étaient loin d'être prévus. Il est donc justifié de faire des suivis et des évaluations pour observer empiriquement l'effet de l'action sur le niveau de risque. Il serait donc, là encore, utile de développer des outils d'observations des effets pour non seulement produire des résultats généralisables, mais surtout pour les suivre dans le contexte particulier dans lequel s'est inscrite l'action.

L'évaluation semble donc se justifier par elle-même. Il paraît raisonnable de regarder dans quelle mesure les objectifs que l'on s'était fixés ont pu être atteints. Mais, comme cela a été vu, ceci se heurte aux pratiques réelles de l'aménagement qui ne favorisent pas ce type de démarche, et qui expliquent que les évaluations soient assez rares dans les collectivités locales.

La DRI avait mandaté le CERTU (2009) pour réaliser une recherche sur les évaluations de projets mis en place dans le cadre des PDU. Les CETE qui ont assuré le travail de terrain, en réalisant des évaluations de projets réalisés, se sont heurtés aux problèmes inhérents à l'analyse de systèmes sociotechniques complexes.

Le rapport produit par le CERTU précise dans ses conclusions les difficultés auxquelles ce travail a dû faire face. D'abord, les analyses produites ne répondent jamais simplement à la question : le risque a-t-il baissé ? Oui ou non ? Elles tendent plutôt à rendre compte de la complexité des situations et du caractère situé des comportements observés. Elles montrent comment les comportements des piétons et des deux-roues se modifient après l'implantation d'un tramway ou d'un nouveau partage de la voirie.

Il a déjà été vu que les projets en France se conçoivent le plus souvent comme des mises en cohérence de différents outils portés par des acteurs particuliers. Si l'outil prend le pas sur l'objectif, il est alors normal que lors des évaluations réalisées *a posteriori*, il soit difficile de repérer précisément ce qu'étaient les objectifs qui ont présidé à la décision. En conséquence de quoi, il est difficile d'explicitier les indicateurs qu'il convient de mesurer pour connaître l'efficacité de l'action.

Les évaluateurs se sont également heurtés à l'absence de données disponibles sur la situation pendant la période "avant", ce qui résulte là encore des processus de décision tels qu'ils sont en œuvre

dans notre pays. Si les objectifs ne sont pas prioritaires, il n'est pas nécessaire de quantifier *a priori* les problèmes qu'il faut résoudre, donc le recueil des données préalable reste très succinct.

Le rapport soulève également la question du périmètre de l'étude qui est toujours difficile de définir *a priori*, tant les configurations évoluent, la circulation se déplace, les itinéraires changent, les accidents "migrent". Là encore, on voit bien l'intérêt de représentations spatiales à plusieurs échelles qui permettent la souplesse d'un regard modifiant instantanément les frontières du territoire étudié et les échelles de l'observation.

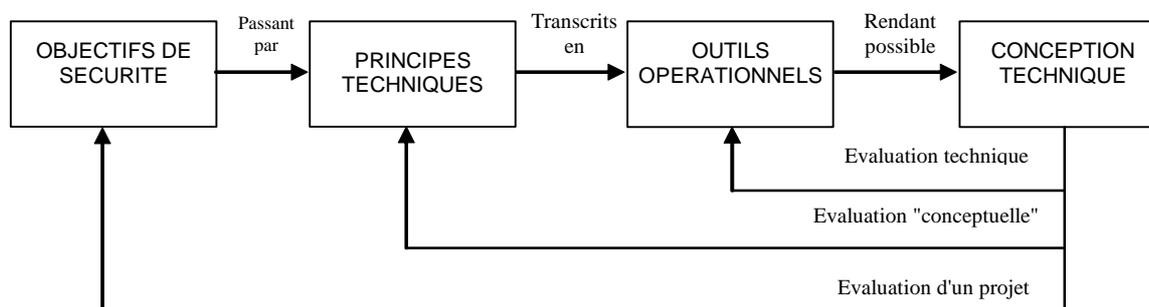
4. Propositions pour améliorer les pratiques actuelles

4.1. Comment améliorer les outils et les procédures ?

Comme dans d'autres domaines des risques, des progrès seraient possibles si les élus locaux et les directions des services techniques contrôlaient et géraient effectivement la prise en compte systémique de la sécurité, présentée à l'étape 5 du modèle de maturation de la culture sécurité proposé par Flemming (1999). En d'autres termes, cela signifie d'accepter qu'il existe une responsabilité des concepteurs des réseaux face à l'insécurité, revenant ainsi à déplacer la problématique de la causalité de l'accident vers celle, plus proactive, d'une recherche systématique de l'évitement d'une insécurité future. En effet, même si le conducteur est responsable, une conception mieux adaptée de l'environnement urbain aurait permis qu'un événement ne dégénère pas en atteinte corporelle. Si un comportement est une activité humaine observable dans un environnement, l'action peut porter sur les déterminants cognitifs et motivationnels de l'activité, mais également sur la conception de l'environnement lui-même.

Certaines conditions sont nécessaires pour une telle prise en compte, pour que la sécurité soit une priorité à l'agenda politique local. Il est indispensable de surmonter plusieurs types d'obstacles, dont le moindre n'est pas l'influence du discours consensuel en France sur la priorité de l'action sur les comportements et en particulier, le respect de la réglementation. Un autre obstacle, déjà mis en avant, est le peu d'écho médiatique de l'action en faveur de la sécurité des infrastructures : dans le domaine routier, la conception technique est rarement mise en cause, alors que ce n'est pas le cas dans d'autres domaines comme l'aérien ou le nucléaire.

Les points de vue devraient évoluer pour éviter le renvoi systématique des responsabilités de la prévention sur le comportement individuel, et considérer que, comme en Suède, la prise en compte de la sécurité dans l'aménagement au sens large est garante de la diminution du nombre des victimes. C'est en se fondant sur une approche en terme de sécurité des systèmes intégrant la prévention dans la conception et prenant en compte les erreurs et les violations des opérateurs humains que l'on pourra œuvrer à une réduction du nombre des victimes en ville.



Un schéma nécessaire (Fleury, 2005)

Ainsi est-il possible de penser un schéma de conception de l'espace public et des infrastructures différents de celui qui a été présenté et qui tiendrait compte de la sécurité. Il faudrait penser un cycle partant d'objectifs généraux de sécurité (découlant des dysfonctionnements observés ou prévisibles), passant par une conception de principe pour améliorer la prévention (niveau de ségrégation et d'intégration, niveau cible de vitesse, place des différents modes...), puis par le choix d'outils adaptés à ces principes (zone 30, boulevard urbain, voie rapide...), puis par une conception intégrant la

sécurité (conception adaptée d'un aménagement, d'un projet urbain, d'un PDU...). Ce recours nécessaire à des objectifs, puis à des principes techniques, puis à des outils pour une telle intégration demande alors un réel effort d'évaluation en retour, de façon à améliorer les connaissances sur l'efficacité de tel ou tel aménagement bien sûr, mais aussi et principalement sur celle des outils et des principes de conception eux-mêmes.

4.2. Quel cadre méthodologique ?

Agir sur les motivations des acteurs et leur volonté de changer leurs pratiques est à ce stade illusoire. Cependant, la mise à disposition d'outils d'analyse peut permettre de montrer ce que l'on peut faire, ce qui peut alors inciter à intégrer de nouvelles pratiques.

L'objectif du projet "Projets Urbains de cohérence fonctions / réseaux" est de concevoir un outil d'analyse géographique avec des possibilités nouvelles, pour montrer l'intérêt de nouvelles formes de pratiques locales. Comme toujours des données manquent pour travailler efficacement sur le risque ; l'analyse spatiale nécessite la construction de "représentations approchantes" et le recours à l'expertise. Il faut donc penser un "mode d'emploi" d'un travail itératif qui se construit entre l'outil SIG et l'expert. L'outil est alors partie prenante du processus de décision. Les contraintes sont la nécessité d'une sémantique et d'une syntaxe¹⁵ permettant la construction d'un discours sur l'état de l'insécurité et la capacité à participer dynamiquement¹⁶ à une négociation entre partenaires.

Avant d'aborder les dimensions conceptuelles et techniques d'un tel outil, il faut s'arrêter sur un modèle d'analyse spatiale de l'insécurité. L'espace est représenté à plusieurs échelles.

- La répartition des fonctions urbaines. Cette échelle permet de qualifier l'exposition des populations. De nombreuses variables sont disponibles, mais un travail conceptuel est nécessaire pour représenter la densité, la compacité des espaces urbains (continuité ou dispersion dans des espaces peu denses), la nature des tissus en fonction des qualifications usuelles (pavillonnaires, grands ensembles...).

Les populations doivent être caractérisées en insistant sur les aspects intéressant la prévention, tels : populations défavorisées, enfants, adolescents...

Les générateurs / attracteurs permettent une vision dynamique de l'appropriation de l'espace. Là encore, un travail sémantique et de hiérarchisation est nécessaire.

- Les réseaux structurant l'espace. L'espace est traversé par des flux dont la cinétique induit des situations de risques potentiels. Ces flux sont caractérisés par leur niveau, leur composition, leur vitesse.

Des objets routiers les supportant qui peuvent, à cette échelle, être caractérisés à grands traits (p.e autoroute vs boulevard urbain).

Les réseaux de transports publics créent des attracteurs aux zones d'échanges, ce qu'il faut préciser, qualifier et hiérarchiser.

- L'aménagement de l'espace public permet la résolution des conflits. La conception peut être de différentes natures prenant en compte chaque mode dans un espace donné, ségrégant ou non ces espaces, ou apaisant les cohabitations acceptées. La description plus précise de l'objet routier est donc nécessaire à cette échelle, que ce soit la qualité de sa conception ou les détails particuliers auxquels les usagers sont sensibles.

Trois niveaux scalaires peuvent être envisagés à ce stade, mais il ne faut pas s'interdire de possibles ajustements plus fins. À cette étape, l'analyse est zonale et linéaire, dans l'objectif de qualifier des espaces de la vie urbaine et des espaces du déplacement (pour simplifier).

¹⁵ Il s'agit de pouvoir exprimer avec les ressources d'un SIG des notions largement utilisées, mais fortement relatives, telles que "qualité urbaine", "forte densité", "gros trafic" ... et qui sont ensuite à mettre en relation entre elles.

¹⁶ Si un outil géographique peut être utile, il doit être capable de spatialiser rapidement une affirmation particulière : "il y a plus d'accidents d'enfants dans les quartiers défavorisés". Une représentation cartographique mettant 24h à être produite est inutilisable dans le contexte d'une prise de décision.

Les accidents permettent une vision parallèle à une telle analyse multiscalaire de l'espace des risques routiers. En ce qu'ils sont des réalisations, ils permettent de compléter, valider et orienter les analyses. Pour simplifier, les deux premiers niveaux permettent une description des conditions des conflits et de leurs cinétiques : Quels usagers ? Quel espace / réseau ?

À plus grande échelle, l'accident réinterroge la prise en compte des conflits par l'aménagement. Quels sont les conflits qui n'ont pas été pris en compte ? Avons-nous les moyens techniques d'intervenir efficacement ou l'intervention doit-elle se situer à un niveau amont ? Ainsi la réalisation d'accident permet-elle de qualifier le niveau de prise en charge et la qualité du traitement.

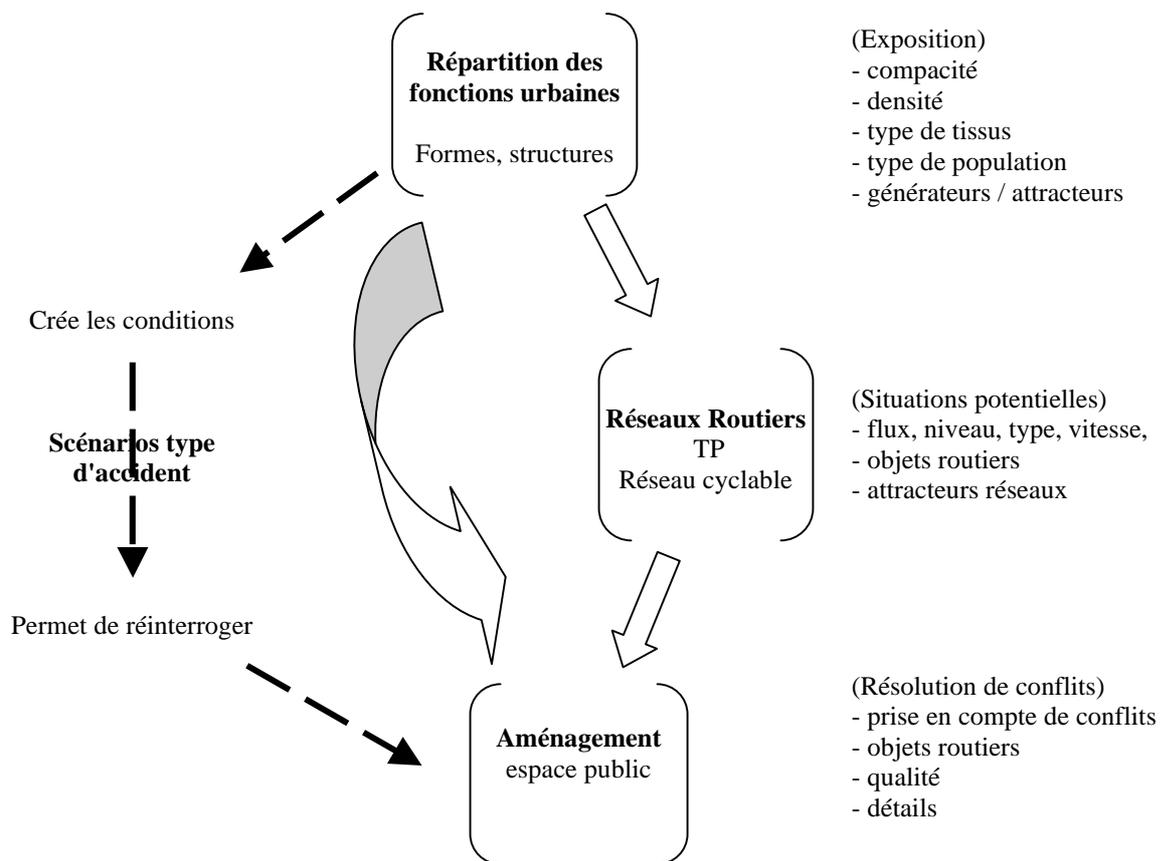


Schéma méthodologique de principe

Une telle démarche nécessite la conception d'un *modèle conceptuel* de la vision sécurité de l'espace. Ce travail réalisé, il est certain que la transcription des schémas d'analyse ne passe pas toujours directement par des variables disponibles. Qu'est-ce la "qualité d'un espace" ? La "densité urbaine" ? L'"appropriation de l'espace public" ? Il faut alors avoir recours à des variables plus ou moins directement reliées, les hiérarchiser et les pondérer. Ceci constitue un point méthodologique important.

Certaines qualifications, à défaut de données spatialisées, ne peuvent être atteintes que par l'expertise de celui qui connaît le territoire. C'est aussi pour cette raison que le système doit être conçu comme un objet dialoguant avec les décideurs et en ce sens, participant à la décision. La validation des choix passe toujours par celui qui a l'expertise du territoire qui peut alors décrire les caractéristiques de l'aménagement, les partis choisis, les qualités architecturales, ce qui est confronté à l'insécurité observée.

L'espace est ainsi analysé du point de vue de la sécurité et les effets des types de projets déjà réalisés sont interrogés, ce qui est propre à infléchir les modes d'actions.

La plus-value pour les institutions locales demeure la possibilité de faire des zooms entre différentes échelles et de reconsidérer des connaissances partielles acquises à l'échelle des projets pour les restituer à petite échelle généralisant ces conclusions à l'ensemble des territoires de LMCU.

L'objectif général est alors la création d'un outil d'analyse et d'aide à la conception d'une stratégie globale d'action : sur quel espace, pour quelles actions, avec quelle priorité, pour atteindre quel objectif ? Par exemple, celui de zéro tué usagers vulnérables.

5. Le projet E2R

5.1. Un outil de recherche

Le projet « Espace des Risques Routiers » a pour ambition de produire une analyse de l'insécurité et de l'action de prévention à un niveau global. Il a été facilité grâce à l'intérêt que Lille Métropole Communauté Urbaine avait montré pour un tel projet et à l'accès qu'elle rendait possible à de multiples sources d'information. Il est rendu possible grâce à une collaboration entre l'IFSTTAR-MA, le laboratoire GEOSYSCOM de l'Université de Caen, le CETE Méditerranée, le CETE Nord-Pas-de-Calais.

Ce projet a déjà permis de mettre en relation de très nombreuses données spatialisées, issues de sources différentes : LMCU, INSEE, Direction générale des impôts, Conseil Régional, CETE, Teletlas...

Des données sur les accidents sont incluses : les BAAC, le fichier de la Communauté Urbaine qui a l'avantage de spatialiser les accidents, les procès-verbaux d'accidents numérisés mis à disposition de l'IFSTTAR grâce à un accord avec TransPV.

À ce stade, c'est un outil d'analyse puissant qui a été constitué et qui permet une approche de la sécurité par le territoire. Un tel outil constitue un *équipement de recherche* qui peut être utilisé pour de nombreux objectifs.

- Il a ainsi servi à l'évaluation des zones 30. Il existe à Lille une réelle politique d'aménagement en ce domaine depuis le début des années 1990. C'était donc l'occasion de tester nos outils pour une telle évaluation ;
- Une analyse a également porté sur les ZUS de la politique de la ville dans l'objectif de mettre en relation les caractéristiques socioéconomiques des habitants et leur implication dans des accidents.

Aujourd'hui, un tel dispositif permet de travailler sur de nombreux sujets de recherches :

- Des comparaisons socio-spatiales de zones urbaines permettant d'observer l'insécurité de lieux très pauvres ou très riches, centraux ou périurbains, analyse évidemment rapportée à la mobilité ;
- La spatialisation de problèmes de sécurité, par exemple ceux impliquant des deux-roues à moteur, des usagers vulnérables, des enfants ;
- La localisation des accidents correspondant à des scénarios d'accidents ;
- L'influence de variables socioéconomiques sur l'insécurité ;
- Plus généralement, la relation de certaines caractéristiques de l'accident repérables dans les PV et les caractéristiques de l'environnement géolocalisables.

5.2. La mise en place d'une stratégie Zéro tué Usagers Vulnérables

En l'état actuel, les évolutions favorables des nombres de victimes des accidents observables sur l'ensemble du territoire se retrouvent également dans les grands centres urbains. Cette évolution résulte *aussi* de la mise en œuvre de nouveaux savoir-faire depuis plusieurs dizaines d'années. Il y a quelques dizaines d'années, dans les grandes métropoles, le nombre des victimes de la route était très

élevé. Aujourd'hui, le nombre de tués est de quelques unités par catégorie d'usagers¹⁷, permettant ainsi de penser une complète prévention. Mais chacun sait que les victimes "restantes" sont les plus difficiles à éviter, nécessitant des approches volontaristes de la sécurité.

L'observation de la dynamique actuelle montre que c'est dans le cadre du suivi des PDU que semble aujourd'hui pouvoir se dessiner une volonté de prise en compte des questions de sécurité à un niveau plus stratégique¹⁸. Ainsi, LMCU a inscrit un objectif de "zéro tué usagers vulnérables", dans le suivi de son PDU.

Les réponses techniques demeurent empiriques et sont à l'image des savoir-faire actuels. Aussi, cette volonté d'action mérite d'être accompagnée et demande le développement d'outils méthodologiques adaptés.

Nous avons donc accompagné le travail de réflexion de LMCU sur les ZIVAG (Zonages Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement) qui sont les zones d'action prioritaires pour une politique "zéro tué usagers vulnérables". C'est parce que dans un premier temps, ces zones ont été dessinées à la main, que nous avons réfléchi à des méthodes automatiques susceptibles de représenter l'espace "produisant" le plus de victimes piétons et cyclistes. Ces représentations sont construites en utilisant des caractéristiques différentes et combinées, rendant compte à la fois de la structure urbaine et de la morphologie des réseaux.

5.3. La structure du projet E2R

S'intéresser à la prise en compte de la sécurité dans une stratégie d'action d'aménagement oblige à connaître les risques encourus par des populations, des modes et des territoires. Une telle analyse demande un diagnostic préalable que la DRI nous a demandé d'approfondir, en particulier sur les cyclistes, les deux-roues à moteur et les poids lourds.

Les réflexions sur l'objectif "Zéro tué usagers vulnérables" d'autre part nous ont obligés à approfondir la question des outils d'information géographique, pour représenter les analyses faites sur le risque des territoires, mais également spatialiser les discours de nos interlocuteurs et contribuer ainsi à approfondir leurs propres analyses.

Le travail réalisé dans le cadre de ce projet a donc pris deux directions. La première étudie les risques de différents modes. Plusieurs rapports thématiques ont ainsi été publiés :

Fleury, D., Peytavin, JF, Bué, N., Godillon, S., - *INRETS, Département Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérand, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* -, Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2010). Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise (Projet L'espace des risques routiers), Contribution au rapport final. Rapport de convention INRETS/DRI. INRETS/RR-10-950-FR. 116 p. Salon de Provence.

Fleury, D., Peytavin, J-F, Valcke, Q., Godillon, S., - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérand, T., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* -, Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2011). Analyse de l'accidentologie des véhicules lourds : poids lourds, véhicules utilitaires et bus (Projet L'espace des risques routiers), Contribution au rapport final. Rapport de convention IFSTTAR/DRI. IFSTTAR/RR-11-951-FR. 163 p. Salon de Provence.

Fleury, D., Peytavin, J-F, Godillon, S., Clabaux, N., Hanff, N. - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérand, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* - (2011). Les Dimensions Spatiales du Risque Routier des Deux-Roues à Moteur. Rapport Final. Rapport de convention INRETS/FSR. 236 p. Salon de Provence.

¹⁷ Il faut mettre à part les deux-roues à moteur.

¹⁸ LMCU a inscrit un objectif de zéro tué usager vulnérable, dans le suivi du PDU.

La deuxième direction prise par le projet est un objectif de conception d'un outil d'aide à la décision, cet outil étant mis « en dialogue » avec les élus et/ou les techniciens. Un outil capable de reproduire les modèles mentaux et les notions qui leur sont propres. La formalisation des modes de raisonnement et les mises en rapport d'échelles différentes peuvent alors constituer une aide efficace pour la décision. L'important est de construire un modèle d'analyse performant et en particulier d'être capable de représenter les expressions qui sont utilisées dans les discours : "densément peuplé", "forte activité riveraine", "insertion de la voie dans le bâti", "attracteur", etc. Alors pourront être mis en relation ce type de caractéristiques de l'espace et l'insécurité.

Lors de la recherche, le développement de l'outil s'est fait pragmatiquement, en suivant le travail de LMCU. Les questions qui tournent autour de la sécurité sont redondantes et reviennent dans différentes scènes d'action. L'objectif est bien de produire un outil capable de s'insérer dans ces différentes scènes (d'une manière en quelque sorte "opportuniste") en représentant les sujets soulevés dans la discussion de façon :

- 1) efficace (c'est-à-dire répondant aux préoccupations du moment) ;
- 2) rapide (c'est-à-dire dont la mise en œuvre ne demande que quelques minutes ou dizaines de minutes).

Comme la priorité portait sur les usagers vulnérables, ceux-ci ont donc été privilégiés. Mais beaucoup d'autres sujets peuvent émerger. Les besoins des utilisateurs ont été spécifiés au fur et à mesure du déroulement du projet. Cela a été fait par des entretiens avec nos partenaires et par la mise en forme des questions soulevées collectivement lors des réunions de travail. La validation de l'outil a été réalisée d'une façon identique, par des présentations à nos partenaires de LMCU et par des utilisations lors de réunions plus larges.



CHAPITRE 2

Analyse de l'insécurité par mode dans la métropole lilloise

1. Méthodes

Le premier axe du projet E2R a consisté en un diagnostic de l'insécurité des utilisateurs de différents modes de transport.

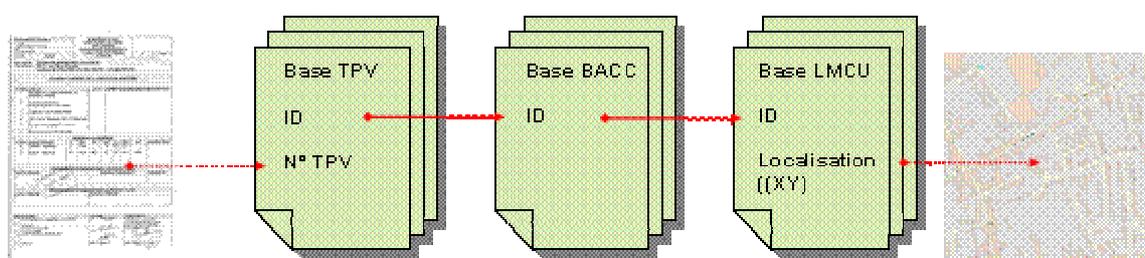
1.1. L'extraction des corps d'accidents

Les données dont nous disposons pour mener ces analyses sont les procès-verbaux d'accidents et la base de données constituée par les bulletins d'analyse des accidents corporels (BAAC).

Nous disposons également de la base d'accidents de la LMCU, spécifique au territoire d'étude. Cette base est constituée par la cellule sécurité et s'appuie sur les informations contenues dans les PV et les PROCEA (là où le recueil est mis en place).

Afin de pouvoir relier un accident de la base constituée par la LMCU à son procès-verbal fourni par l'organisme TransPV, il est nécessaire de trouver un lien permettant de raccorder les informations concernant un accident de la base TransPV aux informations du même accident de la base de la LMCU.

Il existe trois bases accidents :



Le passage par la base des BAAC n'est pas nécessaire pour créer ce lien mais la richesse de la base la rend incontournable.

Le lien nécessaire à ces mises en relation n'est malheureusement pas constitué d'un identifiant simple et unique. La difficulté de l'exercice consiste à trouver un ensemble de variables qui, une fois combinées, permettent d'obtenir une concordance adéquate entre les différents fichiers.

Il apparaît malheureusement que le plus petit dénominateur commun entre les bases TRANSPV et BAAC est constitué par les variables suivantes :

- code postal du lieu de l'accident
- date de l'accident (aammjj)
- N° PV

Entre les bases BAAC et LMCU, les variables communes sont :

- code Insee du lieu de l'accident
- heure de l'accident
- date de l'accident (aammjj)

En utilisant les variables à notre disposition, on obtient toutefois des scores assez faibles : soit moins de 50 % avec le code postal et la date de l'accident.

L'utilisation des informations contenues dans les procès-verbaux d'accidents permet alors d'améliorer ce score. Chaque PV, fourni au format TIFF par l'organisme TRANSPV, est transformé en document texte grâce à un logiciel de reconnaissance de caractères (OCR).

Une recherche textuelle est donc lancée sur ces PV afin de préciser certaines données. Il est possible d'effectuer des sélections de PV selon le code unité, le nom de la brigade, le nom d'une

commune, etc. La liste de cette sélection est exportée sous Excel et le code de la recherche est ajouté à chaque individu.

Une autre variable très pertinente – l’heure de l’accident – permet de préciser davantage la liaison entre bases. Grâce à deux recherches successives « date des faits » NEAR « xxh » et « heure des faits » NEAR « à xx », on obtient l’information sur l’heure pour environ 35 % des PV.

L’opérateur de recherche avancée NEAR permet de rechercher l’occurrence de deux termes ayant une proximité dans le texte de moins de dix mots. Il permet, ici, de chercher les heures qui se rapportent aux faits et non pas, par exemple, aux auditions des impliqués.

1.2. Les corpus de PV étudiés

La répartition annuelle des accidents et des impliqués sur LMCU est donnée dans les Tableau 1 et Tableau 2, qui donne une idée de l’enjeu que représente chaque mode, même ce n’est pas l’exact enjeu des accidents impliquant des habitants de la LMCU.

	TOTAL accidents	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL accidents impliquant au moins un	12 346 100,0 %	1 701 100,0%	1 576 100,0 %	1 415 100,0 %	1 338 100,0 %	1 464 100,0%	1 548 100,0 %	1 653 100,0%	1 651 100,0%
Piéton	2 758 22,3 %	376 22,1 %	337 21,4 %	334 23,6 %	290 21,7 %	347 23,7 %	356 23,0 %	363 22,0 %	355 21,5 %
Bicyclette	1 039 8,4 %	128 7,5 %	102 6,5 %	121 8,6 %	132 9,9 %	130 8,9 %	135 8,7 %	151 9,1 %	140 8,5 %
Cyclomoteur	2 232 18,1 %	282 16,6 %	241 15,3 %	252 17,8 %	248 18,5 %	229 15,6 %	290 18,7 %	349 21,1 %	341 20,7 %
Scooter Immatr.	134 1,1 %	3 0,2 %	7 0,4 %	1 0,1 %	11 0,8 %	42 2,9 %	20 1,3 %	21 1,3 %	29 1,8 %
Motocyclette	1 285 10,4 %	173 10,2 %	169 10,7 %	114 8,1 %	146 10,9 %	152 10,4 %	175 11,3 %	175 10,6 %	181 11,0 %
VL	11 011 89,2 %	1 549 91,1 %	1 454 92,3 %	1 288 91,0 %	1 200 89,7 %	1 312 89,6 %	1 344 86,8 %	1 444 87,4 %	1 420 86,0 %
VU	445 3,6 %	47 2,8 %	51 3,2 %	44 3,1 %	38 2,8 %	44 3,0 %	57 3,7 %	79 4,8 %	85 5,1 %
PL	669 5,4 %	77 4,5 %	68 4,3 %	87 6,1 %	84 6,3 %	81 5,5 %	91 5,9 %	80 4,8 %	101 6,1 %
Bus	114 0,9 %	10 0,6 %	18 1,1 %	13 0,9 %	11 0,8 %	14 1,0 %	11 0,7 %	17 1,0 %	20 1,2 %

Tableau 1. Répartition annuelle des accidents survenus dans la LMCU

	TOTAL impliqués	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL impliqués	26 904 100,0 %	3 827 100,0 %	3 680 100,0 %	3 162 100,0 %	2 862 100,0 %	3 077 100,0 %	3 278 100,0 %	3 491 100,0 %	3 527 100,0 %
Piéton	2 918 10,8 %	398 10,4 %	368 10,0 %	348 11,0 %	304 10,6 %	368 12,0 % ++	375 11,4 %	378 10,8 %	379 10,7 %
Bicyclette	1 092 4,1 %	131 3,4 % --	107 2,9 % ---	129 4,1 %	139 4,9 % ++	136 4,4 %	139 4,2 %	163 4,7 % +	148 4,2 %
Cyclomoteur	2 698 10,0 %	343 9,0 % --	298 8,1 % ---	307 9,7 %	292 10,2 %	267 8,7 % ---	360 11,0 % +	410 11,7 % +++	421 11,9 % +++
Scooter Immatr.	155 0,6 %	3 0,1 % ---	7 0,2 % ---	1 0,0 % ---	16 0,6 %	48 1,6 % +++	25 0,8 %	23 0,7 %	32 0,9 % +++
Motocyclette	1 469 5,5 %	199 5,2 %	199 5,4 %	134 4,2 % ---	168 5,9 %	173 5,6 %	199 6,1 %	194 5,6 %	203 5,8 %
VL	19 939 74,1 %	2 979 77,8 % +++	2 884 78,4 % +++	2 408 76,2 % +++	2 088 73,0 %	2 287 74,3 %	2 351 71,7 % ---	2 473 70,8 % ---	2 469 70,0 % ---
PL	742 2,8 %	95 2,5 %	76 2,1 % ---	93 2,9 %	92 3,2 %	88 2,9 %	99 3,0 %	88 2,5 %	111 3,1 %
Bus	181 0,7 %	11 0,3 % ---	32 0,9 %	25 0,8 %	21 0,7 %	20 0,6 %	15 0,5 %	28 0,8 %	29 0,8 %
VU	584 2,2 %	56 1,5 % ---	71 1,9 %	60 1,9 %	44 1,5 %	54 1,8 % --	83 2,5 %	105 3,0 % +++	111 3,1 % +++

Tableau 2. Répartition annuelle du nombre d'impliqués d'un accident survenu dans la LMCU

Les corpus d'accidents ont été extraits grâce aux méthodes présentées ci-dessus. Ils ont été constitués d'accidents impliquant une bicyclette, un deux-roues moteur (motocyclette, cyclomoteur, quad) ou un véhicule lourd (VU, PL, Bus).

Les accidents de Bicyclettes

Le corpus se compose d'un échantillon de procès-verbaux d'accidents ayant eu lieu sur le territoire de la communauté urbaine de Lille (LMCU) entre avril 2001 et septembre 2007. Le corpus comporte 644 PV, soit 644 accidents impliquant 653 cyclistes dans des accidents de la route. Parmi ces 653 impliqués, 4 étaient passagers, les 649 autres étant conducteurs de bicyclette. 5 accidents impliquent plusieurs cyclistes conducteurs ; dans 2 cas, deux cyclistes sont entrés en collision et dans 3 cas, un autre véhicule a percuté plusieurs cyclistes. Enfin, 11 accidents ne comportent aucune contrepartie. Au total, le corpus d'analyse comprend donc 633 accidents avec plusieurs impliqués.

Les accidents de DRM

Le corpus d'accidents DRM se compose d'un échantillon de procès-verbaux d'accidents ayant eu lieu dans le département du Nord de février 2003 à décembre 2008 et dont les impliqués sont habitants de LMCU.

Le corpus comporte 1 741 PV, soit 1 741 accidents de la route impliquant 2 001 usagers de DRM. Parmi ces 2 001 impliqués, 1 746 étaient conducteurs, les 255 autres étant passagers de DRM. Pour 173 accidents, le DRM est le seul véhicule impliqué, on recense pour ces cas-là 197 impliqués à DRM dont 172 conducteurs¹⁹ et 25 passagers. Le nombre d'accidents dans lesquels au moins deux véhicules sont impliqués s'élève à 1 542 comprenant 1 549 conducteurs et 229 passagers. Le chiffre plus élevé de conducteurs que d'accidents s'explique par le fait que sont compris dans ces 1 549 accidents, des situations dans lesquelles deux DRM sont impliqués.

¹⁹ Il y a un conducteur de moins que le nombre d'accident, il s'agit d'un cas pour lequel seul le passager habitait LMCU.

Type de véhicule	Echantillon
TOTAL	1 746 100,0 %
Cyclomoteur	1 153 66 %
Scooter immatriculé	100 5,7 %
Motocyclette	493 28,2 %

Tableau 3. Type de DRM dans l'échantillon

Les accidents de Véhicules Lourds

Le corpus étudié est composé d'accidents impliquant des poids lourds, des bus ou des véhicules utilitaires²⁰ sur le territoire de la LMCU, pour la période 2001-2008.

Le corpus comporte 442 procès-verbaux d'accidents ayant eu lieu sur ce territoire, soit 442 accidents de la route impliquant 458 conducteurs de poids lourd, véhicule utilitaire ou bus ; 16 accidents ont impliqué 2 de ces types de véhicules.

	Nb	% cit.
Camionnette, fourgon, VU (PTAC < 3.5 t.)	193	42,1%
PL	176	38,4%
Bus	82	17,9%
Véhicule spécial	7	1,5%
Total	458	100,0%

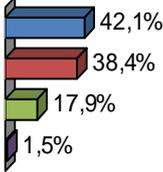


Tableau 4. Accidents par type de véhicule
(Source : codage des PV, INRETS)

1.3. Le Géocodage

La localisation des accidents, tout comme celle des impliqués, revêt une importance cruciale dans ces analyses. Cette opération fait appel à un panel de fonctionnalités SIG regroupées sous l'appellation « géocodage ».

Le géocodage permet de localiser géographiquement (sur une carte) les entités d'une table comportant une adresse (par exemple, des accidents, des clients, des étudiants, ...).

Dans ArcGis, plusieurs types de géocodage sont disponibles :

- Géocodage à l'adresse avec code postal,
- Géocodage à l'adresse sans code postal,
- Géocodage à la voie avec code postal,
- Géocodage à la voie sans code postal,
- Géocodage à la commune.

Le codage à l'adresse postale a permis de géolocaliser les données accidents des impliqués en utilisant une adresse précise le long du réseau routier du LMCU. Dans cette étude, on a utilisé les données de la base de données NavStreets comme couche de référence. En utilisant le géocodage à l'adresse dans ArcGis, on réussit à géocoder 78 % des accidents, car la base de données NavStreets n'est pas totalement complète. À cet effet, **Google Earth Pro a été utilisé** pour géocoder les points

²⁰ Une catégorie de véhicules supplémentaires a été ajoutée en marge des trois types de véhicule concernés par l'étude ; il s'agit des « véhicules spéciaux », dont l'appellation reprend celle relevée dans les PV. Ils correspondent à des cas particuliers de véhicules lourds : camions de pompier, engins de travaux... La faiblesse des effectifs de cette catégorie ne permet toutefois pas d'en faire une analyse précise.

restants. Cependant, seulement 11 % du nombre total d'accidents ont pu être récupérés. Les autres accidents ont été cartographiés avec Batch Geocodeur²¹.

Les données accidents hors LMCU ont été géolocalisées en localisant les accidents aux coordonnées du centroïde de la commune.

La géolocalisation des données accidents sur autoroutes et voies rapides a nécessité de numériser la carte des PR (points routiers). Ces données accidents ont été géocodées par rapport aux PR en utilisant le principe de la segmentation dynamique.

1.4. Les distances Lieu d'habitat / Lieu d'accident

Trois distances (distance Euclidienne, distance de Manhattan et distance Réseau) entre les lieux d'habitats et les lieux d'accidents ont été calculées, à des fins comparatives : la distance euclidienne – en ligne droite sur un plan – représente une schématisation pratique mais réductrice des distances sur le terrain, notamment en matière de déplacement. La distance de Manhattan tient davantage compte des contraintes liées aux formes de l'espace étudié, en s'appuyant sur la somme des valeurs absolues des différences entre les coordonnées en latitude et en longitude. Cette distance s'applique particulièrement bien aux espaces urbains structurés en damiers (villes d'Amérique du Nord), de façon moins satisfaisante aux structures urbaines complexes de la LMCU. La distance réseau enfin, additionnant la longueur des arcs successifs tout au long d'un cheminement, est la plus réaliste sous réserve néanmoins que l'hypothèse d'emploi du plus court chemin (principe de l'algorithme sur lequel elle est calculée) corresponde bien à la réalité des trajets considérés.

1.5. Le bordereau de codage des PV

Les PV sont des documents juridiques qui ne sont pas conçus pour la recherche en sécurité. Cela explique qu'il est parfois difficile de préciser certaines informations qui pourraient être utiles par ailleurs. Il aurait été utile de connaître la profession des parents des étudiants ou des collégiens utilisant des deux-roues car celle-ci permettrait de situer les caractéristiques sociales du ménage d'appartenance, mais cette information n'est pas disponible. D'autres variables contenues dans le PV ont un contour très vague, comme le terme "fonctionnaire" ou celui de "sans emploi".

Malgré ces limites, beaucoup d'informations sont utilisables et ont été codées. Le choix de ces variables est bien sûr fonction des hypothèses de travail. Ainsi, le rapport général à la loi qu'il est intéressant d'étudier, transparait au travers de certaines infractions, comme les délits de fuite ou le défaut d'assurance ; ces dernières seront donc privilégiées lors du codage des accidents.

Un bordereau de codage a été créé pour chacune des analyses. Il ne s'agissait pas de recoder ce qui est déjà dans le Bordereau d'Analyse des Accidents Corporels mais de rechercher des informations supplémentaires auxquelles la lecture du procès-verbal permet d'accéder. Ces informations portent sur :

- Les lieux d'habitation et d'accidents. Leur géolocalisation,
- La nature de l'impliqué habitant LMCU, conducteur ou passager,
- La fréquence d'utilisation du véhicule par l'impliqué afin de prendre en compte son habitude de conduite,
- Le type de permis de l'impliqué,
- La catégorie du véhicule,
- Les caractéristiques socioéconomiques des impliqués en particulier les métiers (profession et catégorie socioprofessionnelle, PCS) et actif/non actif, en complément des variables plus habituelles (âge, sexe, etc.) déjà codées dans le BAAC,
- Les infractions,
- Le comportement des impliqués,

²¹ Batch géocodeur est une application open source développée en HTML. Dans cette application, le géocodage et la cartographie des données utilisent l'API Google Map© et ses diverses fonctionnalités. Source : (<http://www.batchgeocodeur.mapjnz.com/>).

- Les blessures,
- L'éclairage,
- Les manœuvres originelles et les manœuvres individuelles,
- Les scénarios d'accidents,
- Certains facteurs d'accident.

Pour les bicyclettes

La proximité et l'utilisation des aménagements cyclables ont été codées.

Le port d'un casque est noté quand cette information est mentionnée.

Pour les DRM

La BASEMOTO est une classification réalisée par les compagnies d'assurance qui recensent l'ensemble des véhicules à deux-roues motorisés et leur assignent des critères techniques. Le Code National d'Identification du Type (CNIT), le type Mine et le nom du modèle permettent une correspondance avec cette base. Ainsi, il est possible de cerner précisément les caractéristiques du véhicule impliqué et donc d'avoir accès à de précieuses données (rapport poids/puissance, ABS...).

Le port ou le non-port du casque a été noté en spécifiant les « mauvais-ports ».

Pour les véhicules lourds

- Des informations précises sur la voirie : outre la nature du réseau, des informations plus précises concernant le profil de la voie seront saisies : régime de circulation (double sens de circulation, sens unique) ; nombre de voies, avec éventuellement la présence d'une voie supplémentaire, un des buts recherchés étant de mesurer la largeur de l'espace sur lequel peut circuler le véhicule lourd, en considérant donc également les portions de la voie qui ne lui sont pas réservées mais sur lesquelles il peut être amené à déborder au vu de son grand gabarit ;
- La nationalité du conducteur, notamment pour les conducteurs routiers de poids lourds ;
- Les caractéristiques socio-économiques des impliqués en particulier les métiers (profession et catégories socioprofessionnelles) et actif/non actif, en complément de variables déjà codées par le BAAC (sexe, âge...). Dans le bordereau, nous avons complété les PCS habituelles par les métiers de conducteurs professionnels qui concernent *a priori* dans une large majorité les usagers des véhicules étudiés ;
- Les caractéristiques du trajet ;
- Les caractéristiques du véhicule.

Aux infractions susceptibles d'être relevées aux conducteurs de tout type de véhicules motorisés (défaut de permis, alcoolémie illégale...) ont été ajoutés au bordereau des infractions spécifiques à la conduite de véhicules lourds, particulièrement des poids lourds :

- Dépassement des limitations de vitesse du véhicule ;
- Dépassement du temps de conduite journalier ;
- Dépassement de la durée maximale de conduite sans interruption.

Pour ces infractions, l'information est donnée par la lecture du chronotachygraphe.

La démarche a été similaire pour les comportements. Ont donc été jointes les propositions suivantes :

- Prise d'une voie interdite au poids lourd (notamment en fonction des limitations de hauteur et de PTAC du véhicule) ;
- Les stationnements gênants, en particulier dans les cas d'une livraison.

Parmi les usages professionnels de ces véhicules, la fonction de transport est récurrente pour les poids lourds et, dans une moindre mesure, pour les véhicules utilitaires. La variable « Type de trajet » propose trois types de transport-livraisons pour les véhicules concernés :

- « Transport-livraisons en trace directe », c'est-à-dire d'un point de départ à un point d'arrivée ;
- « Transport-livraisons en tournée », avec plusieurs lieux de livraison ;
- « Transport-livraisons (non renseigné) » lorsque le type de parcours ne peut être renseigné.

La proposition « déménagement » peut concerner aussi bien des poids lourds appartenant à une entreprise de déménagement qu'un camion ou véhicule utilitaire, loué ou non, affrété pour les besoins d'un particulier.

Il a par ailleurs été recherché l'évaluation de l'impact des arrêts sur les accidents de ces véhicules lourds, souvent contraints à une multiplicité d'arrêts dans le cadre professionnel.

Enfin, la « distance temporelle » d'un poids lourd correspond à la durée écoulée entre le début de la conduite journalière jusqu'au moment de l'accident.

1.6. Le codage des scénarios-types

La méthode d'analyse de l'accident au moyen de scénarios-types sert de point d'appui à cette étude. Une définition sommaire en est donnée par l'INRETS (Brenac, Fleury, 1999) : « *Le concept de scénario-type d'accident de la circulation permet de synthétiser et de généraliser les connaissances qui sont issues de la synthèse de plusieurs cas considérés comme semblables. Le scénario-type se définit donc comme un déroulement récurrent d'accidents : ceux-ci présentent de telles similitudes dans l'enchaînement des faits et des relations de causalité qu'on peut considérer leur ensemble comme un modèle.* »

*Les Scénarios Piétons*²²

- P1. Piéton traversant (souvent adulte, adolescent), initialement masqué souvent par véhicule stationné ou arrêté.
 - P2. Piéton traversant en courant (souvent enfant, attention focalisée), initialement masqué, souvent par véhicule stationné.
 - P3. Piéton traversant dans circulation dense, masqué par file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité.
 - P4. Piéton traversant devant un véhicule arrêté pour le laisser passer, généralement sur passage piéton.
 - P5. Piéton traversant une voie importante, en général nuit ou pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard.
-
- P6. Piéton détecté, engage une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur.
 - P7. Jeune piéton détecté (souvent avec d'autres, attention captée), s'engage en courant ou soudainement, surprenant le conducteur.
 - P8. Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté.
 - P9. Piéton traversant en confiance sur un passage piéton une infrastructure large ou rapide, détection trop tardive ou anticipation erronée de la part du conducteur.
 - P10. Conducteur franchissant un feu rouge/orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard.

²² Brenac T., Nachtergaële C., Reigner H., Scénarios-types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention, Rapport INRETS n° 256, décembre 2003.

- P11. Piéton présent sur la chaussée (statique, la longeant, y divaguant), de nuit, hors agglomération ou en petite agglomération, détecté trop tard.
- P12. Piéton présent près d'un véhicule en panne ou accidenté, de nuit, hors agglomération, non vu ou trop tard.
- P13. Piéton sur chaussée, souvent en discussion, souvent se recule/se retourne, surprenant le conducteur (ou n'est pas vu).
- P14. Piéton sortant ou juste sorti d'un véhicule stationné, détecté tardivement ou surprenant le conducteur.
- P15. Véhicule en marche arrière, choc sur piéton non détecté par l'arrière du véhicule.

-
- P16. Véhicule en perte de contrôle, heurte un piéton hors chaussée, ou projette sur lui un véhicule stationné.
 - P17. Élément d'un véhicule (lourd), ou de son chargement, se détachant ou se déployant et heurtant un piéton.
 - P18. Interaction entre deux véhicules, entraînant une manœuvre d'ajustement puis un choc sur piéton.

-
- P19. Deux-roues circulant sur un trottoir ou une voie interdite à la circulation, heurtant un piéton.
 - P20. Querelle ou rapport conflictuel entre piéton et automobiliste.

Les Scénarios urbains²³ n'impliquant pas un piéton

- U1. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire et entrant en collision avec un véhicule initialement masqué lors de la prise d'information. (Page 15).
- U2. Conducteur local circulant sur une voie de desserte, négligeant une priorité à droite et entrant en collision avec un usager prioritaire initialement masqué. (Page 19).
- U3. Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule le précédant. (Page 23).
- U4. Circulation d'un deux-roues léger sur un trottoir et collision avec un véhicule sortant d'un accès riverain et initialement masqué. (Page 25).
- U5. Jeune cycliste, initialement masqué, s'engageant de façon précipitée sur une voie de circulation et collision avec un véhicule. (Page 27).

-
- U6. Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse. (Page 29).
 - U7. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur. (Page 33).
 - U8. Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination. (Page 37).
 - U9. Non perception sur l'arrière (dans le rétroviseur) d'un deux-roues à moteur lors d'une manœuvre de demi-tour ou d'insertion. (Page 41).
 - U10. Gêne liée à un véhicule stationné et déport vers le centre de la chaussée sans percevoir un deux-roues à moteur circulant en sens inverse. (Page 43).
 - U11. Non perception ou perception tardive d'une intersection ou d'une perte de priorité. (Page 47).
 - U12. Manœuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant dans une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable). (Page 49).

-
- U13. Véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès riverain et collision avec un véhicule, généralement un deux-roues à moteur, le dépassant. (Page 53).

²³ Clabaux N., Scénarios types d'accidents de la circulation urbaine n'impliquant pas de piétons, Rapport INRETS/RE-06-919-FR, Juillet 2005.

- U14. Conducteur inexpérimenté (souvent d'un deux-roues à moteur), style de conduite offensif, fluide, dépassement d'un véhicule arrêté (souvent massif) et collision avec un véhicule circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule dépassé. (Page 59).
- U15. Conducteur circulant à un niveau de vitesse inhabituel (souvent trajet urgent), évaluation erronée de la vitesse de progression d'un deux-roues léger effectuant une manœuvre tournante en aval, et collision avec ce deux-roues. (Page 61).
- U16. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et entrant en collision avec l'un des véhicules de la file tournant à gauche. (Page 63).
- U17. Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule, initialement masqué et franchissant la file de véhicules. (Page 67).
- U18. Deux-roues à moteur circulant entre deux files de véhicules ralentis et entrant en collision avec un véhicule changeant de voie de circulation. (Page 71).
- U19. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et non perçu par un conducteur s'insérant depuis le même côté de la file. (Page 73).
-
- U20. Non perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert. (Page 75).
- U21. Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert. (Page 79).
- U22. Arrêt momentané en aval d'un feu tricolore (souvent dû au trafic), non perception du passage au rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert. (Page 83).
- U23. Jeune conducteur franchissant de façon volontaire un feu rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert. (Page 85).
- U24. Collision entre deux véhicules dans un carrefour à feux ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant. (Page 87).
-
- U25. Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents. (Page 89).
- U26. Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval. (Page 93).
- U27. Événement extérieur contraignant un conducteur à freiner brusquement, surprenant le conducteur le suivant. (Page 97).
- U28. Choc arrière entre deux véhicules approchant un cédez le passage. Le second conducteur, prenant de l'information sur le trafic prioritaire, n'anticipe pas l'arrêt du premier. (Page 99).
-
- U29. Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide. (Page 101).
- U30. Conducteur sous l'influence de l'alcool (souvent fortement) perdant le contrôle de son véhicule (le plus souvent en courbe). (Page 105).
- U31. Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée). (Page 109).
- U32. Perte de contrôle suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe. (Page 111).
- U33. Perte de contrôle liée à un assoupissement ou un endormissement. (Page 115).
- U34. Perte de contrôle suite à un changement de file ou au déport d'un véhicule en aval. (Page 117).
-
- U35. Conducteur traversant la voie d'un véhicule prioritaire et collision avec ce véhicule suite à une évaluation erronée de sa vitesse d'approche. (Page 119).
- U36. Usager lent s'insérant sur une infrastructure roulante et percuté par un véhicule souvent rapide. (Page 121).
- U37. Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues. (Page 125).

- U38. Conducteur de deux-roues engageant soudainement (souvent enfant, attention focalisée) une manœuvre de tourne à gauche en direction du trottoir opposé et percuté par un véhicule survenant derrière lui. (Page 127).
- U39. Manœuvre de marche arrière et non perception d'un cycle. (Page 129).
- U40. Circulation d'un deux-roues sur un trottoir et collision avec un véhicule non masqué en provenance d'une rue secondaire. (Page 131).
- 99 Indéterminé.

Les scénarios propres à l'analyse des accidents bicyclette

- Chute ou collision d'un cycliste suite à ou lors d'une manœuvre de dépassement (cycliste dépassant ou dépassé) ;
- Collision d'un cycliste suite à un déboîtement, du fait de l'encombrement sur piste cyclable (ou autre) ;
- Chute ou collision d'un cycliste suite à un défaut d'entretien (nid de poule, flaque d'eau, glace...)
- Chute ou collision d'un cycliste suite à un aménagement (ralentisseur, plaque d'égout...)
- Chute ou collision d'un cycliste suite à un problème technique (chaîne, lacet...)
- Autre collision arrière (cycliste heurtant) - si ne peut être affecté en U25 à U28 ;
- Autre collision arrière (cycliste heurté) - si ne peut être affecté en U25 à U28 ;
- Collision arrière lors d'une manœuvre de tourne à gauche (cycliste heurté) - si ne peut être affecté en U15 et U38 ;
- Autre cas de cycliste ayant un comportement piéton (trottoir, traversée sur passage piéton...) sauf scénarios U4 et U40.

Les scénarios propres à l'analyse des accidents DRM

- Circulation d'un véhicule en sens interdit (souvent sans s'en rendre compte) et collision avec un autre véhicule en intersection.
- Le DRM se retrouve en situation d'accident poursuivi par la police ou pour se soustraire à un contrôle.
- Perte de contrôle due à une utilisation ludique du DRM.
- Perte de contrôle en section rectiligne liée à l'état de la chaussée (chaussée humide, tache d'huile, abîmée, bosse...).
- Collision frontale entre un DRM et un deux-roues léger sur une piste cyclable.
- Dépassement d'un DRM par un 4R, lors du dépassement les deux véhicules s'accrochent et le conducteur du DRM chute.

Les scénarios propres à l'analyse des accidents véhicules lourds

- Collision en intersection entre un véhicule utilitaire prioritaire (souvent en intervention) avec gyrophares et sirène actionnés et un autre véhicule (ou un piéton traversant). (Véhicules utilitaires) ;
- Un poids lourd double une bicyclette et l'accroche en déboîtant ou en se rabattant. (Poids lourds) ;
- Piéton souhaitant rattraper un bus, qui s'apprête à quitter un arrêt, chute et se fait écraser. (Bus).

1.7. Le codage des blessures

Le codage des blessures a été établi par le Docteur Gineyt qui dirige le service des urgences à l'hôpital de Salon-de-Provence. Il consiste en une classification en 5 grandes catégories (auxquelles s'ajoutent les catégories « indemne » et « mortelle »), établies en fonction du type de blessure occasionnée par l'accident : mineure, modérée, sérieuse, sévère et très sévère. Cette classification vise notamment à affiner les niveaux de gravité traditionnellement utilisés, en particulier pour les blessures « légères ».

Le choix de ce mode de codage tient à l'impossibilité d'utiliser l'échelle sur laquelle repose les études les plus fines en la matière (dont celles tirées du Registre du Rhône) : l' AIS²⁴. En effet, les informations fournies par les PV ne sont pas suffisamment précises pour un tel codage. En outre, l' AIS détaille surtout les blessures les plus graves. Aussi s'est-on appuyé sur une classification *ad hoc* qui détaille davantage les blessures les plus légères.

Pour chaque blessé, le niveau de gravité le plus élevé a été codé, gravité éventuellement pondérée selon les personnes. En effet, la gravité d'une même blessure est fonction des individus. Une personne âgée sera par exemple plus vulnérable qu'un sportif de 25 ans. De même, la gravité varie-t-elle selon la localisation des lésions (distal, médian, proximal) : on passe du moins grave au plus grave. Il existe aussi un biais selon l'heure : une urgence à 2h du matin sera plus souvent admise qu'à 10h du matin.

Le codage des blessures prend en compte les durées d'hospitalisation et les arrêts de travail. Ces éléments sont eux aussi variables selon les individus. À gravité égale, les personnes socialement défavorisées (isolées, sans famille, sans moyens de communication) seront plus souvent gardées pour surveillance. Les arrêts de travail ne seront pas les mêmes pour un artisan (qui doit travailler pour être rémunéré et qui aura donc tendance à les refuser) que pour un salarié avec un bon régime de protection sociale.

Ce codage est complété par d'autres indicateurs : les territoires corporels touchés et le nombre d'ITT subi, qui varient encore avec les individus.

Enfin, le codage prend en compte les suites de l'accident (ITT, arrêts de travail, certificat médical...).

²⁴ Abbreviated Injury Scale. Créée en 1971, c'est une classification des lésions traumatiques à 6 échelons décrivant les blessures en fonction de leur localisation, leur nature et leur gravité.

Tableau 5. Codage de la gravité selon le type de blessure

Gravité	Type de blessure
Indemne	
Mineure	<p>Erosion Abrasion Choc émotionnel Plaies superficielles non suturées Douleur Désinfection isolée (Bétadine)</p> <p>Absence de suivi ultérieur</p>
Modérée	<p>Plaies suturées simples (jusqu'à 10 points) Hématomes (épanchements sanguins) Une dent luxée ou cassée Entorse simple distale (cheville, poignet) sans prescription d'orthèse Fracture phalange des doigts de la main sauf le pouce Traumatisme crânien simple sans perte de connaissance</p> <p>Souvent consultation médicale ultérieure Très souvent pas d'arrêt de travail</p>
Sérieuse	<p>Entorse simple du rachis cervical, du genou, du coude Entorse de cheville ou poignet avec prescription d'orthèse Plusieurs plaies importantes Fracture de nez sans déplacement Fracture ou luxations de plusieurs dents Fracture du pouce</p> <p>Hospitalisation (admission) sans caractère de gravité Souvent court arrêt de travail</p>
Sévère	<p>Traumatisme crânien avec perte de connaissance Entorse cervicale avec prescription de collier cervical Entorse genou (ou coude) avec prescription d'orthèse (ou réalisation d'un plâtre) et de cannes anglaises (béquilles) Fracture fermée d'un membre Fracture d'une ou deux côtes Fracture du sternum Luxation poignet ou cheville Fracture de nez déplacée</p> <p>Hospitalisation de 24h pour surveillance Arrêt de travail de durée moyenne</p>
Très sévère	<p>Fracture d'une vertèbre Rupture de ligament Fracture du crâne ou de la face Blessure ou lésion interne Fracture ouverte d'un membre Luxation genou ou coude Plusieurs fractures de côtes</p> <p>Hospitalisation dans la majorité des cas</p>
Mortelle	

1.8. Les enjeux de sécurité par mode

Chaque mode de déplacement constitue un enjeu de sécurité pour les habitants de LMCU. Le Tableau 6 permet de mesurer l'importance de l'enjeu qu'ils représentent.

Tableau 6. Répartition des impliqués dans les accidents survenus entre 2001 et 2008 dans LMCU et dans le reste du département du Nord par mode de déplacement

	Impliqués dans un accident survenu dans ou hors LMCU		
	TOTAL impliqués	Accident dans LMCU	Accident hors LMCU
TOTAL impliqués	49 548 100,0 %	26 904 100,0 %	22 644 100,0 %
Piéton	4 672 9,4 %	2 918 10,8 % +++	1 754 7,7 % ---
Bicyclette	1 821 3,7 %	1 092 4,1 % +++	729 3,2 % ---
Cyclomoteur	5 148 10,4 %	2 698 10,0 % ---	2 450 10,8 % +++
Scoter Immatr.	260 0,5 %	155 0,6 % +	105 0,5 % -
Motocyclette	2 724 5,5 %	1 469 5,5 %	1 255 5,5 %
VL	36 084 72,8 %	19 939 74,1 % +++	16 145 71,3 % ---
PL	1 521 3,1 %	742 2,8 % ---	779 3,4 % +++
Bus	599 1,2 %	181 0,7 % ---	418 1,8 % +++
VU	1 304 2,6 %	584 2,2 % ---	720 3,2 % +++

La bicyclette représente 4,1 % des usagers impliqués dans les accidents dans LMCU (Tableau 6). Les cyclomoteurs sont 10 %, dans le reste du département ce mode est plutôt impliqué en agglomération (Tableau 7). Les usagers de scooters immatriculés sont relativement peu nombreux, mais sont surtout impliqués en agglomération. Les motocyclettes sont également impliqués en et hors agglomération.

Les véhicules lourds sont surtout impliqués hors agglomération, cela est vrai pour les PL, mais également pour les véhicules utilitaires ainsi que pour les bus, le codage « transport en commun de personnes » incluant les liaisons intercommunales.

Tableau 7. Répartition des impliqués dans les accidents survenus entre 2001 et 2008 hors LMCU dans le département du Nord par mode de déplacement

	En ou hors agglomération		
	TOTAL	En agglomération	Hors agglomération
TOTAL	22 644 100,0 %	14 023 100,0 %	8 621 100,0 %
Piéton	1 754 7,7 %	1 607 11,5 % +++	147 1,7 % ---
Bicyclette	729 3,2 %	595 4,2 % +++	134 1,6 % ---
Cyclomoteur	2 450 10,8%	2 168 15,5 % +++	282 3,3 % ---
Scooter Immatr.	105 0,5 %	94 0,7 % +++	11 0,1 % ---
Motocyclette	1 255 5,5 %	786 5,6 %	469 5,4%
VL	16 145 71,3 %	9 589 68,4 % ---	6 556 76,0 % +++
PL	779 3,4 %	240 1,7 % ---	539 6,3 % +++
Bus	418 1,8 %	171 1,2 % ---	247 2,9 % +++
VU	720 3,2 %	343 2,4 % ---	377 4,4 % +++

2. Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise

Cette synthèse est tirée du rapport :

Fleury, D., Peytavin, JF, Bué, N., Godillon, S., - *INRETS, Département Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* -, Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2010). Analyse de l'insécurité des cyclistes dans la métropole lilloise (Projet L'espace des risques routiers) Contribution au rapport final. Rapport de convention INRETS/DRI. INRETS/RR-10-950-FR. 116 p. Salon de Provence.

Des situations internationales hétérogènes

En France, le vélo est un mode de déplacement peu utilisé. Une revue de littérature montre une grande hétérogénéité d'usage entre différents pays, pouvant aller de 1 % à plus de 28 %. En France, ce taux est de 3 %. Si la mobilité vélo semble décroître de façon générale, elle augmente cependant très récemment dans les centres-villes, grâce en particulier à la généralisation des locations de vélos en libre-service. Ainsi, le regain de l'usage de la bicyclette en ville constitue-t-il un phénomène nouveau susceptible de modifier la tendance nationale.

En 2008, il y a eu en France 148 usagers de la bicyclette tués à 30 jours et 4 406 blessés (162 et 4 379 en 2009). Par rapport à 2007, ce nombre de victimes est en diminution. Les chiffres montrent également une très grande diversité de l'enjeu selon les pays et, lorsque l'usage est plus important, le

taux de tués par habitant est évidemment beaucoup plus élevé qu'en France ($2,4 \cdot 10^{-6}$). Ceci s'observe au Danemark ($9,9 \cdot 10^{-6}$), aux Pays-Bas ($9,0 \cdot 10^{-6}$), en Belgique ($8,6 \cdot 10^{-6}$).

Ces chiffres montrent bien que si, d'un point de vue global, le nombre de morts à vélo sur la route augmente avec son usage, du point de vue individuel du cycliste, la probabilité d'être impliqué dans un accident mortel décroît à mesure que la pratique de la bicyclette augmente.

Une projection est ainsi possible en s'appuyant sur les chiffres 2007 des pays à fort usage de la bicyclette. Si la France avait le même usage du vélo que le Danemark, le risque individuel rapporté au nombre de kilomètres parcourus diminuerait de $3,3 \cdot 10^{-8}$ tués/km à $1,0 \cdot 10^{-8}$ tués/km, ce qui correspondrait à un nombre total de tués qui passerait de 156 à 632 (chiffres 2007). Avec le même usage que les Pays-Bas, ces chiffres passeraient à $1,1 \cdot 10^{-8}$ tués/km et 573 tués et une comparaison avec la Belgique donnerait les chiffres de $2,8 \cdot 10^{-8}$ tués/km et 548 tués. Une augmentation de la circulation cycliste diminuerait le risque d'accident, mais l'enjeu en chiffre brut risquerait d'augmenter.

En d'autres termes, le nombre de morts sur la route augmente avec l'usage du vélo, du point de vue individuel du cycliste, la probabilité d'être impliqué dans un accident mortel décroît à mesure que la pratique de la bicyclette augmente.

Dans l'Union Européenne, deux tranches d'âge sont particulièrement concernées par la mortalité cycliste. Les jeunes, qui utilisent la bicyclette comme moyen de transport, sont une des catégories d'âge les plus touchées : en 2006, parmi les tués de la tranche d'âge 0-14 ans, les cyclistes comptent pour 16,2 % dans 19 pays de l'UE. En France, ce taux est l'un des plus bas avec 10,2 %. Par comparaison, ce chiffre atteint 21,5 % aux Pays-Bas.

Les personnes âgées sont, elles aussi, particulièrement exposées dans les accidents mortels de bicyclette. Dans l'Union Européenne, le vélo représente en moyenne – selon les sources – 4,8 % ou 6,7 % des tués de la route, mais 12 % pour les 60-64 ans, 14 % pour les 65-74 et 11 % pour les plus de 75 ans.

Les répartitions des accidents suivant le lieu sont très variables d'un pays à l'autre. Cependant, ceux où l'usage du vélo est très développé, comme le Danemark, les Pays-Bas et la Suède supportent relativement beaucoup moins d'accidents en rase campagne et en section courante, ce qui pourrait résulter du développement d'aménagements cyclables performants, en particulier les pistes cyclables, séparés physiquement de la circulation automobile.

Les accidents de 653 habitants de LMCU impliqués à bicyclette

Une revue de littérature montre finalement peu d'études centrées sur le déroulement des accidents, au-delà des seules caractéristiques statistiques classiquement utilisées en accidentologie. C'est pour cette raison qu'un travail a été entrepris pour approfondir les caractéristiques des accidents ainsi que celles des impliqués.

Cette recherche est fondée sur l'exploitation d'un corpus de plus de 600 procès-verbaux d'accidents parmi les quelques 20 000 du département du Nord auquel l'INRETS a accès et qui implique entre 2001 et 2007 un utilisateur de bicyclette, habitant LMCU. Pour ces accidents, une partie des données fournies par les BAAC a été vérifiée avant d'être exploitée, tandis que d'autres critères (en particulier pour ce qui concerne la localisation, la gravité des blessures et les scénarios d'accidents) ont été plus spécifiquement étudiés.

Les grandes tendances sur les accidents sont vérifiées ; les profils d'impliqués cyclistes sont similaires à ceux des données nationales et internationales. Le pourcentage de cyclistes impliqués dans des accidents survenus dans les grandes villes de LMCU est proportionnellement plus important que la proportion du réseau qui s'y trouve.

L'accidentologie des cyclistes est un fait urbain. Une analyse plus précise montre qu'en fonction des différents types d'environnement, le taux d'accident est plus important dans le tissu urbain dense et les zones industrielles et commerciales.

91 % des accidents se produisent sur une partie rectiligne de la route, les accidents en courbe se répartissant de manière à peu près égale entre courbe à droite et courbe à gauche. Dans 89 % des cas, les conditions météorologiques sont bonnes et la surface de la route est normale.

La plupart des accidents ont lieu aux heures de pointe, quand la circulation est la plus dense, dans des conditions atmosphériques « normales », quand le temps se prête le mieux à l'usage de la bicyclette. Les cyclistes sont accidentés le plus souvent dans la journée (82 % plein jour), avec des pointes aux heures de grande circulation, le matin, le midi et surtout en fin d'après-midi.

Le vendredi est le jour où le nombre de cyclistes accidentés est le plus élevé. À l'inverse, le week-end, ils sont sensiblement moins nombreux. Ils se produisent alors toujours en ville, mais sur un réseau plus local.

Enfin, la répartition mensuelle des accidents correspond approximativement aux conditions météorologiques et corrélativement à l'usage de la bicyclette. Si le nombre d'accidents est maximal en juin et fort en septembre, mois chauds où la circulation reste dense, il est globalement plus élevé en été et plus bas en hiver.

Age et sexe des impliqués

74 % des cyclistes impliqués sont des hommes, pour 26 % de femmes. L'usage du vélo en France est une pratique essentiellement masculine, puisque 63 % des déplacements cyclistes sont effectués par des hommes. Dans la métropole lilloise, 14 % des hommes et 8 % des femmes déclarent se déplacer à vélo de manière bihebdomadaire au moins. Alors que la « clientèle mensuelle » est respectivement de 59 % pour les hommes et de 41 % pour les femmes.

La moyenne d'âge des impliqués est de 30 ans ; les « 50 ans et plus » comptent pour un cinquième de l'effectif contre 40 % pour les moins de 20 ans. Cette moyenne d'âge est légèrement plus élevée pour les femmes (32 ans) que pour les hommes (29 ans). Ce sont surtout de jeunes hommes (entre 10 et 20 ans) qui sont impliqués dans les accidents (36 % des cyclistes accidentés alors qu'ils représentent 16 % de la population du territoire). À noter que plus d'un quart du total des femmes accidentées ont entre 20 et 29 ans.

Professions et Catégories Socioprofessionnelles

De façon générale, les catégories INSEE « inactifs » sont les plus concernés par les accidents de vélo (61 %). Les jeunes scolarisés sont fortement accidentés par comparaison à la population de LMCU (32 % de la population de LMCU, 44 % des cyclistes accidentés). À l'inverse, les autres catégories d'inactifs (retraités et sans emploi) sont sensiblement moins nombreuses parmi les impliqués des accidents de vélo que parmi la population de la métropole lilloise.

Parmi les « actifs », les catégories populaires constituent l'essentiel des cyclistes actifs accidentés (60 %), réparties à parts presque égales entre employés (31,6 %) et ouvriers (28,2 %). Ces deux catégories comptent pour près d'un quart (24 %) du total des cyclistes accidentés. Là encore, ces chiffres reflètent ceux de l'usage de la bicyclette : en France, 20 % des commerçants et des ouvriers font du vélo contre 11 % des cadres.

Les ouvriers et employés sont surtout impliqués dans des accidents en semaine : alors qu'ils comptent pour 24 % des impliqués connus, ils ne représentent que 12 % des cyclistes accidentés le week-end. À l'inverse, les retraités, les cadres et professions intellectuelles supérieures et les scolarisés représentent une part sensiblement plus importante des cyclistes accidentés le week-end : 11 % de cadres et professions intellectuelles parmi les accidentés du week-end quand ils représentent 6 % de l'ensemble des accidentés, 13 % de retraités (pour 9 %) et 48 % de scolarisés (pour 44 %). Il est donc ici possible d'avancer l'hypothèse d'un usage de la bicyclette comme moyen de locomotion des classes populaires pour se rendre au travail et d'un usage plus ludique de la part des cadres et professions intellectuelles supérieures.

Motif de déplacement

Si l'on exclut la catégorie fourre-tout « promenade-loisir » (deux tiers des cas connus), la plupart des accidents se produisent alors que le cycliste se rend ou rentre de son lieu d'activité professionnelle : travail pour 18 % des cas connus, école pour 9 % (soit les trois-quarts des accidents hors « promenade-loisir »). Ce dernier chiffre s'explique par la part importante des étudiants et autres scolarisés dans l'échantillon. La fréquence des ouvriers et employés accidentés lors d'un trajet domicile-travail mérite d'être soulignée : 50 % des cas hors « promenade-loisir » et 33 % des cas connus, pour les premiers, respectivement 52 % et 38 % pour les seconds.

Gravité des accidents

Le corpus d'accidents contient 11 accidents mortels ; le taux de mortalité²⁵ est de 1,7, plus bas que la moyenne nationale (3 à 4 %). Calculé en taux de tués + blessés graves, le taux de gravité atteint 24 %. Il diminue avec le caractère urbain de l'environnement. Il augmente le week-end. Les personnes âgées présentent un taux de gravité plus élevé.

Neuf des onze accidents mortels ont eu lieu en intersection avec un cycliste qui franchit le carrefour pour aller tout droit dans sept cas, les deux autres étant des cas de traversée de chaussée sur passage piéton. Un poids lourd est impliqué dans cinq cas. Dans trois cas, un poids lourd engage une manœuvre de tourne à droite en carrefour tandis qu'un cycliste, situé sur sa droite dans un angle mort, souhaite franchir le carrefour pour aller tout droit sans anticiper cette manœuvre. Certaines zones corporelles sont particulièrement touchées dans les accidents mortels : 9 des 11 cyclistes accidentés présentent des blessures à la tête et 4 au thorax.

En moyenne, les cyclistes impliqués présentent des blessures à 1,65 zone corporelle et 44 % des victimes cyclistes présentent des blessures à plus d'un territoire corporel. Rapportés aux impliqués, 57 % des cyclistes accidentés dont les blessures sont connues en présentent aux membres inférieurs, 40 % aux membres supérieurs, 29 % à la tête (49 % si l'on inclut la face). En moyenne, les personnes âgées sont touchées sur davantage de zones corporelles que les plus jeunes et elles souffrent bien plus que les autres de la tête (41 % chez les 60 ans et plus pour une moyenne de 27 % sur l'ensemble de l'échantillon) et du thorax.

Utilisation des aménagements cyclables

<i>Aménagements cyclables</i>	<i>Effectifs</i>	<i>Pourcentages</i>
<i>Piste cyclable</i>	31	4,7 %
<i>Bande cyclable</i>	71	10,9 %
<i>Autre aménagement</i> ²⁶	12	1,8 %
Total	114	17,5 %
<i>Total effectif</i>	653	100,0 %

Accidents de bicyclette sur aménagements cyclables

Une part non négligeable des accidents survient sur les aménagements cyclables ou à proximité. Dans notre corpus, environ 17 % des cyclistes accidentés le sont sur l'un de ces aménagements, et en grande majorité, une piste ou bande cyclable. Ceci est d'autant plus vrai que le niveau de trafic de la voie est élevé. Ceci peut s'expliquer par la relation entre le niveau de trafic et le niveau d'aménagement. L'analyse spatiale permet par ailleurs de montrer que 29 % des accidents se produisent à moins de 3 mètres d'une voie aménagée.

3 des 653 cyclistes ont été accidentés sur un double sens cyclable, aménagement relativement récents. Dans ces accidents, l'antagoniste s'apprête à s'insérer ou à traverser une voie sur laquelle le cycliste circule et ne pense pas à prendre de l'information dans la direction d'où vient le cycliste.

²⁵ Nombre de tués / nombre total d'impliqués.

²⁶ « Double sens cyclable » (3), « Signalisation cyclable » (3), « Voie bus contre sens » (4) et « Voie bus » (2) selon notre classification, « voie réservée » pour le BAAC.

Comportements et infractions des accidentés

Les cyclistes adaptent leurs comportements aux propriétés de leur véhicule. Leur conduite oscille ainsi entre des « comportements piétons » et un usage de la route assimilable à celui des automobilistes. Ces comportements sont observables pour un cinquième des impliqués. Ils sont essentiellement masculins : 21 % des hommes ont ce type de comportement pour 12 % des femmes. Enfin, ces comportements sont liés à des gravités d'accidents élevés.

Certains cyclistes accidentés utilisent les trottoirs²⁷ (8,4 %) et/ou les passages piétons (8,6 %). 21 personnes cumulent l'utilisation du trottoir et des passages piétons²⁸. Les autres comportements sont par comparaison moins nombreux, à hauteur de 4 % pour le non-respect des feux, 2,8 % l'arrêt au stop ou balise et de 2,6 % pour la circulation en sens interdit. En revanche, alors que le codage prévoyait la variable « non-respect d'un feu ou d'un stop pour tourne à droite », aucun cycliste accidenté n'avait effectué ce type de manœuvre.

Sur les 147 infractions commises, 69 %, l'ont été par des étudiants et autres scolarisés. La proportion reste globalement inchangée quel que soit le type de comportement. De façon plus qualitative, l'usage de trottoirs et de passages piéton constitue l'essentiel des comportements « non réglementaires » chez les jeunes cyclistes, ainsi que chez les personnes âgées de plus de 65 ans. Chez les cyclistes d'âges intermédiaires, le fait de ne pas respecter les feux et stops ou de circuler en sens interdit est un comportement assez prononcé.

Dans notre échantillon d'accidents, les infractions commises par les cyclistes accidentés sont peu fréquentes. Ils sont respectivement 3 et 4 à s'être rendus coupables de délit de fuite²⁹ (0,5 %) et à avoir dépassé le taux d'alcoolémie légale (0,6 %).

En revanche, les autres impliqués se rendent fréquemment coupables de délits ou d'infractions, les cumulant parfois. Le délit le plus fréquent est le délit de fuite : 8,6 % dans le corpus analysé. Le cas des poids lourds est spécifique. Dans plusieurs cas, il semble que le conducteur d'un camion impliqué dans un accident avec un cycliste ne se soit pas rendu compte du choc en raison de la masse de son véhicule et ait pris la fuite dans l'ignorance. Le dépassement du seuil légal d'alcoolémie concerne quant à lui 3,2 % des conducteurs de véhicules antagonistes, soit 5 fois plus que pour les cyclistes.

Les types d'accidents

Les accidents avec un véhicule antagoniste représentent 98 % des accidents recensés dans notre corpus ; ce chiffre ne rend sûrement pas compte des chutes de vélo seul, dont peu sont connues par les forces de l'ordre. Dans plus de 80 % des accidents, un cycliste est impliqué avec un véhicule léger. Les poids lourds interviennent dans 8 % des accidents et les deux-roues à moteur dans 5 %. 2,5 % des accidents se déroulent avec un piéton.

Dans les trois-quarts des cas, les cyclistes sont impliqués dans des collisions latérales. Bien après, viennent les collisions frontales et arrière (11 % chacune). Dans près de la moitié des cas (48 %), les cyclistes accidentés allaient tout droit de façon régulière, cas également répartis entre section courante ou carrefour. Pour 10 %, ils effectuaient une manœuvre de tourne à gauche, tandis qu'ils n'étaient que 3 % à effectuer une manœuvre de tourne à droite.

Le franchissement de carrefour concerne 289 cyclistes (44 %). 234 (36 %) respectent la signalisation, dont 211 (32 %) pour aller tout droit et 23 (3,5 %) pour effectuer une manœuvre de tourne à droite ou à gauche. 55 cyclistes (8,4 %) ne respectent pas la signalisation. Les manœuvres de tourne à gauche sont particulièrement accidentogènes : 19,3 % du total des accidents surviennent ainsi en carrefour quand l'une des parties tourne à gauche, pour 8,7 % lorsque l'une des parties au moins tourne à droite.

²⁷ Les utilisations de trottoir et les prises de sens interdits sont plus fréquentes dans les voies au trafic inférieur à 1 500 veh/jour (respectivement 14,5 % et 6,4 % des cyclistes impliqués).

²⁸ 3,2 % de l'ensemble des impliqués, mais 38 % de ceux qui empruntent les trottoirs comme de ceux qui empruntent les passages-piétons.

²⁹ Un cycliste a commis un délit de fuite toujours après un accident contre un piéton.

175 cyclistes (27 %) circulaient en section courante, de façon régulière pour la quasi-totalité d'entre eux. À noter les dépassements dans 9 % des cas.

Dans près d'un cas sur cinq (17,8 %), les accidents de cyclistes sont en relation avec des véhicules légers stationnés ou effectuant une manœuvre liée à un stationnement. 40 % d'entre eux (7 % du total) sont causés par une ouverture de portière d'un véhicule stationné.

Scénarios d'accident

L'analyse de regroupements de scénarios-types permet d'affiner la description des accidents. En premier lieu, les accidents entre cyclistes et piétons apparaissent peu nombreux (2,4 %). De même, les pertes de contrôle constituent une situation d'accident relativement mineure, avec 24 cas (4 %).

À l'inverse, certains scénarios d'accidents sont dominants :

- La faible visibilité des cyclistes fait qu'un tiers des accidents sont liés à une absence de perception (18 %), et 12 % à des collisions arrière ;
- Les traversées d'axe prioritaire s'imposent aussi comme une situation d'accident majeure, avec 18 % des cas ;
- L'adoption de comportements piétons par les cyclistes ressort ici aussi, puisque 11 % des accidents seraient liés à un tel comportement ;
- La dangerosité des manœuvres de tourne à gauche, des ouvertures de portières, des dépassements, des insertions subites de cyclistes sur chaussée... se trouve de même confirmée.

Si la grande majorité des scénarios-types étudiés ne comptent que quelques cyclistes impliqués dans les accidents, certains représentent une part non négligeable de l'échantillon :

- un véhicule s'engage sur un axe prioritaire sans percevoir un deux-roues (68 cyclistes, 10,4 %) ;
- un cycliste emprunte un passage piéton ou circule sur le trottoir (69 cyclistes, 10,6 %) ;
- un véhicule tourne à gauche, devant un autre circulant en sens inverse (48 cas, 7,4 %), le plus souvent, le VL tourne devant le vélo ;
- un conducteur tourne à droite, devant un cycle circulant sur sa droite (48 cyclistes, 7,4 %) ; parfois un poids lourd est impliqué ;
- les ouvertures de portière représentent 7 % des scénarios (46 cyclistes, 7 %) ;
- un cycliste, généralement jeune et initialement masqué, s'engage de façon précipitée sur une voie de circulation (43 cyclistes, 7 %) ;
- un cycliste chute ou est heurté lors d'une manœuvre de dépassement (42 cyclistes, 6 %).

Plusieurs éléments peuvent expliquer ou caractériser d'autres accidents, où il n'y a pas toujours collision³⁰ :

- la non perception des cyclistes par les autres usagers ;
- la mauvaise estimation de la distance entre le cycliste et le véhicule au moment du dépassement (beaucoup de chocs ou de déséquilibres provoqués par un rétroviseur) ;
- le rétrécissement de la chaussée ou le croisement d'un autre véhicule qui amène la contrepartie à se rabattre brusquement sur le cycliste dépassé ;
- le rabattement précipité du véhicule dépassant, à l'origine d'un choc entre l'arrière droit dudit véhicule et l'avant du cycliste ;
- un écart du cycliste au moment du dépassement lié à l'état de la chaussée, à un encombrement ou à un défaut de maîtrise ;

³⁰ Cf. les annexes pour plus de détails sur ce type de scénario.

- un dépassement par la droite d'un véhicule à l'arrêt/en train de redémarrer ou au ralenti effectué par un cycliste, sans que l'autre conducteur ne le perçoive ;
- un cycliste doublant un véhicule lent, tardant à se rabattre, doublé par la droite par un véhicule qui le suivait.

Les distances Habitat/Accident

Plus de 38 % des accidents de bicyclettes surviennent à moins de 1 000 m du lieu de résidence de l'impliqué et 50 % ont lieu à moins de 1 500 m. Mais près de 6 % des cyclistes sont à plus de 10 km de leur lieu d'habitation au moment de l'accident. La distance moyenne du lieu de l'accident au domicile de l'impliqué est de 2 755 m. Cette distance est sensiblement la même entre les hommes et les femmes.

La distinction entre les impliqués habitant les grandes villes, villes moyennes ou milieu rural fait apparaître une distance moyenne équivalente entre les deux catégories de communes et une distance pour les habitants des zones rurales plus importantes (3 000 m).

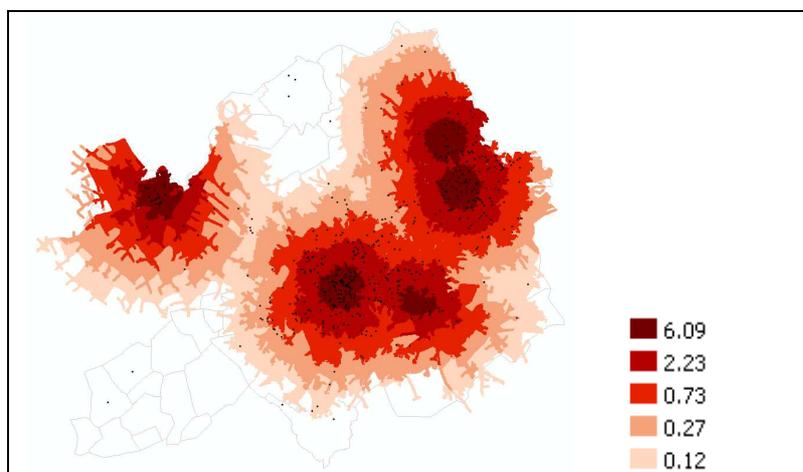
Les jeunes de moins de 18 ans sont accidentés près de chez eux. Par contre, ce sont les jeunes de 20 à 24 ans qui avec 4 600 m de distance moyenne sont accidentés le plus loin de leur domicile. Puis la distance baisse avec l'âge pour n'être plus que de 2 600 m pour les 60 ans et plus.

Comparativement aux autres catégories, les actifs avec plus de 3 660 m de distance sont accidentés le plus loin de chez eux viennent ensuite les retraités puis les sans-emploi et enfin les étudiants, lycéens, collégiens. Ce sont les actifs du milieu rural qui avec 4 656 m sont accidentés le plus loin de leur domicile puis ceux des grandes villes avec 3 486 m. Les retraités des grandes villes sont accidentés plus proche de chez eux que ceux des villes moyennes ou de milieu rural. Inversement, les étudiants, lycéens ou collégiens sont d'autant plus proches de chez eux qu'ils habitent en milieu rural.

Dans l'ordre décroissant d'éloignement du domicile au lieu d'accident, vient la catégorie professionnelle des « Artisans, commerçants » avec plus de 7 800 m (effectif 4), arrivent ensuite les professions intermédiaires avec 4 500 m, les employés à 3 700 m puis les ouvriers et les cadres avec une distance de 3 200 à 3 300 m.

Les accidents de bicyclettes et les centralités de la LMCU

La LMCU est structurée autour de 3 centres urbains principaux, Lille (225 100 hts), Roubaix (96 984 hts) et Tourcoing (92 118 hts), ainsi que Villeneuve d'Ascq (62 000 hts) et Armentières (25 249 hts). L'effet de centralité apparaît nettement avec une décroissance des accidents au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres urbains. La densité d'accidents est la plus forte jusqu'à 2 km des centres urbains et décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne des centres.



Densités d'accidents selon la distance aux centres urbains de LMCU (Acc par km²)

En plus d'être un véhicule pratique pour se déplacer en ville ou sur des distances relativement courtes, le vélo est aussi un engin permettant le sport et la récréation. Pour analyser cette diversité d'usage, il a été testé une hypothèse de diversité de direction par rapport aux centralités urbaines : si l'usage est massivement récréatif, les directions des vecteurs domiciles-accidents seront centrifuges, si l'usage est essentiellement urbain, aucune direction ne serait à privilégier.

Le modèle de Huff a été utilisé pour étudier la répartition des accidents autour des différentes centralités de la Communauté Urbaine. On observe alors une relative parité entre les accidents liés à des déplacements centripètes (40,3 %) et centrifuge (44,7 %), ceci étant valable pour les accidents de semaine et de week-end. 15 % des accidents ont lieu dans le cadre d'un déplacement intra-centre, cette zone correspondant au tissu urbain le plus dense. Il n'est donc pas possible de déceler dans les accidents des caractéristiques particulièrement ludiques dans l'usage du vélo, mais plutôt celles d'un usage privilégiant l'accès aux ressources urbaines.

Par ailleurs, les accidents se produisent majoritairement dans un milieu urbain identique à celui du domicile de l'impliqué, et donc relativement connu de lui, ce qui indiquerait que ce critère à lui seul ne peut être considéré comme déterminant.

*
* *

Cette recherche effectuée sur le terrain lillois a permis une analyse beaucoup plus détaillée des caractéristiques des accidents impliquant des bicyclettes. Certes, beaucoup de résultats étaient connus et certaines tendances retrouvées avaient déjà été décrites par d'autres auteurs. Cependant, ce travail a enrichi la connaissance sur les caractéristiques socio-économiques des impliqués. Il a permis une description plus précise des scénarios-types d'accidents, des dommages corporels occasionnés, ainsi que l'analyse spatiale des accidents. Ses limites résident dans les données disponibles, en particulier celles sur les équipements des cyclistes. Il est ainsi difficile de conclure sur l'importance du port du casque ou sur l'éclairage nocturne des bicyclettes.

3. Synthèse de l'analyse des accidents de DRM

Cette synthèse est tirée du rapport :

Fleury, D., Peytavin, J-F, Godillon, S., Clabaux, N., Hanff, N. - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérard, T., Medjkane, M., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E. - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* - (2011). Les Dimensions Spatiales du Risque Routier des Deux-Roues à Moteur. Rapport Final Rapport de convention INRETS/FSR. INRETS/RR-10-949-FR. 236 p. Salon de Provence.

Le corpus d'accident étudié se compose d'un échantillon de procès-verbaux d'accidents ayant eu lieu dans le département du Nord de février 2003 à décembre 2008 et dont les impliqués sont habitants de LMCU.

Le corpus comporte 1 741 PV, soit 1 741 accidents de la route impliquant 2 001 usagers de DRM. Parmi ces 2 001 impliqués, 1 746 étaient conducteurs, les 255 autres étant passagers de DRM. Pour 173 accidents, le DRM est le seul véhicule impliqué, on recense pour ces cas-là 197 impliqués à DRM dont 172 conducteurs et 25 passagers. Le nombre d'accidents dans lesquels au moins deux véhicules sont impliqués s'élève à 1 542 comprenant 1 549 conducteurs et 229 passagers. Le chiffre plus élevé de conducteurs que d'accidents s'explique par le fait que sont compris dans ces 1 549 accidents, des situations dans lesquelles deux DRM sont impliqués.

Caractéristiques générales des accidents des habitants de LMCU

La plupart des accidents ont lieu aux heures de pointe les jours ouvrables, de jour, dans des conditions atmosphériques « normales ». Les pics d'accidents se répartissent sur le mois de mai et les mois de l'automne.

Les usagers de DRM accidentés sont majoritairement conducteurs de leur véhicule (87,3 %).

La majorité des impliqués sont des hommes (83,3 %), ils ne sont passagers qu'à 7,6 % contre 38,6 % pour les femmes.

Le corpus étudié est caractérisé par sa jeunesse, les catégories d'usagers comprenant les classes d'âge de 14 à 25 ans représentent 58,6 % du total.

56,2 % des impliqués sont des « actifs ayant un emploi », viennent ensuite les « étudiants, lycéens, collégiens » (29,3 %).

La répartition quotidienne des accidents des « actifs ayant un emploi » est comparable à ce que l'on retrouve dans la littérature, elle suit les trois pics (matin, midi et fin d'après-midi). Les étudiants ont moins d'accidents la nuit mais plus le matin.

Les ouvriers représentent plus de 50 % des « actifs ayant un emploi » connus.

En comparaison avec les catégories « populaires », les usagers des catégories « supérieures » accidentés sont plus représentés dans les trajets de type loisir et moins dans les trajets de type travail.

Les différences sont significatives en ce qui concerne le type de véhicule utilisé lors de la survenue de l'accident selon l'activité de l'usager : les « actifs ayant un emploi » sont plus souvent accidentés à motocyclette (40,8 %) alors que les usagers de DRM « sans-emploi » et « étudiants, lycéens, collégiens » utilisent très majoritairement des cyclomoteurs (82,2 % et 90,3 %). Des caractéristiques économiques expliquent cet usage majoritaire de cyclomoteur pour les « sans-emploi », à ces caractéristiques s'additionne la jeunesse pour ce qui est des « étudiants, lycéens, collégiens ».

La PCS de l'impliqué influe elle aussi sur le type de véhicule utilisé : les « ouvriers » s'accidentent à 67,6 % à cyclomoteur contre 11,7 % pour les « cadres et professions intellectuelles supérieures ». Plus le niveau socio-économique augmente, plus les usagers de DRM circulent à motocyclette et inversement, plus il décroît, plus les chances de s'accidenter à cyclomoteur sont nombreuses.

Sur 2 001 impliqués à DRM, 37 sont des livreurs et 4 des coursiers. Tous sont des hommes, de 18 à 25 ans dans 83 % des cas. Dans les 2/3 des cas, l'accident survient pendant leur activité professionnelle de livraison. Les types de véhicules les plus courants sont les cyclomoteurs à variateur et les scooters.

La majorité des accidents se produisent en circulation générale, mais 30 % se déroulent sur un aménagement cyclable. Les non respects de feux sont plus souvent notés que pour l'ensemble des accidents de DRM. Seulement 7,5 % sont en infraction au moment de l'accident, soit par un défaut de permis ou d'assurance, soit par leur vitesse excessive ou leur taux d'alcoolémie.

Le conflit tourne à gauche - circulation entre file semble poser un problème très sensible pour les livreurs.

Les blessures des livreurs et coursiers sont graves dans 18 cas sur 32 et les membres inférieurs ou supérieurs sont majoritairement touchés. Le pourcentage de port du casque des livreurs est le même que celui de l'ensemble des impliqués DRM.

Aucun usage particulier ne ressort clairement selon le type de véhicule. Qu'il s'agisse de cyclomoteur, de scooter immatriculé ou de motocyclette les trajets réalisés par les impliqués sont majoritairement associés à des activités de loisir (ce type de trajet correspond à tout ce qui ne relève pas de l'utilisation professionnelle ou d'un usage domicile-travail). Les différences sont très faibles aussi pour ce qui est de la catégorie de véhicule selon le type de trajet.

Les scooters représentent près des deux tiers des véhicules impliqués dans des accidents de la circulation du corpus étudié. Les disparités dans les catégories de véhicules utilisés selon l'activité ou la PCS de l'usager sont significatives. Les scooters représentent des pourcentages plus faibles chez les « actifs ayant un emploi » (51,7 %) que chez les « sans-emploi » (76,3 %) et les « étudiants, lycéens, collégiens » (79,9 %). À l'intérieur de la catégorie « actifs ayant un emploi », ce sont les « employés » et les « ouvriers » qui sont les plus nombreux à s'être accidentés en scooter. Les motocyclettes de type « roadster » et « routière sportive » sont les motocyclettes les plus utilisées, elles représentent plus

d'un tiers des véhicules recensés chez les impliqués « cadres et professions intellectuelles supérieures » ainsi que « professions intermédiaires ».

Il n'existe pas de lien entre la répartition annuelle des accidents et le type de véhicule utilisé.

Les usagers de DRM du corpus étudié sont 10 % à avoir été accidentés alors qu'ils circulaient sur un aménagement cyclable (tout type d'aménagement cyclable confondu). Il est important de noter qu'on ne relève aucun cas d'accident alors que le conducteur du DRM tournait à droite au feu rouge. Cette manœuvre ne semble pas accidentogène.

24 % des usagers de cyclomoteur ont réalisé un comportement particulier³¹ lors de la survenue de l'accident (contre 13 % pour les usagers de scooter immatriculé et 7 % pour les usagers de motocyclette). Ces comportements étant spécifiques aux deux-roues, on peut considérer que les usagers de motocyclette sont moins enclins que les autres usagers de DRM à réaliser des manœuvres particulières qui relèvent d'un comportement proche de celui des cyclistes. Pour exemple, 8 % des conducteurs de cyclomoteur circulaient sur une bande cyclable (autorisée ou non) contre 2 % pour les usagers de motocyclette.

Le défaut d'assurance est l'infraction la plus courante : 8,10 % des usagers de DRM impliqués dans des accidents ne possédaient pas d'assurance (ou possédaient une assurance invalide), ce qui représente 36,43 % du total des infractions relevées par les forces de l'ordre. Contrairement à ce qui a été présenté précédemment pour les comportements notables, les usagers de motocyclettes et de scooters immatriculés ont réalisé proportionnellement plus d'infractions (23 %³² et 26 %) que les usagers de cyclomoteurs (21 %). Les usagers de motocyclettes sont plus nombreux en proportion à s'accidenter alors qu'ils circulaient à des vitesses excessives ou inadaptées.

La seconde infraction la plus courante constatée par les forces de l'ordre est l'alcoolémie illégale (4,10 % des impliqués conducteurs). Elle est particulièrement élevée chez les conducteurs âgés de 40 à 49 ans (10 %).

Lors de la survenue de l'accident, les deux tiers des conducteurs de DRM ne réalisaient pas de mouvement tournant, ils franchissaient un carrefour en allant tout droit ou circulaient en section courante rectiligne. Cependant, les situations d'accidents véhicule contre véhicule en intersection sont les plus nombreuses, elles concernent presque la moitié des situations d'accident observées.

Les conflits avec les piétons sont, en proportion, assez rares. Conformément à ce qui est mis en avant dans la littérature, les problèmes de perception sont eux très nombreux : 44,3 % des accidents sont dus à ce type de problème, soit 771 cas. Cela est directement à rapporter à la faible détectabilité dont pâtissent les usagers de DRM.

Les collisions latérales sont les plus nombreuses (42,8 % des accidents).

La perceptibilité des DRM ne se pose pas de la même manière selon les lieux d'occurrence des accidents. Le problème est plus important en section courante, où la circulation en file et l'estimation de la distance/vitesse par un véhicule en insertion crée de nombreuses difficultés.

La luminosité influence l'occurrence de problème de perception, dans la mesure où ceux-ci sont peu nombreux de nuit (23h-6h). En approfondissant cette question, on peut voir que l'évaluation des distances/vitesses est plus problématique lors du crépuscule ou de l'aube et la nuit quand l'éclairage public est allumé.

On peut observer une plus grande importance de la circulation en file, là où la densité d'habitation est plus faible, tandis que les manques de visibilité, les mauvaises évaluations de distance/vitesse et les comportements piétons sont plus importants en centre-ville.

³¹ On considère par « comportement » une action particulière du conducteur du DRM qui a une incidence sur le déroulement de l'accident. Il s'agit d'un comportement spécifique de l'utilisateur de DRM par rapport aux infrastructures de circulation. Aussi, on parlera de comportement « notable » ou « particulier » de la part de l'impliqué.

³² Dans ce pourcentage, on considère que les usagers délictueux n'ont commis qu'une infraction. Dans les faits, ce n'est pas toujours le cas puisque qu'un usager a pu commettre plusieurs infractions. Néanmoins, si ce pourcentage ne doit pas être considéré tel quel il permet la comparaison.

Le motif du trajet influence fortement les problèmes de perceptibilité. Ainsi, les problèmes de visibilité sont-ils plus importants lors des trajets de promenade loisir, ainsi que les DRM « regardés mais pas vus »

Les problèmes de perceptibilité sont significativement reliés au niveau hiérarchique de la voie. Ce sont plutôt les niveaux intermédiaires qui posent plus de problèmes. Ce fait se retrouve quand les niveaux de trafic intermédiaires (6 000 à 3 000 veh/jour) supportent le plus de problèmes de perceptibilité.

Les lésions sont mortelles dans 1,9 % des cas, un chiffre inférieur de 1,2 point à celui avancé dans l'étude PROMOTO (2009) qui se fonde sur les chiffres des forces de l'ordre établis sur une décennie et concernant 400 000 impliqués à DRM. L'effet urbain de l'échantillon étudié peut être considéré comme un facteur explicatif de cet écart.

8 % des impliqués sont indemnes (9 % dans l'étude PROMOTO). Le niveau de gravité modéré est le plus courant (26,4 %) suivi de sévère (22,2 %).

Les passagers sont moins sévèrement blessés que les conducteurs de DRM.

Contrairement à ce que l'on retrouve dans la littérature, pour les usagers de l'échantillon étudié, la gravité est moindre pour les classes d'âge les plus jeunes. Les classes d'âge regroupant les usagers de DRM accidentés de moins de 20 ans présentent des pourcentages de blessures très sévères et mortelles largement inférieurs à ceux des impliqués de 20 à 59 ans.

De manière significative, on note que la gravité des blessures est plus importante lorsque le conducteur du DRM a réalisé une infraction. Les lésions des usagers DRM ayant commis les infractions « sans permis », « alcoolémie illégale » « vitesse excessive/inadaptée » ou « usage de stupéfiant » sont extrêmement graves : les pourcentages de blessures létales dépassent 10 % (excepté pour « vitesse excessive/inadaptée » 8 %). Les taux de lésions très sévères dépassent aussi largement les chiffres des impliqués n'ayant pas commis d'infraction. La corrélation entre niveau de vitesse et gravité des accidents établie par de nombreuses recherches se trouve une nouvelle fois démontrée. Il en est de même pour l'augmentation de la gravité avec la consommation d'alcool ou avec le fait de rouler sans permis.

Les « sans-emploi » sont les usagers DRM qui sont les représentés dans les gravités moindres (indemne et mineure). Les « étudiants, lycéens, collégiens » sont les moins gravement accidentés (1,3 % de cas mortels et 12 % de très sévères). Enfin, les actifs présentent des lésions souvent plus graves, ils représentent les pourcentages les plus importants de blessures sévères, très sévères et mortelles.

Bien que les « ouvriers » aient le taux de létalité le plus élevé (2,4 %), les différences de gravité en fonction de la PCS de l'impliqué ne sont pas significatives.

Les scénarios urbains de perte de contrôle sont ceux pour lesquels les usagers DRM sont les plus gravement blessés, 7,9 % des cas sont mortels.

La répartition des blessures correspond à la distribution « classique » des blessures mis en avant dans la littérature avec des lésions très fréquentes aux membres inférieurs et supérieurs (58,12 % et 36,08 %).

Le taux connu de non port du casque est assez faible (2,5 %) mais entraîne pour les usagers une gravité des blessures plus élevée (le taux d'accidents mortels passe de 1,9 % pour les usagers casqués à 8,4 % pour les non casqués). Tout comme le non port du casque la collision contre un obstacle fixe entraîne une gravité plus importante pour l'impliqué à DRM.

D'une manière générale, le genre de l'utilisateur de DRM n'influe pas sur son accidentologie. Les seules différences significatives concernent les infractions : les femmes réalisent beaucoup moins de comportements délictueux.

Les lieux d'accidents

Les accidents de DRM se produisent très majoritairement en agglomération (90,3 %). Plus de la moitié (54,1 %) se déroule sur des voies de desserte locale.

Si l'on se réfère au découpage de Lille en 5 zones réalisé pour les besoins de l'enquête EMD (2006), c'est la banlieue de Lille qui concentre le plus d'accidents. Néanmoins, c'est dans Lille que la densité d'accident est la plus élevée avec 17,16 accidents par km². Cela s'explique par le fait que les accidents sont plus nombreux dans les milieux urbains denses. C'est d'ailleurs dans la zone Roubaix-Tourcoing que l'on retrouve la seconde densité d'accident la plus élevée (10,44 accidents par km²) alors qu'en nombre d'accidents, cette zone arrive en 3^{ème} position. Ainsi, les banlieues réunies concentrent le plus d'accidents (913) mais présentent des densités inférieures à celles des centres (2,78 accidents par km² contre 13,38 pour Lille plus Roubaix-Tourcoing).

Selon le découpage OCS-PLU, l'ensemble des zones « habitat » concentrent 65,2 % des accidents. C'est la zone « habitat résidentiel fort », c'est-à-dire une zone qui se déploie autour des hyper-centres, qui représente la plus large part des accidents (30,4 %).

Analyse socio-spatiale

Les usagers de DRM s'accidentent plus hors intersection dans les classes d'âge 30 à 50 ans. Peut-être s'agit-il plus d'accident en perte de contrôle au guidon de véhicules puissants. On retrouve une plus forte proportion de motos possédées par les actifs et les retraités. Et parmi les actifs, ce seront les artisans, commerçants et chefs d'entreprise qui seront les plus accidentés hors intersection, suivis par les ouvriers.

Plus l'impliqué est jeune, moins il s'accidente hors agglomération. À l'inverse, plus l'impliqué est âgé, plus il s'accidente hors agglomération. Les différences entre les lieux de l'accident sont très significatives. Ainsi, une large part des usagers de DRM accidentés en agglomération est constituée par les « étudiants, lycéens, collégiens » (30,2 %). Ce sont eux qui présentent le plus gros écart entre milieu urbain et milieu rural (8,8 points). Les jeunes impliqués (moins de 20 ans) sont aussi moins représentés dans les accidents sur les axes importants. Plus l'utilisateur de DRM est jeune, plus il a de chance de s'accidenter en milieu urbain sur des axes de desserte ou de diffusion pour lesquels les niveaux de trafic sont assez faibles. Par rapport aux impliqués « sans-emploi » et « étudiants, lycéens, collégiens », les impliqués à DRM « actifs ayant un emploi » sont plus largement représentés dans les accidents hors agglomération, sur des axes importants avec des niveaux de trafic élevés. Les différences entre PCS ne sont pas significatives.

Les disparités entre zones d'accident selon l'âge de l'impliqué sont assez importantes. C'est à Lille que les jeunes impliqués sont les moins nombreux. Les usagers de DRM dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing sont majoritairement plus jeunes que dans le reste de la communauté urbaine de Lille. Les moins de 25 ans y représentent 62,30 % des accidentés. Les impliqués à DRM sont à l'inverse plus âgés à Lille et dans le reste de LMCU : les plus de 25 ans y représentent 52,70 % et 53,10 % des usagers accidentés.

Les banlieues réunies comptent des pourcentages de jeunes impliqués à DRM plus importants que les centres (Lille et Roubaix-Tourcoing) ainsi que Roubaix-Tourcoing et leur banlieue face à Lille et sa banlieue.

Plus l'utilisateur de DRM habitant LMCU est jeune, plus il a de chance de s'accidenter en banlieue ou dans la zone comprenant Roubaix-Tourcoing et sa banlieue.

Les usagers de DRM « actif ayant un emploi » représentent un pourcentage important des impliqués accidentés à Lille (71,7 %) et, dans une moindre mesure, dans la banlieue de Lille (63,3 %). Les usagers « sans emploi » et « étudiants, lycéens, collégiens » sont proportionnellement plus nombreux à Roubaix-Tourcoing et dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing.

Il semble alors possible d'établir un lien entre le lieu de l'accident et la situation socio-économique des impliqués. À l'échelle de LMCU, à mesure qu'augmente l'âge et que s'améliore la situation économique de l'utilisateur DRM, la probabilité pour qu'il s'accidente à Lille ou, mais de manière moins

affirmée, dans sa banlieue croît. Au contraire, plus l'impliqué est jeune et moins est favorable sa situation socio-économique, plus ses chances de s'accidenter dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing et (mais moins nettement) dans la banlieue de Lille augmentent.

Analyse spatio-temporelle

La répartition horaire des accidents selon le type de réseau ou le niveau de trafic est assez homogène.

Cette répartition est moins homogène lorsqu'on la compare selon le découpage de LMCU en 5 zones. Les accidents dans les centralités (Roubaix-Tourcoing plus Lille) sont proportionnellement plus nombreux de 12h à 16h (34,9 % contre 31,7 % pour la banlieue) et de 20h à 22h (12,2 % contre 9,8 %). Les pourcentages d'accidents sont plus importants en banlieue (banlieue de Roubaix-Tourcoing plus banlieue de Lille) de 7h à 8h (11,1 % contre 9,2 %) et encore plus de 17h à 19h (32,3 % contre 27,5 %). Ainsi, les accidents surviennent plus tôt le matin et plus tard le soir en banlieue. Il existe un décalage dans le temps qui peut s'expliquer par le temps de transport imparti pour atteindre ou repartir des bassins d'emplois et/ou d'étude.

Les différences dans la répartition horaire des accidents selon les zones d'habitat de l'impliqué sont sensiblement les mêmes. L'écart est tout autant marqué entre 17h et 19h mais moins le matin. L'hypothèse formulée précédemment peut aussi s'avérer valable pour expliquer ces différences.

Distance réseau

Les jeunes usagers de DRM (moins de 20 ans) et les plus âgés (plus de 50 ans) sont ceux qui s'accidentent le plus près de leur domicile. Entre 20 et 49 ans, la distance réseau parcourue est croissante pour atteindre son maximum pour les 40-49 ans (4 829 m). Les impliqués « sans-emploi » (3 552 m) et « étudiants, lycéens, collégiens » (3 865 m) réalisent des distances beaucoup plus faibles que les « actifs ayant un emploi » (4 597 m). À l'intérieur de cette catégorie « actifs ayant un emploi », les usagers de DRM des classes « populaires » s'accidentent moins loin de leur domicile que les classes « supérieures ».

Les impliqués s'accidentant dans Lille réalisent les distances moyennes les plus importantes (4 602 m). Une dichotomie apparaît clairement entre les usagers de DRM s'accidentant à Roubaix-Tourcoing et leur banlieue et ceux s'accidentant à Lille, sa banlieue et le reste de LMCU : les premiers cités parcourant des distances plus faibles.

Les distances réseau sont plus importantes pour les femmes (4 693 m contre 4 199 pour les hommes).

Si l'on s'intéresse aux distances parcourues selon le lieu d'habitat de l'impliqué, ce sont les usagers de DRM habitant la zone « reste de LMCU » qui réalisent les parcours les plus importants. Cela peut s'expliquer à nouveau par le fait que ces impliqués doivent effectuer des trajets plus longs pour atteindre les pôles d'emploi.

Les écarts sont ensuite assez faibles entre les usagers des différentes zones.

Mobilité et accidentologie des DRM

Grâce à la mise en relation entre les chiffres de la mobilité (enquête EMD 2006) et les accidents recensés, il a été possible d'appréhender les niveaux de risque des différents groupes socio-économiques.

Les usagers de DRM de la catégorie « étudiants, lycéens, collégiens » affichent le taux de risque le plus élevé (5,5927E-05). Les différences entre les PCS sont très marquées : les usagers de DRM « ouvriers » ont un taux de risque largement supérieur à celui des usagers « cadres et professions intellectuelles supérieures » (5,5657E-05 contre 9,1545E-06).

À l'échelle de LMCU, ce sont les usagers de DRM vivant dans la banlieue de Roubaix-Tourcoing qui ont le taux de risque le plus faible (1,1485E-05), suivis de très près par les habitants du reste de

LMCU (1,757E-05). Les habitants de Roubaix-Tourcoing présentent le taux de risque le plus élevé (8,0907E-05).

Aménagements cyclables

La sur-représentation des usagers de DRM à circuler sur des voies dotées d'aménagements cyclables est de 0,48. La sur-représentation est inférieure pour les usagers de bicyclettes sur ces mêmes voies ; elle s'établit à 0,3.

Cette sur-représentation est plus importante lorsque l'impliqué à DRM circule sur une voie avec bande cyclable (0,52) plutôt qu'avec piste cyclable (0,23). C'est sur les voies à niveau de trafic moyen (Mjo entre 6.000 et 13.000 veh/jour) que la sur-représentation est la plus faible (0,11). Elle est très importante (1,00) pour les voies à niveau de trafic élevé (Mjo supérieure à 13.000 veh/jour) et est très proche (0,54) de la sur-représentation totale sur voie avec aménagement cyclable pour les niveaux de trafic faible (Mjo inférieure à 6.000 veh/jour).

Pour les usagers de bicyclettes, la sur-représentation la plus faible concerne les voies à niveau de trafic moyen (0,25). Par contre, elle est identique pour les autres niveaux de trafic : 0,54.

La sur-représentation des usagers de DRM et de bicyclette est quasiment semblable en intersection sur les voies dotées d'aménagement : elle s'établit à 0,25 pour les DRM contre 0,24 pour les bicyclettes. Les différences sont plus importantes pour ce qui est des usagers circulant en section courante.

4. Synthèse de l'analyse des accidents de véhicules lourds

Cette synthèse est tirée du rapport :

Fleury, D., Peytavin, J-F, Valcke, Q., Godillon, S., - *IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'Accidents* -, Saint-Gérard, T., Bensaïd, K. - *Laboratoire Géosyscom, Université de Caen* -, Propeck, E., - *Laboratoire Live, Université de Strasbourg* -, Millot, M. - *CETE Méditerranée* - (2011). Analyse de l'accidentologie des véhicules lourds : poids lourds, véhicules utilitaires et bus (Projet L'espace des risques routiers), Contribution au rapport final. Rapport de convention IFSTTAR/DRI. IFSTTAR/RR-11-951-FR. 163 p. Salon de Provence.

Caractéristiques générales

Du fait de leur usage professionnel, les véhicules étudiés se retrouvent sur une caractéristique commune : la forte différenciation des proportions d'accidents en semaine (forte) et le week-end (faible). Cette dichotomie est très marquée pour les poids lourds du fait des restrictions de circulation pendant les week-ends et les jours fériés.

Cet usage professionnel est également remarquable dans la répartition horaire des accidents mais celle-ci varie en fonction des véhicules : les véhicules utilitaires et les poids lourds s'accidentent pendant les heures ouvrables de la journée (8h-12h et 14h-18h), bien que l'on constate une anomalie pour les poids lourds (pic entre 12h et 13h) par rapport à cette distribution classique dite « à deux bosses ». Les bus s'accidentent, quant à eux, fortement aux heures de pointe, notamment l'après-midi (17h-18h).

La forte proportion des accidents de véhicules lourds de l'échantillon sur voies communales est liée à la fois à l'exclusion des autoroutes de l'étude ainsi qu'au profil très urbain de la Communauté Urbaine de Lille. Les poids lourds s'accidentent nettement plus souvent sur routes nationales (17,6 % de l'ensemble des accidents de poids lourds) et départementales (19,9 %) que les véhicules utilitaires et les bus.

Les conducteurs des véhicules lourds impliqués dans un accident sont des hommes actifs qui ont en moyenne environ 40 ans. À ce constat général qui vaut pour les trois véhicules étudiés, il est tenu de spécifier quelques remarques particulières :

Les conducteurs de véhicules utilitaires sont un peu plus jeunes, sont moins souvent des conducteurs professionnels et sont un peu plus souvent accompagnés par un ou plusieurs passager(s).

On dénombre une part plus importante de femmes chez les conducteurs de bus (8,5 %) et plus faible chez les conducteurs de poids lourds (0,6 %), traduisant la forte masculinisation des métiers de la conduite professionnelle.

Il a été choisi de renseigner assez précisément les caractéristiques de l'impliqué antagoniste pour à la fois mesurer la gravité des conflits impliquant un véhicule lourd et tenter de caractériser l'« agressivité » de ces véhicules dans la circulation. Connaître le véhicule antagoniste ou l'âge de l'autre impliqué peut en effet permettre d'établir un profil de l'utilisateur vulnérable face aux véhicules lourds.

Près de la moitié des accidents de véhicules lourds se produisent avec un véhicule léger, notamment les accidents impliquant un véhicule utilitaire (46,1 %) ; on constate une forte proportion des conflits poids lourd / bicyclette (23,9 %) et bus / piéton (30,5 %) qui feront l'objet d'une analyse plus détaillée par la suite.

L'impliqué antagoniste est plutôt jeune (34,6 ans d'âge moyen) et plutôt masculin (62,7 %) avec des variations selon le type de véhicule utilisé (jeunes hommes très majoritaires en cyclomoteur) et du véhicule contre lequel il s'accidente (impliqué jeune ou âgé dans des accidents avec les bus).

Les infractions et comportements relevés à l'encontre des impliqués des véhicules lourds ne sont généralement pas identifiables (surtout pour les conducteurs de bus). Dans le détail toutefois, ce sont chez les impliqués des véhicules utilitaires que l'on recense le plus de comportements « infractionnistes » ; à noter également l'importance de la part des « tourne à droite au feu » pour les poids lourds (8,7 %) qui s'avère être une manœuvre très accidentogène et particulièrement dangereuse pour les bicyclettes.

En proportion, les infractions et comportements « infractionnistes » les plus souvent relevés à l'encontre des impliqués antagonistes le sont lors des accidents avec des bus. Les problèmes de masque à la visibilité, la fréquence des arrêts ou la circulation de ces véhicules sur des couloirs propres qui complique la prise d'information des autres impliqués (les piétons notamment) peuvent être avancés comme des éléments explicatifs de ce constat.

Les accidents de poids lourds en intersection sont proportionnellement moins importants comparativement à l'ensemble des accidents corporels. C'est l'inverse pour les accidents de bus. On note aussi pour les bus l'implication importante dans les accidents des approches et (surtout) des départs des arrêts de bus (8,5 %).

Les scénarios d'accidents piétons sont nombreux pour les accidents impliquant un bus (22 %), tandis que les scénarios « autoroutes » concernent davantage les poids lourds (10,2 %). Le scénario U12 (« tourne à droite sans percevoir un véhicule qui circule dans le même sens de circulation ») est celui qui revient le plus fréquemment dans les accidents impliquant un poids lourd. Pour ce scénario, l'angle mort semble apparaître comme un élément explicatif de l'accident.

La gravité des accidents impliquant un véhicule lourd se résume de la manière suivante : faible pour leur conducteur, élevée pour l'impliqué antagoniste. C'est chez les poids lourds que la part de blessures sévères à mortelles est la plus élevée. Enfin, les usagers vulnérables sont très soumis au risque d'une blessure grave (notamment les motocyclistes et les piétons). Enfin, l'agressivité du véhicule lourd est très largement liée à son gabarit.

La nature du réseau a également un impact sur la gravité des accidents : les voies nationales et départementales présentent un risque plus élevé de blessures graves que les voies communautaires.

Les accidents en perte de contrôle sont proportionnellement ceux qui présentent le risque de blessure le plus important pour l'impliqué du véhicule lourd ; tandis que ce sont des scénarios de masque à la visibilité qui apparaissent comme les plus dangereux pour l'impliqué antagoniste.

Les poids lourds se déclinent en quatre types : les camions porteurs seuls, les camions porteurs avec remorque (ou « trains routiers »), les tracteurs seuls et les tracteurs avec semi-remorque (dit « véhicules articulés ») qui varient selon leur gabarit et leurs usages. Leurs caractéristiques face au risque accident diffèrent donc les uns des autres.

Les camions porteurs seuls, plus petits et plus urbains, s'accidentent ainsi davantage sur des voies communales que les trains routiers ou véhicules articulés. Et ce sont eux aussi qui s'accidentent le plus avec des piétons. Les camions porteurs avec remorque sont les véhicules dont la part de tués dans les accidents est la plus élevée pour les conducteurs, alors que pour l'impliqué antagoniste, ce sont les conflits avec les véhicules articulés qui s'avèrent les plus graves.

Une analyse plus fine a été réalisée pour l'accidentalité des véhicules de transport, c'est-à-dire ceux qui effectuaient au moment de l'accident un trajet de transport-livraisons. Cette catégorie, qui comprend donc aussi bien des poids lourds que des véhicules utilitaires, compte 169 véhicules, soit 36,9 % de l'échantillon.

74,3 % des accidents concernaient un transport effectué pour compte d'autrui.

L'inclusion des véhicules articulés et des petits poids lourds fait que 40,1 % des trajets de livraison recensés étaient locaux, i.e. d'un point à un autre compris dans la LMCU. On s'aperçoit d'ailleurs que les livraisons nationales et internationales sont effectuées dans une très large majorité par des gros poids lourds (véhicules articulés). Pour les livraisons locales et régionales, la majorité des trajets sont effectués par des camions porteurs, plus nombreux que les véhicules utilitaires à être affectés à des trajets de transport-livraisons. Mais si l'on considère les pourcentages par type de poids lourd, on constate que les véhicules articulés sont employés pour les cinq types de livraison dans des proportions équivalentes.

Le poids des centres (Lille, Roubaix-Tourcoing) a une influence plus importante dans la localisation des accidents et des véhicules effectuant une livraison courte (locale et régionale).

La durée de conduite n'a pas ici un impact déterminant dans les accidents de véhicules de transport, du fait du caractère urbain du territoire d'étude qui favorise les livraisons de proximité, donc de courte distance. Les résultats s'appuient en outre sur des effectifs faibles.

Enfin, il semble que la proximité d'un arrêt n'ait pas d'incidence particulière sur les accidents des véhicules de transport.

Caractéristiques spatiales des accidents de véhicules lourds

La distribution géographique des accidents (selon les critères suivants : en agglo / hors agglo ; en intersection / hors intersection ; en milieu urbain / en milieu rural) varie sensiblement selon le type de véhicule :

- Les accidents de véhicules utilitaires suivent une répartition assez proche de celle constatée pour les accidents tous modes ;
- Les bus sont des véhicules très urbains qui s'accidentent en majorité en intersection (52,4 %).

Les accidents de poids lourds ont lieu, dans une proportion nettement plus importante que les accidents tous modes, en milieu rural, hors agglomération et hors intersection. Et plus le gabarit du poids lourd augmente, plus ce constat s'affirme.

On considère deux types de niveaux de trafic : un niveau de trafic général (tous véhicules) et un autre qui ne concerne que le trafic de poids lourds. Ce dernier distingue « petits » et « gros » poids lourds et sert à évaluer l'« agressivité » du trafic de poids lourds dans la circulation.

Les véhicules lourds, en comparaison de l'ensemble des accidents tous modes, sont accidentés sur des voies où le niveau de trafic est dense, sauf les bus pour lesquels ce constat est inversé.

La proportion d'accidents de poids lourds est importante sur les voies à fort niveau de trafic « gros poids lourds » ; idem pour la proportion d'accidents de bus sur les voies à niveau élevé de trafic

« petits poids lourds ». Mais les accidents de poids lourd sont aussi proportionnellement nombreux lorsque le trafic est au contraire faible. Leur présence soutenue sur des axes secondaires peu fréquentés traduit les trajets terminaux à proximité des lieux de livraison.

Les accidents de véhicules lourds semblent être influencés par l'agressivité induite par le trafic de gros poids lourds.

Sur la base du critère « niveaux de trafic », il est possible de faire des corrélations entre le nombre d'accidents par véhicule et le moment de la journée :

- 6h-10h → heures de pointe du matin → trafic 13 000-30 000 véh./j → forte proportion d'accidents de bus ;
- 14h-18h → heures ouvrables → trafic < 15 000 véh./j → forte proportion de véhicules utilitaires.

Le niveau de trafic général ne joue pas un rôle déterminant dans la gravité de l'accident. En revanche, sur les réseaux fréquentés par les gros poids lourds, la gravité des accidents augmente.

L'analyse de la distribution des accidents de véhicules lourds par type de réseau s'est basée sur la classification de la LMCU :

- La proportion d'accidents lourds est relativement élevée sur les axes rapides ; mais c'est sur les axes de desserte locale que les accidents de poids lourds sont les plus nombreux avec une proportion plus élevée que les accidents tous modes ;
- Plus de la moitié des accidents de véhicules lourds se produisent sur des axes de desserte locale quel que soit le type du véhicule antagoniste, sauf pour les conflits véhicule lourd / moto pour lesquels la répartition des accidents par type d'axe est la plus équilibrée ;
- Plus l'importance de l'axe diminue, plus le nombre d'indemnes, proportionnellement au nombre d'accidents, augmente, mais le nombre de blessés graves ou tués reste stable.

Une analyse géographique de la répartition des accidents impliquant un véhicule lourd a été réalisée en fonction des bases « PLU », « COS » et du découpage par cinq grandes zones effectué dans le cadre de l'Enquête Ménage Déplacement (EMD) de 2006.

L'analyse de cette répartition en fonction de l'occupation du sol fait apparaître deux tendances générales : les fortes proportions des accidents de poids lourds dans les zones d'emprise industrielle et des accidents de bus et de véhicules utilitaires dans les zones urbaines continues, c'est-à-dire les centres-villes denses.

En suivant le découpage zonal de l'EMD, on s'aperçoit que les bus s'accidentent dans une large part dans le centre de Lille, que plus de la moitié des accidents de véhicules utilitaires se produisent dans la banlieue de Lille et que la proportion des poids lourds accidentés dans la périphérie plus lointaine est nettement plus élevée que celle des accidents tous modes. De façon plus générale, les accidents de véhicules lourds, rapportés à la superficie de chacune des zones sont, en comparaison des accidents tous modes, supérieurs dans le reste de la LMCU et dans le centre de Lille mais nettement inférieurs à Roubaix-Tourcoing et dans leur banlieue. La répartition géographique des accidents montre nettement la forte attractivité de Lille. Il faut en effet souligner l'importance d'un effet « Lille » sur la localisation des accidents : Lille et sa banlieue concentrent nettement plus d'accidents de véhicules lourds que Roubaix-Tourcoing et leur banlieue.

Dans les centres, la répartition horaire des accidents suit la courbe classique « à deux bosses » (pics aux heures ouvrables de la journée). En périphérie (« reste LMCU »), les accidents sont plus nombreux entre 12h et 14h ainsi qu'aux heures du soir et de la nuit.

Enfin, à mesure que l'on s'éloigne du centre, la gravité des accidents impliquant un véhicule lourd augmente.

Analyses thématiques

Poids lourds et véhicules de transport

Sont définis ici comme « véhicules de transport » ceux spécialement affrétés pour cette activité et qui, au moment de l'accident, étaient en train d'effectuer une livraison ou un trajet de transport de marchandises. Ils correspondent donc aux véhicules dont le « Type de trajet » a été codé en « Transport-livraisons (en trace directe) », « Transport-livraisons (en tournée) » ou « Transport-livraisons (non renseigné) » dans l'item 95 du bordereau.

En suivant le découpage EMD, on s'aperçoit que les zones dans lesquelles se concentrent le plus de zones d'activités ne sont pas forcément celles où le nombre d'accidents de véhicules de transport est le plus élevé, et réciproquement. De même, moins de la moitié de ces accidents ont lieu à moins de 250 mètres d'une zone d'activités. Même si la relation entre la localisation des zones d'activités et celle des accidents de véhicules de transport n'est pas inexistante, il semble que la proximité aux grands axes de transit (autoroutes et axes rapides) ou l'influence des centres-villes en tant qu'aires de livraisons soit des éléments davantage déterminants des accidents de poids lourds

Les accidents de poids lourds contre bicyclettes constituent une proportion importante de l'accidentologie des poids lourds (23,9 % de l'ensemble des accidents de poids lourds recensés) : ce sont des accidents que l'on retrouve principalement en milieu urbain, lors de manœuvres de tourne à droite du camion en intersection. Le conducteur ne perçoit pas le cycliste qui se trouve dans l'angle mort. D'ailleurs, le gabarit du camion paraît constituer un facteur aggravant de risque d'accident. Le risque de blessures graves est pour le cycliste très significatif.

Enfin, les stationnements gênants ou illicites ainsi que les blocages à la circulation des véhicules lourds (en lien notamment avec les impératifs de livraison) sont à l'origine de quelques accidents sans que l'on puisse parler d'un phénomène d'ampleur. Mais il faut souligner que les implications indirectes de ces stationnements ou blocages (accidents suite à une manœuvre dangereuse pour dépasser le véhicule lourd qui empiète sur la chaussée) ne sont pas comptabilisées étant donné que le véhicule lourd n'est pas accidenté.

Véhicules utilitaires

Le calcul de la distance euclidienne est intéressant pour les accidents de véhicules utilitaires étant donné que ces véhicules servent principalement aux livraisons de proximité, locales et que leur conducteur est souvent résident de la LMCU. Les conducteurs de véhicules utilitaires s'accidentent proche de leur domicile mais la distance augmente lorsque l'accident s'est produit dans les centres, en particulier à Roubaix-Tourcoing. Ce dernier résultat est à mettre en lien avec le fait qu'une majorité des conducteurs de véhicule utilitaire (64,9 %) résident en banlieue.

Bus

Les accidents sur voies réservées aux bus concernent principalement les conflits avec les piétons et sont liés à une mauvaise prise d'information de la circulation causée par le profil atypique de la chaussée où les bus roulent « à contresens » du reste de la circulation.

54,8 % des accidents de bus se sont produits à moins de 50 mètres d'un arrêt de bus. C'est dans la banlieue de Lille, où l'on peut supposer que la fréquence des bus est plus faible, que le ratio des accidents proches des arrêts sur le nombre total de stations est le plus élevé.

Les accidents bus contre piétons sont particulièrement importants. Ils ont lieu dans les zones densément peuplées des villes, fréquemment sur des voies aménagées avec des couloirs de bus, souvent pendant les heures de pointe quand la circulation est dense. Le piéton ne prend pas l'information avant de traverser ; les blessures corporelles qu'il subit sont souvent importantes.

CHAPITRE 3

Vers un outil d'aide à la décision

1. L'interface espace / risques / territoire : apports fondamentaux de la géographie

Dans les analyses portant sur l'insécurité, il est courant de modéliser le déplacement comme un système infrastructures-environnement-conducteur. L'accident est alors étudié comme un symptôme de dysfonctionnements de ce système (Leplat, 1985), ce qui appelle l'action de sécurité à envisager un large panel de domaines susceptibles d'y jouer un rôle, en particulier l'aménagement de l'espace urbain, à ses différentes échelles d'exercice.

Cette mise en perspective globale incite alors à faire porter l'action de prévention sur les facteurs « amont » de l'insécurité. Il s'agit en fait de s'intéresser à une « sécurité organisationnelle », prenant en compte les éléments propres à une réelle intégration : le projet politique de territoire, la logique de l'aménageur en charge d'organiser les infrastructures et l'environnement de ce dernier, la population, dans la distribution de sa sociologie, et l'affectation fonctionnelle des espaces. Tous ces éléments dictent en grande partie la mobilité, les formes, les sens et l'intensité des flux, ainsi que leurs rythmes. Ils conditionnent un « risque ambiant » inhérent à tout phénomène soumis aux contingences d'une inscription spatiale, de surcroît dynamique.

Des insécurités spécifiques peuvent naître de différenciations proprement spatiales (Millot, 2003), en particulier lorsque des rapports complexes, difficiles à intégrer par les aménageurs, s'instaurent entre la sécurité routière et les espaces urbains.

Un autre facteur, spatialisé lui aussi, intervient : la différenciation territoriale et les inégalités sociales qui en ressortent entre les espaces concernés, en matière d'accès au logement, au travail et aux moyens de mobilité.

Au total, cette approche fait clairement appel à la géographie, non seulement comme les études précédentes l'ont montré au plan de son outillage informatique (applicatifs SIG développés à partir de plates-formes logicielles spécialisées (type ARC-GIS 9.3), mais aussi et d'abord au plan de quelques-uns des concepts fondamentaux sur lesquels cette science humaine appuie son mode d'appréhension des phénomènes observables dans le monde réel. La manière dont ces référents sont mis à contribution doit être ici explicitée.

Cette recherche pose l'hypothèse que le contexte spatial, social et économique contribue à la phénoménologie des risques routiers, et ceci dans plusieurs domaines : fréquence, nombre et localisation des accidents, dans une certaine mesure, mais aussi types d'impliqués. Pour tester cette hypothèse, 3 structures spatialisées sous-jacentes à toute zone d'études se prêtent à être confrontées.

La première, d'ordre factuel et évènementiel, est fondamentale : c'est l'aire (situation, extension et forme) de répartition dessinée par la géolocalisation des accidents observés sur l'ensemble du secteur LMCU. Elle permet d'interroger les lieux, les moments, les environnements et les circonstances où la potentialité d'un risque routier ambiant s'est concrétisée en accidents réels, observables, analysables. Elle constitue un référentiel de base pour l'analyse des caractéristiques déterminantes des situations accidentogènes : « l'accroche » au reste du système dans lequel la problématique du risque routier s'insère.

La seconde structure spatiale, d'ordre contextuel, est l'espace géographique lui-même, cadre d'inscription de la précédente. Celui-ci se présente sous divers types morphologiques : ponctuel, linéaire, ariale, voire continu, selon les domaines sémantiques et les échelles considérées ; il se compose d'objets concrets (bâti, ouvrages, routes, etc.), de structures (réseaux, zonages), de potentiels de forces (et de leurs aires d'action correspondantes) d'attractivité, de résistance (accessibilité/enclavement, obstacle/perméabilité...), au total une multitude très diversifiée de phénomènes distribués au sein d'un champ géographique selon des localisations et donc un agencement d'entités physio-fonctionnelles (unités de paysage, unités de bâti, d'infrastructures, de densités, d'environnement, lieux d'habitat, lieux d'activités, flux et générateurs de flux, etc.).

Il englobe également les archétypes de modèles spatiaux (mono ou polycentralités, auréoles, gradients, réseaux hiérarchisés ou non, iso/anisotropie, etc.) : ceux-ci sous-tendent les configurations géométriques et topologiques selon lesquelles ces objets et phénomènes sont distribués, et conditionnent leurs propriétés et comportements en matière d'interaction (attractivités différentielles, proximités absolues ou relatives, accessibilité, limites, barrières, rugosité distance-temps-coût...).

La troisième structure, enfin, correspond au territoire proprement dit, c'est-à-dire, dans le domaine considéré ici, un « sous-ensemble flou » de l'espace géographique que génère une société par ses modes d'appropriation, d'organisation et de vie, et leurs traductions matérielles autant qu'immatérielles.

Ce faisant, le territoire hérite d'empreintes spatiales, en surimposition partielle et variable avec celles de l'espace géographique. Mais ces empreintes sont davantage fonctionnelles que physiologiques, du fait même qu'il s'agit d'emprises dérivées de l'espace géographique par la société locale, ses groupes, ses jeux d'acteurs et leurs intérêts respectifs, ainsi que leurs perceptions et représentations. Au total, cette organisation sociétale (publique et privée) s'exerçant sur le terrain entremêle différents marqueurs visibles. Certains résultent d'affectations et d'usages de l'espace issues de volontés individuelles (lieux de loisir, lieux de travail, de culte, de vie sociale, de production, de consommation...). D'autres résultent de structurations décidées et/ou négociées dans le cadre d'une gouvernance collective (aménagements, infrastructures, équipements, PLU, PDU, SCOT, etc.).

À ce titre, le dessin du territoire – ou plutôt son « halo », car ses limites fonctionnelles ne sont pas toujours strictement hermétiques – révèle des caractères d'adéquation/inadéquation à tel ou tel projet de gestion. En matière de risque routier, c'est dans ce cadre que se joue l'intégration effective d'une politique de sécurité routière dans un schéma d'aménagement socio-économique de l'espace et de ses infrastructures. Et c'est également dans ce cadre que ces caractères font l'objet d'études particulières, dans ce que l'on nomme aujourd'hui communément « diagnostic de territoire ».

Toutes ces considérations plaident pour admettre qu'élaborer une modélisation géographique d'un phénomène aussi multidimensionnel que le risque routier, dans son empreinte territoriale comme dans sa gestion sociétale, ne peut être une opération triviale.

Les travaux réalisés au cours de ces trois années de partenariat avec les acteurs de LMCU ont permis de construire un outil puissant d'analyse territoriale du risque routier sur les espaces d'action de la LMCU. Bien qu'encore prototypique, cet outil contient déjà les ferments qui feront de lui, à terme, un authentique outil d'assistance à la gestion et à la concertation. Trois raisons principales président aux capacités du système qui a été élaboré :

- Une réflexion pluridisciplinaire approfondie et évolutive sur les **concepts clés** du binôme risque routier/sécurité routière débouchant sur leur mise en œuvre effective dans un SIG configuré au plein sens de cette méthodologie, à savoir une modélisation à la fois systémique et systématique des phénomènes ;
- Le recours à des **méthodes de structuration de données** géolocalisées intégrant effectivement les dimensions thématiques, géométriques, topologiques et téléologiques du projet de système d'information (comprendre pour agir) ;
- L'initialisation d'une démarche coopérative de conception et d'analyse entre chercheurs (accidentologues, géographes, géomaticiens) et acteurs (gestionnaires).

Compte tenu des *a priori* et présupposés erronés régnant encore aujourd'hui à propos du concept même de SIG, il n'est pas inutile en premier lieu d'explicitier par l'exemple, ici, la nature véritable du travail de constitution du cœur du SIG : la base de données géographique (« *Geodatabase* »).

En effet, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer *a priori*, on ne peut réduire celui-ci à un simple travail technique : la constitution du SIG, véritable modélisation territoriale d'une zone d'étude (en l'occurrence ici la LMCU), implique plusieurs réflexions d'ordres distincts : **épistémologique** (*quels sont les fondements sur lesquels s'appuient les concepts d'Espace, de Temps, de Territoire,*

etc.), **méthodologique** (comment formaliser ce cadre spatio-temporel) et **technique** (comment le représenter dans un SIG)³³, certes, mais aussi thématique et ceci dans une optique pluridisciplinaire.

Parallèlement à la modélisation du système spatial en *Geodatabase* entreprise au laboratoire Geosyscom, la constitution d'un corpus d'informations d'expertise est conduite par l'unité de recherche MA de l'IFSTTAR. Cette dernière s'appuie sur une analyse bibliographique et des entretiens approfondis sur site avec les techniciens et décideurs en charge de la sécurité routière à la LMCU.

Ce travail avec les partenaires (LMCU, IFSTTAR, Geosyscom, CETE-NP³⁴) permet ainsi d'adjoindre à une analyse spatiale de la sécurité routière, l'expertise des professionnels du domaine. Ce mode de travail a été délibérément mis au point pour, à terme, intégrer deux approches réputées divergentes voire inconciliables et les rendre au contraire complémentaires.

Depuis juin 2005, les travaux des différentes équipes sont coordonnés par de nombreuses réunions où l'état d'avancement de chacun est discuté. L'objectif au final est l'élaboration d'un prototype d'outil opérationnel tant du point de vue de la recherche en sciences humaines (recherche des éléments qui sous-tendent la problématique du risque routier) que celui des collectivités territoriales en charge de l'application de la politique de sécurité routière (outil d'analyse et de concertation entre les acteurs).

La recherche de nouvelles formes de cartographies et notamment de cartographies opérationnelles pour la gestion des territoires a conduit à réexaminer les principes sur lesquels s'appuyaient les logiques en vigueur jusque-là, tout particulièrement dans le domaine des risques : approches déterministes et probabilistes qui ont chacune leurs limites. Elle a amené à rechercher des concepts permettant à la fois d'aller plus loin dans la compréhension de la phénoménologie des risques et plus loin dans la représentation de leurs formes de spatialisation, notamment à l'intention des acteurs en phase de concertation. Cette recherche a débouché sur la définition du **concept de « situation à risque »** fondamentalement basé sur la prise en compte des combinaisons géographiques (Figure 1).

Implémenté dans un SIG, le concept de situation à risque permet de construire différents niveaux d'information spatiale et des cartographies exploitables par les acteurs territoriaux pour répondre aux questions fondamentales suivantes :

- QUOI ? identification : composants du système, des types d'événements, des types d'enjeux.
- OÙ ? extension des effets d'un accident, probabilité d'occurrence spatiale, localisation des cibles.
- QUAND ? probabilité d'occurrence temporelle d'un accident, présence des enjeux à différents moments du jour, de la semaine, de l'année.
- COMMENT ? intensité des effets d'un accident, exposition des enjeux, variabilité des vulnérabilités, processus...

À ces questions ayant trait à l'évaluation spatio-temporelle des risques s'ajoute une dernière plus spécifique :

- PAR QUI ? question liée aux zones de compétences, rôles et actions des différents acteurs gestionnaires.

³³ Rolland-May, Ch., 2000, Evaluation des territoires. *Concepts, modèle, méthodes*. Hermès, Paris.

³⁴ CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement.

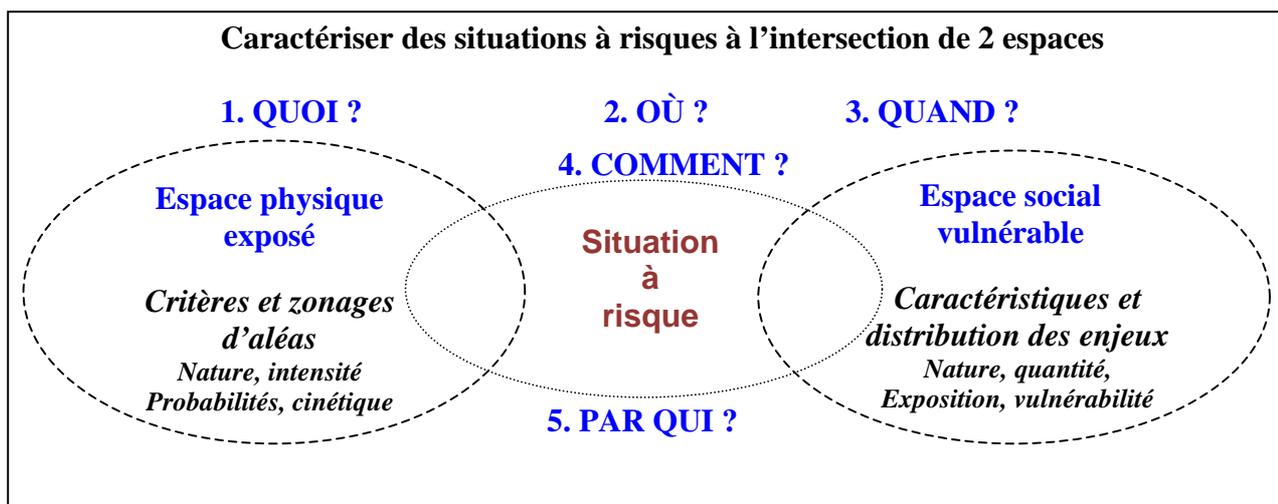


Figure 1. Caractérisation des situations à risques

Cette réflexion, initialement produite pour le cas de l'investigation spatiale du risque industriel³⁵, peut être transposée, moyennant adaptation comme suit, au cas du risque routier (Figure 2).

Cette première approche de l'adaptation du **concept de situation à risque** au risque routier s'éloigne peu de la conception initiale du modèle. En effet, s'il est vrai, comme cela sera démontré tout au long de ce chapitre, que le risque routier possède ses particularités propres, il s'inscrit néanmoins dans un cadre plus général. Ainsi, le concept de situation à risque met en exergue le croisement de deux espaces à l'intersection desquels s'exprime le risque lui-même.

La particularité du risque routier tient au type d'espace exposé qui est celui de la circulation, qui est lui-même, selon des temporalités et des modalités diverses, investi par l'espace social. Le système de flux généré par cette rencontre caractérise la situation à risque routier.

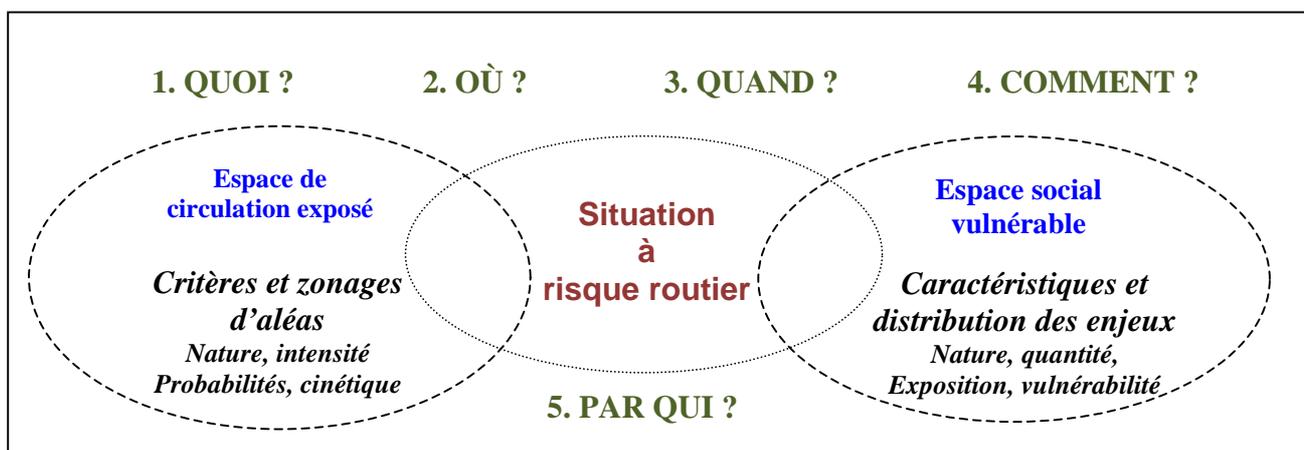


Figure 2. Espace de circulation et espace social vulnérable : une première approche du risque routier

Le problème à résoudre consiste donc à caractériser et hiérarchiser les aléas, enjeux, exposition, vulnérabilités ; à mettre en relation ces informations pour révéler spatialement et temporellement différentes situations à risques sur le territoire, enfin à proposer des représentations cartographiques et requêtes interactives pour que les acteurs puissent se concerter, échanger, tester, discuter avec une liberté maximale au sein des univers du discours qui sont les leurs.

³⁵ Propeck-Zimmermann E., Saint-Gérand Th., 2007, *Les nouvelles formes d'inscription territoriale des risques industriels. Appui méthodologique aux gestionnaires et décideurs de l'estuaire de la Seine dans le domaine des sciences humaines et sociales*, rapport de recherche Programme « Risque, Décision, Territoire » MEDD.

Le concept de « situation à risques » est entendu comme la **combinaison et la fluctuation, sur une portion d'espace donnée, des différents potentiels d'aléas, d'exposition, d'enjeux, de vulnérabilités et de résilience**. Tous ces domaines se concrétisent dans l'espace par des objets, des flux, des états spécifiques, ils restent néanmoins liés fonctionnellement. Le concept de « situation à risques » vise à construire un panorama aussi large et pertinent que possible des éléments entrant dans la relation Risque/Espace. Ces éléments sont explicités au sein d'un Modèle Conceptuel de Données et leurs interrelations sont mises en évidence via les fonctionnalités d'un Système d'Information Géographique (SIG).

Un système d'information géographique est une modélisation globale d'un phénomène s'efforçant de représenter celui-ci dans toutes ses dimensions spatiales, temporelles, conceptuelles (thématiques). À ce titre, il constitue une schématisation de la réalité guidée par un certain nombre de choix et donc de restrictions. Ainsi, au même titre qu'un système d'information classique, la construction d'un SIG exige une réflexion conceptuelle sur le phénomène que l'on souhaite décrire. Ces restrictions et choix guident la constitution de la base de données qui supportera le SIG.

Dans ce processus de construction de la base de données géographique, une posture scientifique d'analyse spatiale a été privilégiée :

- Démarche empirique ≠ Démarche systémique et systématique,
- Collecte des objets spatiaux à leur niveau de définition le plus fin,
- Décomposer pour recomposer à la demande,
- Modéliser ces objets à la fois sous forme vecteur et raster,
- Privilégier les combinatoires.

En effet, dans l'élaboration d'une base de données deux démarches, sensiblement distinctes, sont possibles :

La démarche empirique s'appuie sur les données directement disponibles, réduites et simplifiées. Cette « démarche empirique » aboutit souvent à résumer le phénomène dès le départ en fonction des données disponibles et prêtes à l'emploi, en quelque sorte « en l'état » : cela permet un gain de temps appréciable mais entraîne inévitablement des lacunes dans la représentativité d'ensemble du phénomène en général et du problème particulier à traiter en son sein.

La démarche globale, elle, s'efforce de décrire et expliciter toutes les dimensions du phénomène qui tissent sa complexité et qui correspondent le mieux possible à la réalité sur le terrain. La deuxième « démarche à caractère systématique et systémique », que nous privilégions en tant que chercheurs, consiste à mener une analyse globale qui rende compte de la complexité des phénomènes et qui permette *dans un deuxième temps* (mais seulement dans un deuxième temps) de définir différents niveaux de simplification plus facilement mobilisables et adaptés à chaque besoin et objectif : élaborer un modèle plus compliqué, plus long mais qui permet de simplifier dans un 2^{ème} temps, en toute connaissance de cause.

La gestion du territoire s'appuie sur différentes entités spatiales : mettre au point une méthode de constitution de ces entités spatiales en particulier de reconnaissance de zones homogènes par rapport à des critères de situation à risques. Pour constituer ces entités spatiales et zones homogènes, il faut disposer des ingrédients de base que constituent les objets spatiaux à leur niveau de définition le plus précis.

À partir de ces éléments de base, sont reconstituées des zones homogènes en fonction des requêtes. L'ensemble des éléments d'échelles supérieures sont aussi accessibles par ce biais, permettant ainsi d'interroger directement la problématique de cette étude à plusieurs échelles.

Construire un SIG à des fins d'aide à la décision par une compréhension de la complexité spatiale du risque routier, demande au préalable d'identifier les données nécessaires et de les structurer selon un mode d'organisation au sein de la base de données spatiale reflétant la structure du phénomène traité. C'est le but du Modèle Conceptuel de Données. L'élaboration d'un Modèle Conceptuel de Données consiste à faire l'inventaire le plus exhaustif possible, aux échelles spatiales et thématiques

pertinentes pour le sujet traité, de l'ensemble des composants et de leurs interrelations à partir des concepts fondamentaux de la thématique abordée et de la finalité de l'application. La réflexion sur la structure des données s'appuie ici sur une logique développée à Geosyscom à partir des travaux de F. Bouillé, basée sur la théorie des ensembles et la théorie des graphes : la modélisation hypergraphique³⁶. Elle permet, dans une formalisation graphique, d'identifier et de structurer, selon les échelles d'analyse géographique pertinentes, l'ensemble des données spatiales et attributaires se rapportant aux concepts clés du risque (aléas, enjeux, vulnérabilités, exposition, résilience), ainsi que leurs relations³⁷.

Dans le domaine de la sécurité routière, l'accident apparaît d'abord du fait du choc entre deux usagers dont les causes sont souvent recherchées vers un défaut de comportement de circulation ; mais au-delà du trajet parcouru et du choc lui-même, l'événement accidentel surgit en fait d'un réseau d'interactions multiples, celles de l'espace géographique au sein duquel il se localise, et des temporalités. Or cet espace-temps n'est ni homogène, ni isotrope. Il est structuré et configuré, c'est-à-dire différencié et tissé de continuités, de discontinuités voire sub-continuités (tissus périurbains) qui lui confèrent des caractères morphologiques. En outre, cet espace ne se réduit pas aux seuls faits matériels ou concrets observables (habitations, infrastructures, commerces, etc.). Il constitue aussi un « champ » où se confrontent, s'influencent et évoluent en permanence et selon diverses échelles de temps, d'espaces, et de facteurs, de multiples forces soumises à des tensions fluctuantes : conditions sociales, économiques, technologiques, naturelles, juridiques, psychologiques, politiques, historiques... Ces conditions ne sont pas neutres pour la gestion territoriale du risque : comment les intégrer, elles aussi, dans une analyse globale susceptible d'éclairer une politique de gestion ? À quel niveau, selon quels concepts, quelles approches et quelles méthodes ? La conception de l'information jusqu'à présent en vigueur, même très élaborée, reste inefficace pour un diagnostic d'ensemble et la prise de décision en matière d'aménagement du territoire.

Sous l'angle phénoménologique, l'espace géographique du risque peut être assimilé à un *système complexe spatialisé*. Son modèle cognitif, c'est-à-dire la représentation à travers laquelle on l'appréhende, s'appuie sur une échelle d'observation à multiples niveaux, du plus analytique au plus synthétique. Il met en relation des registres de référencement (sémantique, fonctionnel, spatial et temporel) dont émanent les classes d'entrée du système : objets, acteurs, espaces et temps répondant aux questions fondamentales : Quoi ? Par qui ? Où ? Quand ? (Figure 3)³⁸.

Les deux premières classes sont de nature conceptuelle et thématique, les deux dernières émanent des deux référentiels fondamentaux qui permettent d'identifier objets et acteurs, non plus seulement des points de vue sémantique et fonctionnel comme précédemment, mais dans leurs formes d'existence concrète, localisables et délimitables dans le temps et l'espace terrestre :

- classe d' « *objets*³⁹ » définit les multiples types d'éléments, de phénomènes et de processus susceptibles d'intervenir dans le système risque : mobile (véhicule, piétons, cyclomoteurs, etc.), infrastructures, zone d'habitat, type de population, etc. ;
- classe d' « *acteurs* » définit les différents individus, groupes ou organisations susceptibles d'influer sur le système : service de l'État, communauté urbaine, gestionnaires urbains, association, population (en tant qu'utilisateur de la route et de l'espace public plus généralement) ;
- classe de « *structures spatiales* » considère tout ce qui renseigne le caractère spatialisé du système à savoir les localisations ainsi que les configurations géométriques et topologiques : lieux et formes d'implantation, de répartition et de voisinage des différents éléments, phénomènes spatiaux ou aires concernant la problématique risque. Elles sont par nature liées aux échelles de perception de l'espace ;

³⁶ Saint-Gérand T., « Comprendre pour mesurer ou mesurer pour comprendre ? HBDS : pour une approche conceptuelle de la modélisation géographique du monde réel ». in Modélisations en géographie, dir. Y. Guermond, éditions Hermès 2005.

³⁷ Le paragraphe « Modélisation hypergraphique du phénomène » explicite plus en détail les fondements de la méthode hypergraphique.

³⁸ Propeck-Zimmermann E., Saint-Gérand Th., 2007, op. cit.

³⁹ Le terme d' « objet » est ici entendu au sens informatique, *i.e.* une entité fonctionnelle au sein d'une base de données.

- classe de « structures temporelles » considère tout ce qui renseigne les caractères temporels du système : les positions dans le temps ainsi que les formes de segmentation et d'organisation des temporalités propres aux éléments et processus de la problématique risque : phases d'activité/inactivité, rythmes de migrations quotidiennes et cycles (ex. : saisons). Elles sont, par nature, elles aussi liées aux échelles de perception du temps.

Au total, les deux premières classes – objets et acteurs – permettent d'identifier et inventorier les agents du système. Les deux dernières – spatiales et temporelles – référencent et renseignent les lieux et les moments de contingence entre ces agents, via des discrétisations spatiales (entités, secteurs, zones de compétence, d'effet, ...) ou temporelles (durées, dates, ...) propres à chaque thème et échelle d'analyse.

Ces référents sont la base sur laquelle s'appuie le concept de synthèse que constitue la « *situation à risque* ». Ce concept vise à rendre compte de l'incertitude inhérente aux aléas, inhérente aux vulnérabilités, ainsi qu'à leur conjonction. Sa logique orientée par le terme de « situation » pointe les modulations qui affectent l'espace à risque selon les circonstances du moment. Elle permet d'individualiser, plus finement que le classique binôme aléa/vulnérabilité, des distinctions pertinentes pour expliciter les différentes dimensions du risque. Une situation à risque est la combinaison et la variation sur une aire donnée, des différents « potentiels » d'aléas, d'exposition, d'enjeux, de vulnérabilités, d'anticipation et de récupération.

Figure 3. Modélisation hypergraphique du concept de situation à risque

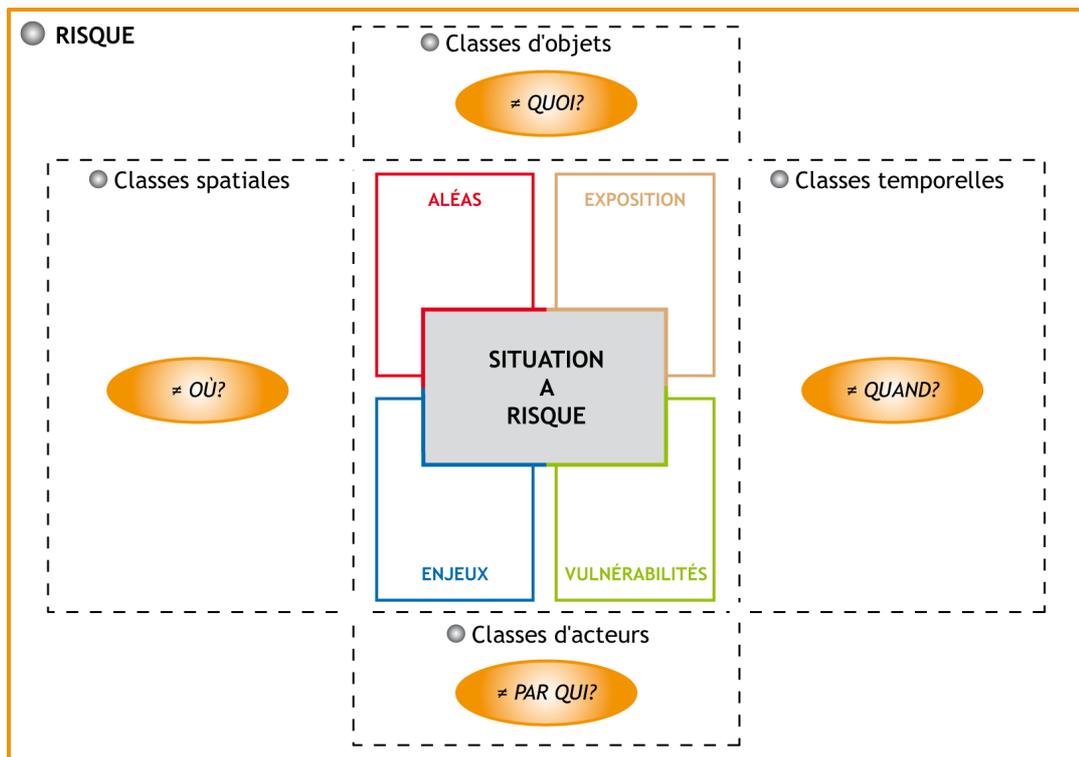
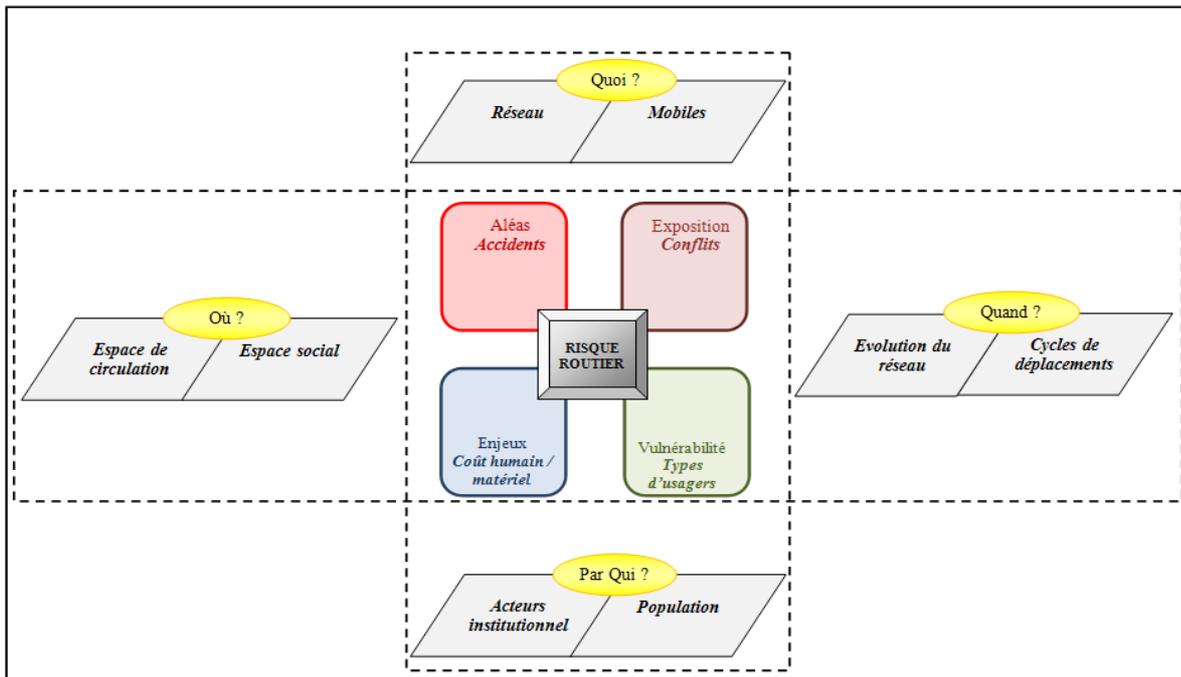


Figure 4. Déclinaison du modèle hypergraphique de situation à risque pour le cas particulier du risque routier : entre espace de circulation et espace de vie

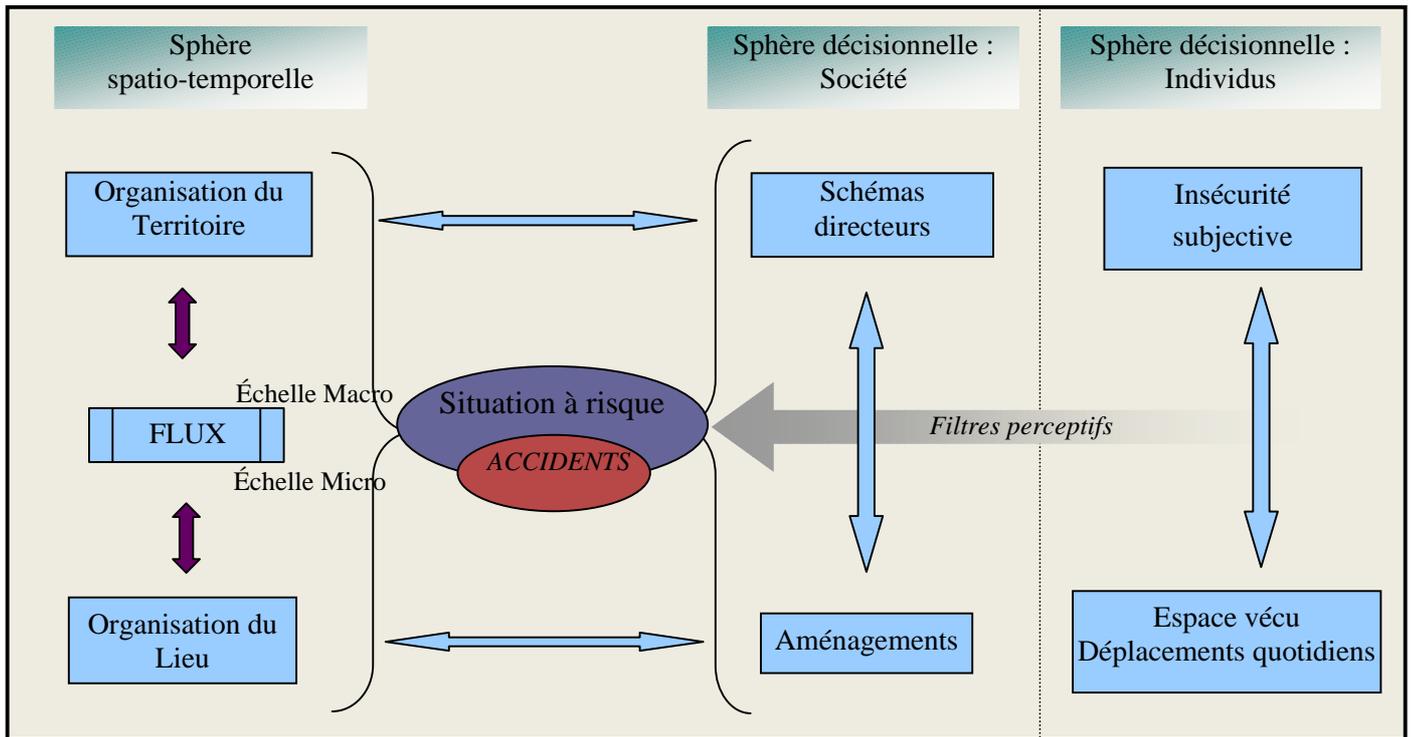


Une particularité du risque routier (Figure 4) tient au type d'espace exposé qui est celui de la circulation, ce dernier étant lui-même, selon des temporalités et des modalités diverses, investi par l'espace social. Le système de flux généré par cette rencontre caractérise la situation à risque routier.

Le concept de situation à risques est destiné à être « opératoire » en ce sens qu'il trace la ligne directrice d'un raisonnement pour déduire, moyennant une méthode de formalisation *ad hoc*, une structure de Système d'Information Géographique pertinente pour son analyse spatiale et fonctionnelle. Dans le cas de ce travail, le concept de situation à risque a été implémenté dans un modèle conceptuel de données (MCD) de type hypergraphique, d'inspiration à la fois systémique, systématique et spatiale, développé à partir de fondements proposés par Bouillé (HBDS, *Hypergraph Based Data Structure*). À titre indicatif, un résumé du modèle est présenté ici, le détail des hyperclasses et classes d'objets ainsi que la matérialisation des tous les liens qui les unissent ne sont pas figurés (par exemple, les enjeux humains sont renseignés par la présence de la population au lieu de travail, d'habitat, de loisirs, dans les établissements recevant du public, les espaces ouverts, ... à un moment donné).

La problématique exposée précédemment renvoie à la description du phénomène de risque routier, mais aussi au système territorial dans lequel il s'inscrit. Il peut être schématisé comme suit (Figure 5).

Figure 5. Schéma conceptuel préliminaire



Il s'agit à partir de ce système de décrire et expliciter les composantes du phénomène afin de les retranscrire dans le SIG. Celui-ci doit pouvoir répondre à deux objectifs :

- **Mise en évidence des « situations à risque » et du caractère multi-échelle du risque routier**
 - ✓ Suivant l'hypothèse directrice : « *Les lieux du risque routier (l'espace/temps de l'insécurité routière) résultent, au moins en partie, de l'inadéquation entre l'organisation fonctionnelle d'un territoire et son système de flux d'une part, et les aménagements réalisés d'autre part.* »
- **Objectifs « opérationnels »**
 - ✓ Explicitation du savoir des experts, automatisation des pratiques à l'échelle de la zone d'étude ; construction de synthèses d'analyses spatiales pour l'aide à la décision dans la gestion territoriale de la sécurité routière.

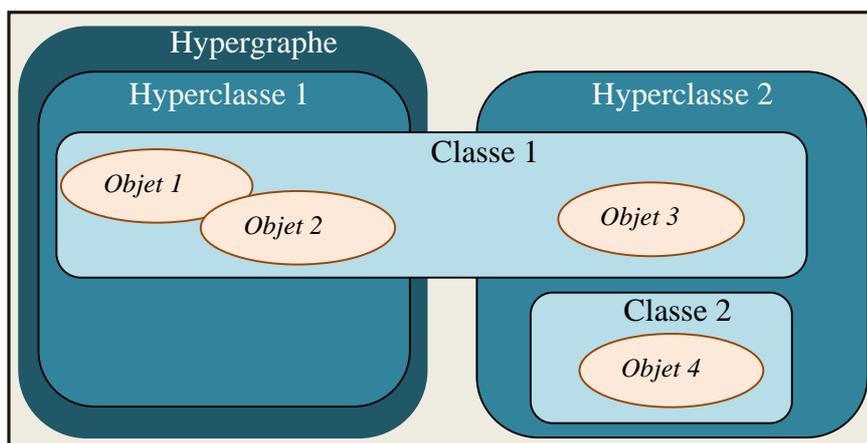
La construction de la base de données localisées, dénommée *Geodatabase*, nécessite une méthode de conceptualisation de base de données adaptée aux spécificités géographiques de ce système d'information : la méthode hypergraphique⁴⁰ (appelée aussi 'HBDS' : *Hypergraph Based Data Structure*) abordée précédemment.

Cette méthode repose sur la théorie des graphes et la théorie des ensembles : un graphe est une structure de données constituée d'un ensemble d'arcs orientés (les limites du graphe), d'un ensemble de sommets (un par face : permet de faire des liens topologiques entre différents graphes), et d'une face (l'espace délimité par le graphe).

⁴⁰ Saint-Gérard T., 2002, *S.I.G. : Structures conceptuelles pour l'analyse spatiale*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Rouen, 187 p.

Dans une modélisation hypergraphique, la première opération consiste à structurer les données selon une logique ensembliste guidant la décomposition de chaque domaine clé du sujet traité en une succession de niveaux (conceptuels) de composants géo-sémantiques qui lui sont propres. Le formalisme graphique de cette modélisation (Figure 6) apparaît comme un ensemble de graphes emboîtés, superposés, qui contiennent les objets géographiques retenus comme pertinents pour la question posée, à l'un ou l'autre de ses niveaux d'analyse. Les graphes emboîtés forment ainsi une hiérarchie qui se décline, du général au particulier, entre hypergraphes, hyperclasses, classes et objets, jusqu'au niveau de détail le plus fin retenu pour l'analyse.

Figure 6. Formalisme HBDS



Les entités (classes et objets) possèdent des attributs qui sont les informations relatives à l'objet modélisé. Ainsi, suivant les principes de la théorie des ensembles, les entités de rang inférieur possèdent non seulement leurs attributs propres mais aussi héritent des attributs des entités qui leur sont supérieures. Par exemple, les objets 1 et 2 possèdent leurs attributs spécifiques, mais aussi ceux de la classe 1, de l'hyperclasse 1 et de l'Hypergraphe.

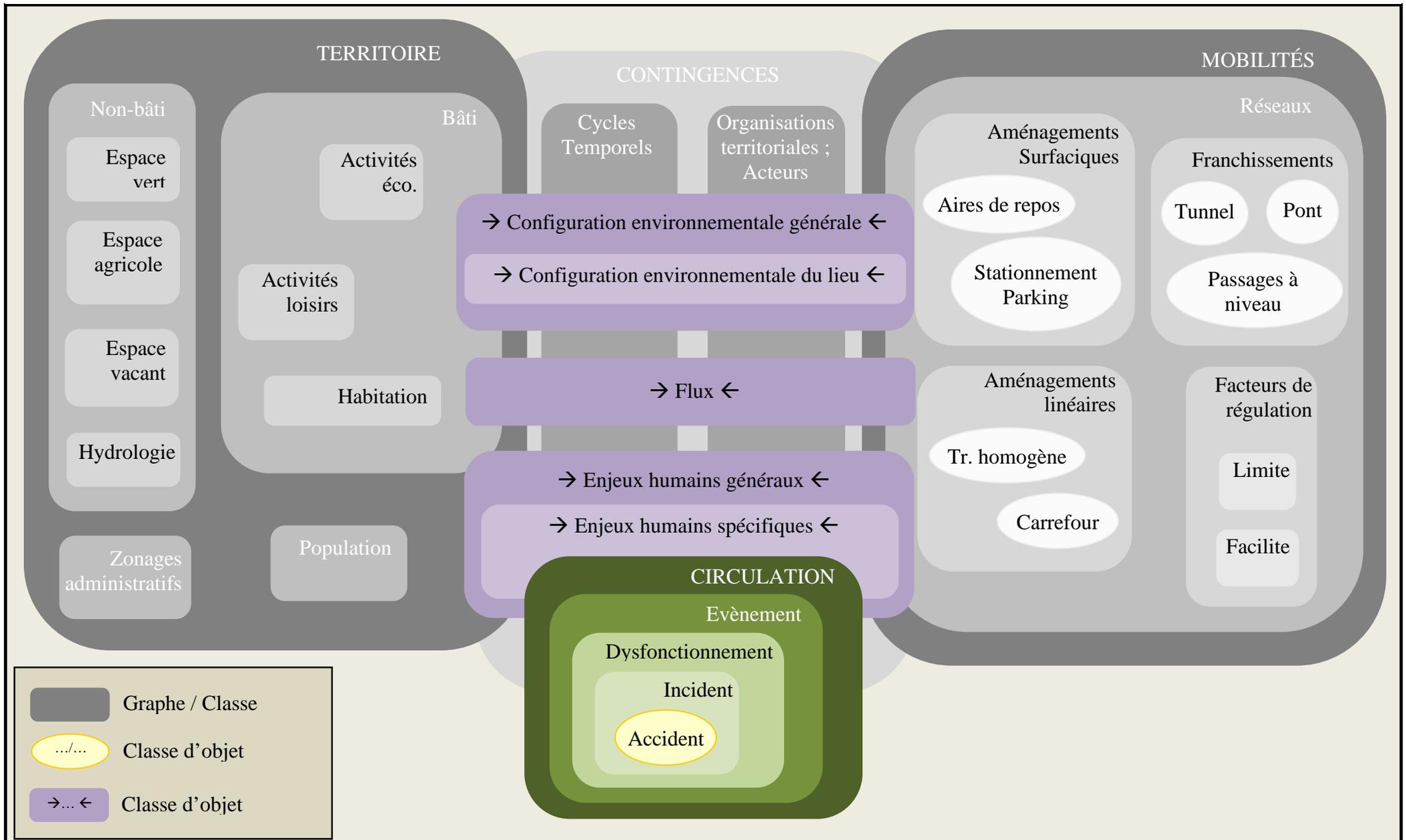
Formalisme « ouvert », le modèle peut être modifié, amélioré au fur et à mesure des tests effectués sur la représentation du phénomène. De plus, la méthode est parfaitement adaptée à la représentation conceptuelle de l'espace géographique. En effet, celui-ci peut, à l'instar des graphes et hypergraphes, être décrit comme un ensemble d'objets liés par :

- une logique verticale (théorie ensembliste), thématique : les objets spatiaux sont inscrits dans un système hiérarchique (e.g : emboîtement des découpages administratifs : nation → région → département → commune → etc.)
- une logique horizontale (théorie topologique) : les objets spatiaux sont inscrits dans un système relationnel de voisinage (e.g : un centre commercial est proche d'une route, un service de haut niveau se situe en territoire urbain, etc.)

Les relations fonctionnelles sont par ailleurs formalisées par le biais de lien entre graphes et objets.

Le schéma suivant (Figure 7) décrit le modèle (les liens fonctionnels ne sont pas figurés). Tel qu'il se présente à ce stade de l'analyse, le modèle est appelé à encore évoluer.

Figure 7. Analyse multi-échelle du risque routier : modèle général



Le modèle décrit l'orientation des travaux de recherche qui relèvent de quatre grandes thématiques, piliers de l'organisation de l'espace :

- Le **système territorial** décliné par ses éléments matériels (bâti, non-bâti) et immatériels (fonctions économiques, touristiques, démographiques, zonages administratifs) ;
- Le **système général des mobilités** décliné par ses infrastructures (organisation des aménagements routiers et de leur franchissement) et des facteurs de régulation qui régissent son usage ;
- Le **système particulier de circulation** routière décliné par l'enchaînement des processus qui conduisent à l'accident ;
- Le **système de contingences fonctionnelles** qui introduit les cycles temporels et les politiques territoriales.

La combinaison des objets et graphes de ces quatre thématiques nous permet de conceptualiser des « classes d'objets complexes » : par leurs multiples dimensions (géométriques, topologiques, thématiques), ces objets ne peuvent apparaître comme simples éléments du modèle.

- **Configurations environnementales**
 - ✓ Ce sont les éléments combinés du territoire, de son système routier, de la distribution des populations, des activités et de ses politiques de gestion.
- **Flux**
 - ✓ Fruit de la relation entre données empiriques (comptages, enquête sur les déplacements) et théoriques (localisation des aires fonctionnelles de l'espace émettrices et/ou réceptrices de flux, infrastructures).
- **Enjeux humains**
 - ✓ Egalement construits par la relation entre données empiriques (bilans humains des accidents réalisés) et des vulnérabilités du territoire (localisation des populations et plus particulièrement des populations vulnérables).

Suivant les logiques multi-échelles qui guident cette étude, ces classes d'objets complexes sont destinées à être déclinées du niveau « macro » au niveau « micro » suivant les éléments sélectionnés pour leur construction, les échelles d'analyse, et en fonction des requêtes spatiales ultérieures.

Le système d'information géographique construit grâce à cette méthode est la base sur laquelle les cas d'études vont être réalisés. Les travaux effectués avec les acteurs de LMCU ont permis de tester et corriger progressivement l'efficacité du SIG à plusieurs niveaux :

- Le niveau le plus simple de restitution de l'information spatiale disponible (localisation des accidents, infrastructures routières, bâti, etc.)
 - Cas d'étude sur la construction d'un système d'information géographique sur les risques routier.
- Le niveau synthétique de sélection spatiale (cartographie des éléments pertinents intervenant dans le risque routier)
 - Cas d'étude sur les inégalités sociales face au risque routier.
- Le niveau expérimental de combinaison et représentation spatiale (mise à disposition de l'information spatiale pour la prise de décision)
 - Cas d'étude sur la création d'un zonage politique d'intervention à destination de la protection des usagers vulnérables du système routier.

Pour répondre à l'objectif de caractérisation des situations à risques, il est nécessaire de collecter un grand nombre et une grande variété de données multi-sources. Après avoir affiné le MCD, les travaux de constitution et d'alimentation de la base de données spatiale en respectant ce modèle constituent une première difficulté. C'est une étape longue, très minutieuse, bien plus laborieuse qu'on ne l'imagine au départ, en l'absence quasi systématique en France encore aujourd'hui de

mutualisation des données d'intérêt collectif. Certes, diverses bases de données ont été développées par différents organismes, mais... avec des objectifs différents. Par ailleurs, leur qualité et leur accessibilité sont inégales et n'offrent pas les mêmes possibilités d'utilisation ni de disponibilité. En fait, comme d'autres expériences l'ont montré (risques industriels, transport de matières dangereuses, circulation autoroutière), il n'existe que peu de données directement pertinentes et prêtes à l'emploi pour cerner la thématique des risques, et beaucoup doivent être ré-élaborées à cet effet moyennant force reconstitutions et traitements.

Il faut donc noter à ce stade l'importance cruciale à accorder la mise en place de ces méthodes de restructuration de données et l'explicitation des divers processus méthodologiques et techniques mobilisés pour atteindre cet objectif.

Il est d'ordinaire classique de passer sous silence ces étapes de la recherche dans les publications et ouvrages scientifique de référence, du moins en ce qui concerne les travaux français. Elles sont ravalées au rang de « tâches techniques », sous-entendu « de simple exécution ». Pourtant, il s'agit bien d'une construction particulière, orientée, d'un ensemble de données thématiques et géométriques dont l'objectif final est la représentation cohérente d'un point de vue sur l'espace géographique. Il apparaît alors que cette construction est, de fait, consubstantielle aux résultats de la recherche elle-même. Ainsi, la validité des expérimentations conduites reposera d'abord et avant tout sur la pertinence de l'élaboration des protocoles de construction et d'investigation des données qui auront servi à leur réalisation.

Certes, cet aspect pourrait paraître quelque peu extérieur à la recherche elle-même, mais il faut admettre qu'une démarche se voulant scientifique ne peut escamoter la phase aride de reconstitution d'un lot de données pertinent, valide et structuré pour être ultérieurement interrogeable dans les meilleures conditions pour traiter les questions thématiques qui en sont la finalité. Moins qu'ailleurs, l'usage des SIG ne permet pas d'esquiver le précepte classique des systèmes d'information : « le modèle de données détermine le modèle de traitement ».

Cela est particulièrement vrai quand il s'agit de créer des méthodologies nouvelles de construction d'informations telles que celles qui vont être présentées dans les chapitres qui suivent.

Sans le cas traité ici, la *Géodatabase* a été développée avec le souci d'en déduire ultérieurement un modèle reproductible à disposition des gestionnaires. La base de données repose sur le couplage de référentiels de données nationaux multi-échelles (BDTopo de l'IGN, Orthophotoplans, Cadastre) avec des bases de données propres aux institutions (bases de données LMCU, CETE Nord-Picardie, INSEE, etc.). Des données complémentaires ont été collectées directement sur le terrain ou numérisées à partir de divers documents.

Les pages suivantes mettront en lumière le caractère sensible de la sélection et surtout de l'évaluation de la qualité des données collectées. En effet, les bases de données obtenues ne peuvent être utilisées directement sans un audit complet où l'on se rendra compte qu'elles peuvent comporter des erreurs, parfois nombreuses, dénaturant la portée d'une utilisation future.

Dans ce long processus, il faut noter l'apport fondamental du partenariat avec les responsables de la LMCU et du CETE Nord-Picardie sans lesquels la base de données aujourd'hui en place n'aurait pu être aussi complète.

2. Place des SIG dans les pratiques locales

Les traitements mis en œuvre pour ce projet ont donc, on vient de le voir, pour premier fondement l'approche géographique (telle que définie précédemment) soutenue par les fonctionnalités des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et leur efficacité dans la production de représentations spatiales. Il convient d'aborder ici la question de l'exploitation encore superficielle le plus souvent des possibilités réelles des SIG dans les collectivités locales dans la compréhension et la gestion de leurs problématiques territoriales.

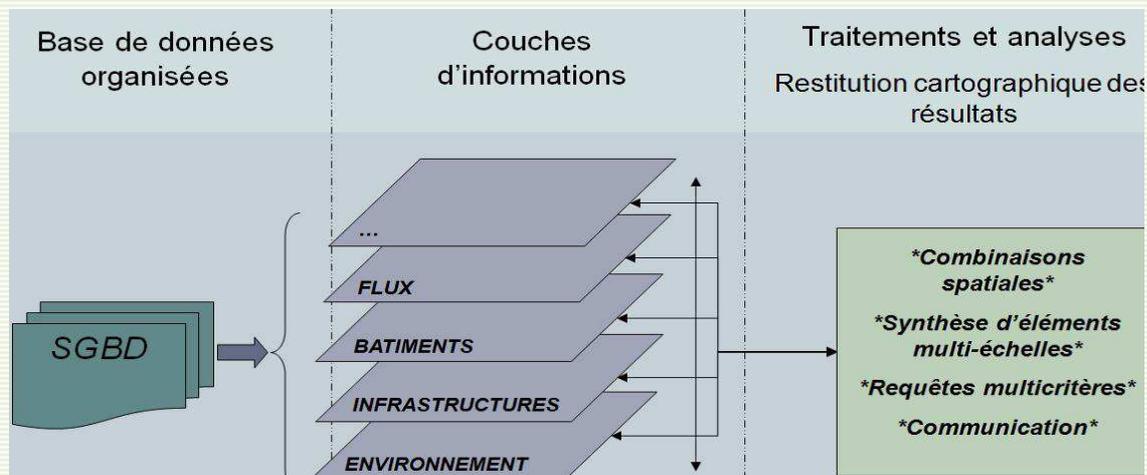
À l'instar de l'évolution qu'elle impulsa à l'apport de la statistique, l'informatique a permis à la cartographie d'intégrer et de synthétiser une masse de plus en plus importante et diverse de données,

et surtout d'en extraire l'information. Apparus puis développés en relation avec les modes de pensée systémiques (au plan conceptuel) et les techniques (au plan informatique) de l'algèbre relationnelle et de la géométrie algorithmique, les SIG sont la continuation de cette évolution et proposent outils et méthodes pour stocker, organiser, combiner, visualiser et communiquer des informations localisées.

*Système d'Information Géographique
Principe de fonctionnement*

Un SIG est d'abord un système d'information, i.e. un ensemble de données structurées au sein d'un système de gestion de base de données (SGBD). Mais son originalité est d'être spécifiquement conçu pour tirer parti des propriétés spatiales des données qui leurs sont propres : les données géo-localisées.

De ce fait, la particularité des SIG est qu'ils permettent, par manipulation et croisement de données spatialisées, de révéler et générer des plans d'information spatiale (conjonctions, corrélations, distances etc.) invisibles dans l'état initial des données.



La difficulté qui reste majeure aujourd'hui consiste en l'intégration effective de l'outil SIG au sein d'une structure de telle sorte qu'il devienne, non pas un simple outil de visualisation du territoire, mais bel et bien acteur d'un processus décisionnel.

Pour la thématique traitée dans cette recherche, l'objectif est bien là : participer au déverrouillage de l'intégration de la sécurité routière dans les actions quotidiennes et dans les politiques d'aménagement. Il y a donc un fort enjeu dans cette entreprise qui induit de fortes contraintes.

En effet, le SIG doit pouvoir représenter fidèlement :

- Les « Territoires de faits » que sont l'environnement physique et socio-économique du risque routier (bâti, infrastructure, populations, mobilités, etc.) et les accidents de la route ;
- Les « Territoires cognitifs » des acteurs de la sécurité routière qui ont chacun leur vision, leurs priorités dans l'action, fondés sur leurs activités et objectifs au sein d'une structure politique et/ou technique ;
- Les « Territoires du possible » issus des propositions d'acteurs et qui permettent d'observer les réalités possibles induites par les décisions d'aménagement ;
- Enfin de manière transversale, le SIG doit être capable d'offrir ces représentations territoriales dans un temps court qui est celui de la discussion entre acteurs.

La question fondamentale de l'intégration du SIG dans les pratiques des acteurs de la LMCU conduit à une vision pragmatique de l'avancement du projet : les cartographies et analyses issues du SIG sont progressivement intégrées aux discussions, non seulement dans l'objectif de montrer les potentialités du SIG, mais aussi pour construire les types de représentations spatiales adaptées à l'étude du risque routier.

Le SIG a été au départ perçu comme un outil d'interrogation spatiale. L'objectif affiché était de pouvoir alimenter le système d'une somme d'informations extrêmement diverses dans un premier temps : accidents, mode d'occupation du sol, voies de communications, zonages administratifs, socio-démographie, etc. L'organisation de ces éléments au sein du système devait alors fournir dans un deuxième temps une vision cohérente et précise du territoire tant au niveau des questions d'accidentologie, de mobilité, d'activité, que celles de l'urbanisme, de l'environnement, de l'aménagement.

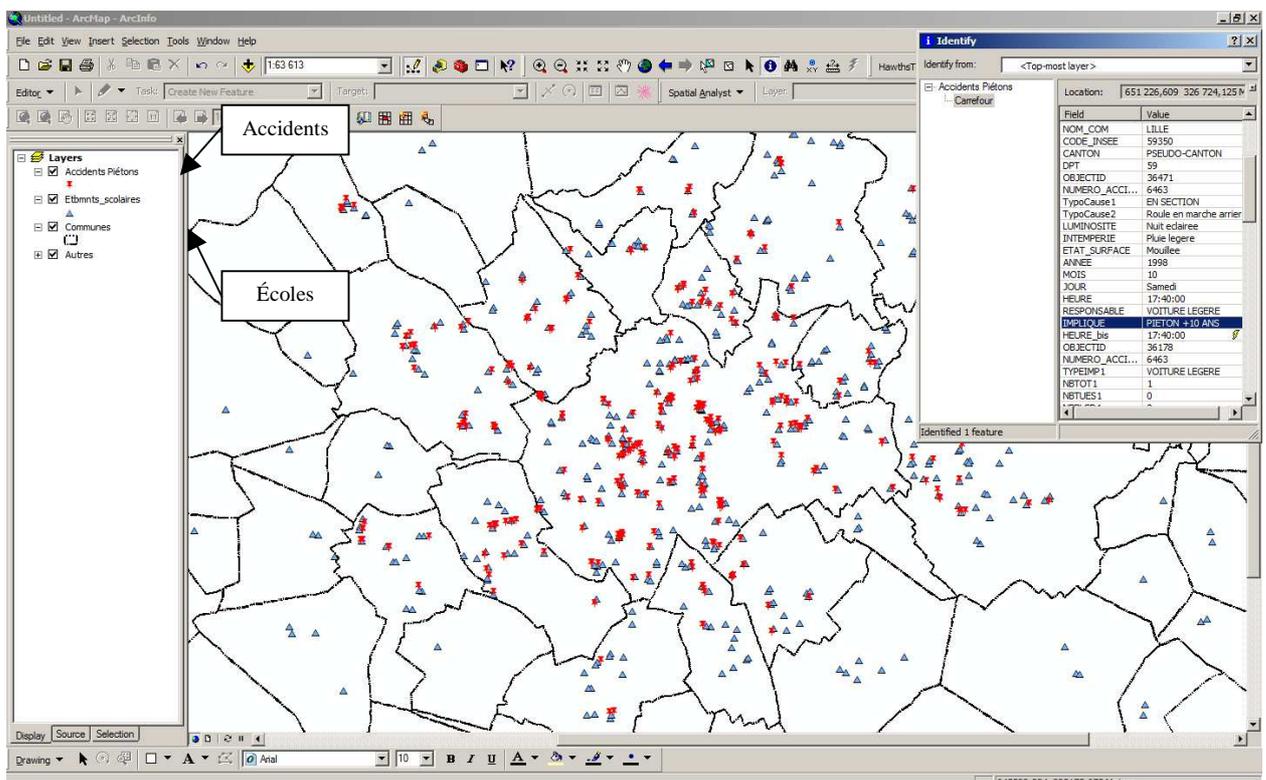
Les questions posées étaient alors de l'ordre de la requête spatiale : les éléments, déconnectés au départ, sont interrogés dans leurs relations spatiales mutuelles, aussi bien au plan géométrique que topologique :

- Où sont les accidents piétons à moins de 100 mètres d'une école ?
- Quels types d'accidents rencontre-t-on près des grandes surfaces commerciales ?
- La construction d'une zone 30 fait-elle baisser le nombre d'accidents de la zone ?

Les réponses apportées se matérialisaient par diverses statistiques usuelles (dénombrements, moyennes, corrélations, etc.). D'un point de vue cartographique, les questions revenaient à faire le tri parmi toutes les informations du système afin d'afficher uniquement les éléments pertinents. Par exemple, dans la question « *Où sont les accidents piétons à moins de 100 mètres d'une école ?* », il faut :

- Sélectionner, parmi tous les accidents recensés, ceux impliquant un piéton,
- Sélectionner les écoles et appliquer une zone de 100 mètres à chacune d'elle,
- Sélectionner, parmi les accidents impliquant un piéton, ceux se trouvant à l'intérieur de la zone précédemment construite.

Le résultat se présentera alors de cette manière :



Ces éléments affichés soutiennent globalement et de façon implicite⁴¹, l'hypothèse d'une corrélation positive entre le nombre d'accidents piétons et l'activité écolière.

Nos productions de cartes s'orientaient donc uniquement vers la sélection et l'affichage d'éléments divers à partir d'un corpus d'informations organisées en base de données.

En d'autres termes, les représentations spatiales de la sécurité routière que nous produisions étaient conditionnées par une vision analytique, vectorielle, pluri-thématique et statique du territoire :

- Vision analytique : Affichage d'éléments très détaillés sans relations apparentes,
- Vision vectorielle : Modélisation des objets sous forme de points, lignes ou polygones,
- Vision pluri-thématique : Superposition de différentes thématiques,
- Vision statique : Pas de dynamisme apparent dans la représentation.

Néanmoins, il est évident que la nécessaire synthèse d'information, la prise en compte du caractère systémique du territoire ne pouvait être occulté : cette synthèse était en fait réalisée mentalement par chaque acteur du projet. La représentation cartographique sert dans ce cadre de base à la construction et/ou la modification de nos représentations cognitives du territoire. Dans le cadre de notre exemple sur les écoles par exemple :

- **L'ingénieur/expert** qui a la connaissance du terrain valide la représentation mais apporte des éléments qui contredisent l'hypothèse implicite de la carte : « oui » il existe des regroupements d'accidents piétons près des écoles, mais « non » il n'y a pas forcément de lien avec l'activité écolière.
- **Le chercheur en sécurité routière** valide la représentation mais recherche des éléments supplémentaires pour pouvoir retracer les causes possibles de cette concentration d'accidents, par exemple : dans quels types d'environnement urbain sommes-nous ? Y a-t-il des disparités dans cette distribution d'accidents suivant les moments de la journée/semaine/année ?
- **L'acteur politique** réfute cette représentation ? (*volonté de ne pas mettre en concurrence les élus ?*) Ou bien la valide ? (*volonté d'afficher une politique d'aménagement demandé par des parents d'élève ?*)
- **Le géographe** valide la représentation mais en mettant en garde le lecteur : les éléments affichés sont *superposés* et non *mis en relation* d'une part ; rien n'indique que les concentrations observées ne sont pas le fruit du hasard d'autre part.

Il est difficile de trancher sur ce que sera la réaction de l'acteur politique. Les représentations spatiales produites à partir de cette vision analytique de la sécurité routière semblent en effet être en inadéquation avec le modèle cognitif de l'acteur politique, sa vision du territoire et des actions d'aménagement à faire pour la sécurité routière.

N'y aurait-il pas une attente de synthèse de l'information, de recherche de priorité, de hiérarchisation de l'action ? Cela semble être le cas, et des développements ont été orientés vers des techniques de représentations spatiales plus en accord avec cette hypothèse.

3. Place des SIG dans la décision

Pour répondre aux questions posées, une des premières actions consiste à sélectionner les éléments pertinents contenus dans le SIG. De la même manière, il faut ici définir quels seront les objets à afficher et sous quelle forme avec un cadre nouveau : l'objectif « zéro tué usagers vulnérables⁴² ». En effet, les précédentes cartographies étaient plutôt de l'ordre de la recherche exploratoire, ou bien du test des fonctionnalités SIG : une vision seulement analytique de l'espace pouvait alors suffire. Néanmoins, la synthèse d'information, spatiale ou non, nécessite un but vers lequel orienter la réflexion.

⁴¹ Toute cartographie contient une hypothèse : si elle n'est pas explicitement formulée, alors celle qui semble la plus simple ou évidente transparaîtra. Que cela soit valide ou non.

⁴² Les usagers vulnérables sont définis ici comme les piétons et les cyclistes.

En outre, il ne s'agit plus seulement ici de *cartographier pour comprendre*, mais aussi de *cartographier pour convaincre*. Les différentes analyses et représentations spatiales de la sécurité routière doivent être le support sur lequel un débat politique doit avoir lieu au terme duquel une décision sera prise.

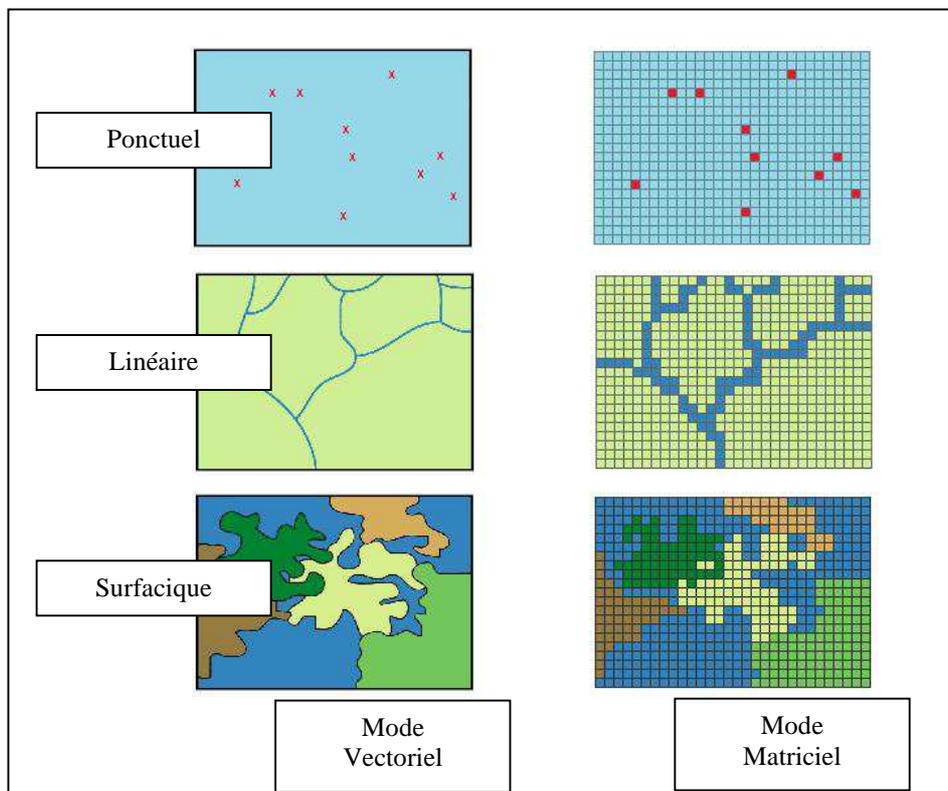
Dans ce contexte décisionnel, la première étape dans la recherche d'une représentation spatiale adéquate est la détermination du type de modélisation spatiale qui devra représenter la sécurité routière : on va s'intéresser aux accidents, mais sous quelle forme ?

- **Ponctuelle** : les accidents sont représentés pas un semis de points ;
- **Linéaire** : les accidents sont comptabilisés par tronçon ;
- **Surfacique** : les accidents sont comptabilisés par zones.

On pourrait détourner cette interrogation en ces termes : s'intéresse-t-on à l'accident en particulier, à la voie ou bien à l'environnement de la voie ? Quels sont les modèles cognitifs des acteurs ?

- **L'ingénieur/expert** raisonnera plutôt en termes de semis de points quand il s'agit de repérer les accumulations d'accidents, et en termes de voirie quand il s'agit de proposer un aménagement ;
- **Le chercheur en sécurité routière** raisonnera à partir de l'ensemble des relations entre ces trois modes : aucun n'est donc *a priori* prépondérant ;
- **L'acteur politique** placera sa réflexion au niveau de zonage de compétence, puis sur les éléments de réseaux qui devront être aménagés.

Le géographe face à cette diversité doit proposer un mode de représentation spatiale en adéquation avec ces modèles cognitifs tout en prenant garde de ne pas dénaturer le phénomène à cartographier. Une solution proposée récemment serait d'abandonner la modélisation vectorielle de l'espace (point/ligne/polygone) au profit d'une vision matricielle :



Dans une vision vectorielle de l'espace, la forme de l'objet spatial est une donnée arbitraire, le sens qu'on lui donne (information thématique) est appréhendé à partir de cette forme. Dans une vision matricielle, la forme de l'objet spatial est reconstituée à partir de la somme des cellules présentant la même information : les choix de sémiologie graphique (couleurs, hachures, etc.) nous permettent alors à la lecture de la carte une reconstitution mentale de l'objet représenté.

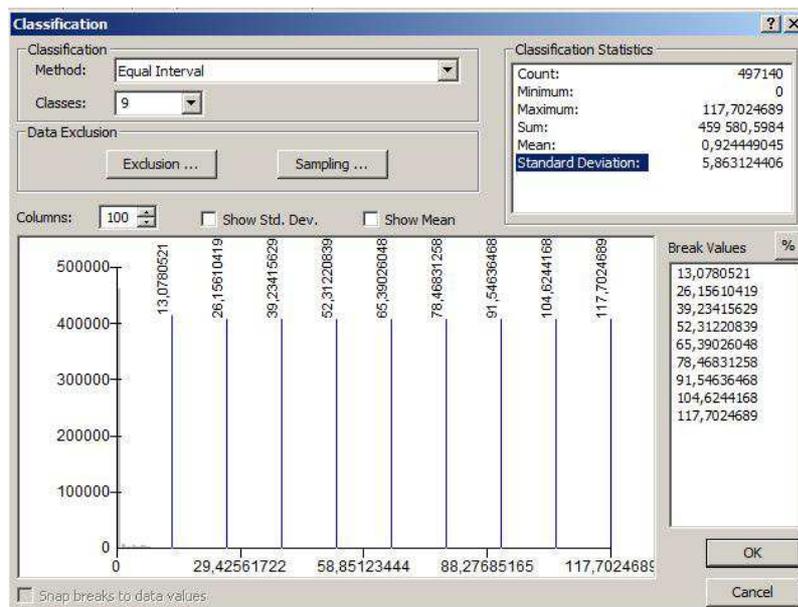
Dans le cadre d'une synthèse d'information concernant les accidents d'une zone, le mode matriciel présente un avantage pour l'analyse de la sécurité routière : par le biais de la décomposition de l'espace en une grille régulière, on s'affranchit des frontières arbitraires données par les découpages administratifs. En effet, si les zonages administratifs définissent bien les espaces d'actions du politique, il semble néanmoins nécessaire de l'occulter dans un premier temps pour observer le comportement spatial d'une variable qui est indépendant de la trame administrative du territoire.

Les comportements recherchés, les structures et dynamiques spatiales, sont relatifs à l'idée de « concentration » : on va délimiter, à partir du semis de points des accidents, les zones où se concentrent les accidents. De cette manière, la représentation spatiale de la sécurité d'une zone hiérarchisera l'information pour donner à voir les éléments prioritaires.

Cette recherche de concentrations peut s'effectuer à partir de densité de points :

- On applique à la zone une grille matricielle régulière.
- Pour chaque cellule, on effectue un comptage des accidents se trouvant dans une zone de recherche autour de la cellule, définie par l'utilisateur.
 - Un système de pondération est en outre mis en place : les accidents comptés près du centre de la zone de recherche ont plus de poids que ceux se trouvant en périphérie de la zone de recherche.
- Pour chaque cellule, le comptage est effectué et divisé par la surface de la zone de recherche.

On obtient alors un « nombre d'accidents/m² » que l'on va discrétiser en classes pour la représentation :

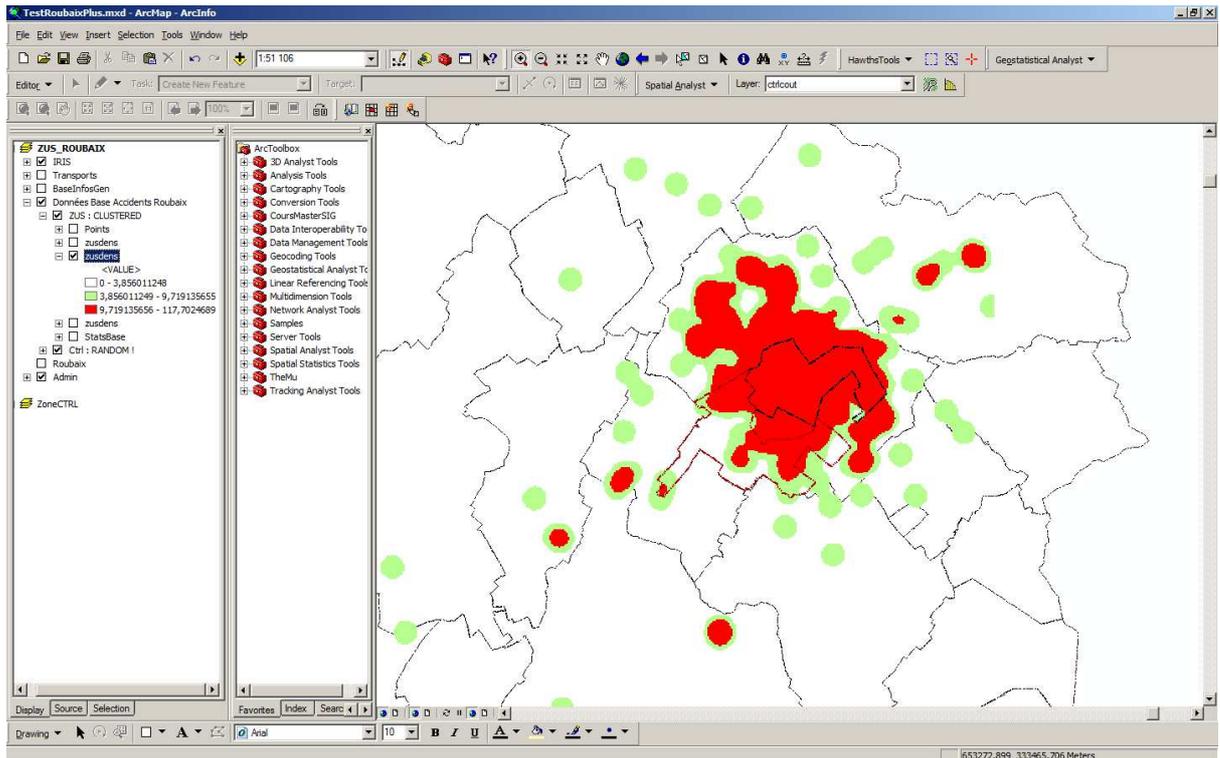


Plus on augmente les classes, plus le phénomène sera détaillé.

Ici, les densités vont de 0 à 117 accidents/m². On observe que la très grande majorité de la zone est constituée de faibles densités.

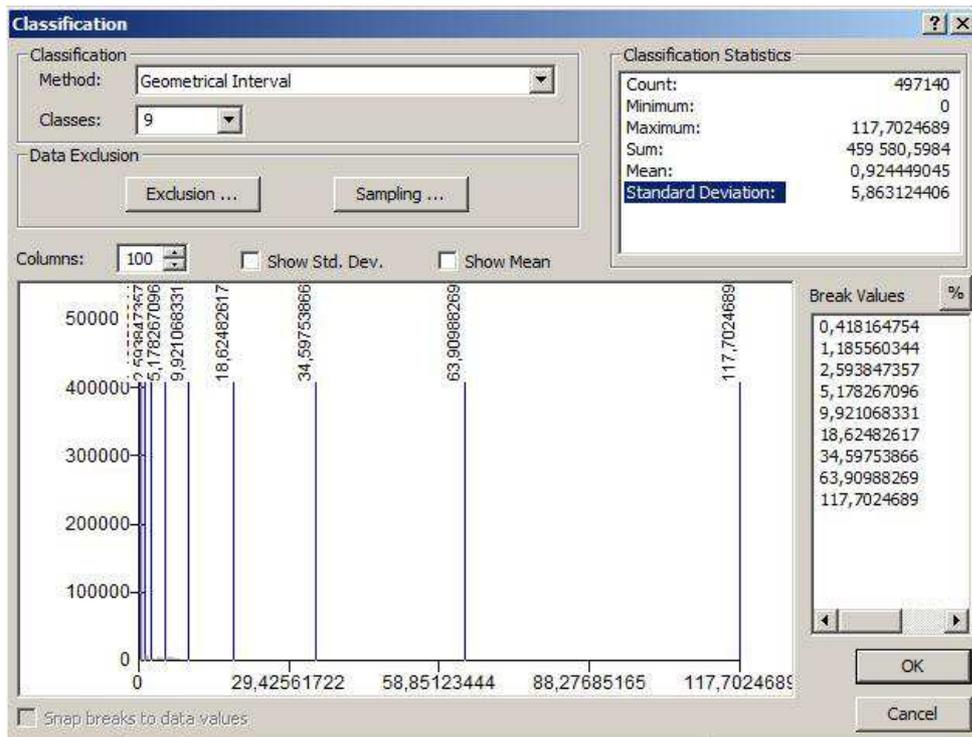
En variant notre discrétisation, on obtient différentes représentations spatiales du phénomène.

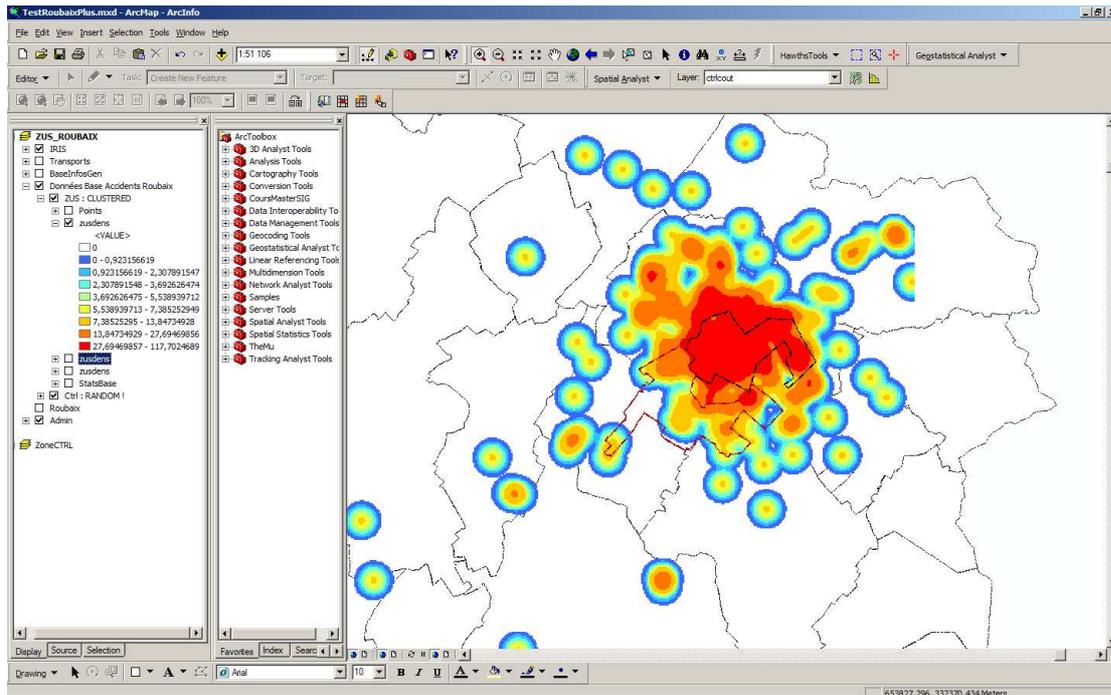
Ici, on exclut uniquement les zones contenant les plus basses densités :



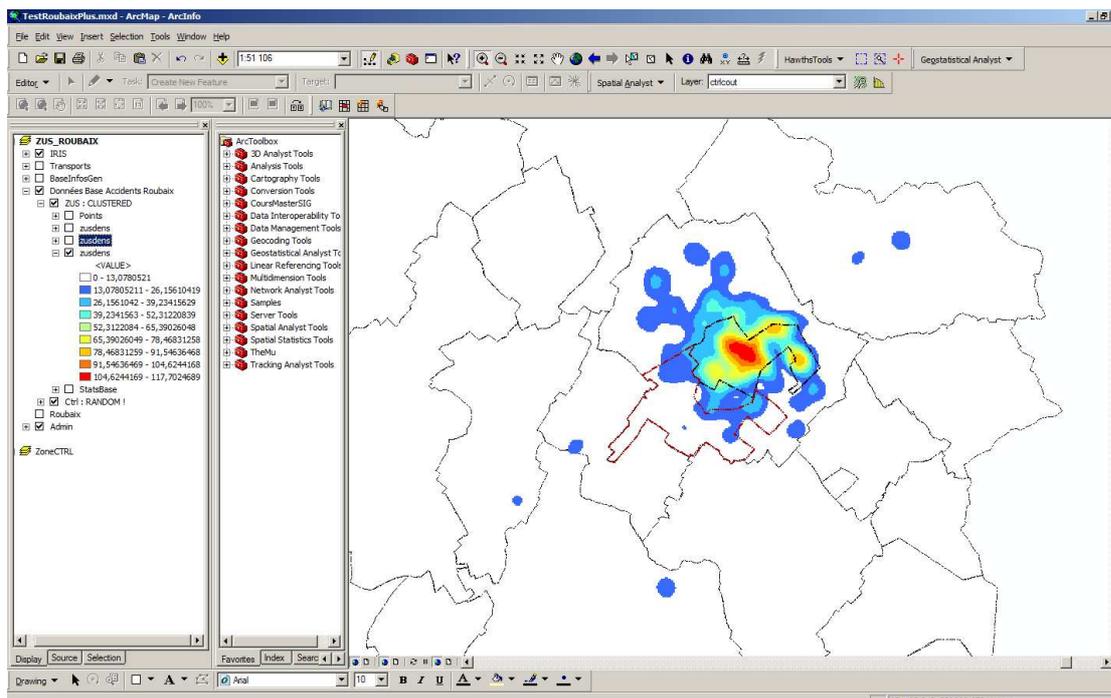
D'un point de vue géographique, cette cartographie n'a que peu d'intérêt : la zone délimitée est trop floue, trop généraliste pour pouvoir effectivement servir l'analyse. Il en est de même dans le cadre d'une discussion entre acteurs.

En utilisant un type de discrétisation qui favorise les valeurs basses (discrétisation géométrique), avec 9 classes, on obtient une représentation différente mais qui contient les mêmes défauts que la précédente :





A *contrario*, l'utilisation d'une discrétisation favorisant les valeurs hautes, la représentation spatiale va tout de suite à l'essentiel :



La carte incite le lecteur à hiérarchiser l'espace qu'il analyse, en focalisant l'attention sur les zones les plus denses (rouge foncé). Dans le cadre de la définition de zones cibles requérant une attention particulière en matière de sécurité routière, une telle représentation permet implicitement une priorisation de l'action.

Les bases de représentations spatiales étant définies, l'application spécifique dédiée au ZIVAG a pu débuter.

4. Le périmètre des ZIVAG

4.1. Première approche des ZIVAG

Les « Zonages Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement » sont une représentation spatiale de zonage prioritaire conçu par LMCU pour l'action de sécurité routière. Leur objectif majeur est de repérer les lieux qui, par l'accumulation d'accidents des impliqués de ce type (piétons, cyclistes) qui s'y observent, nécessitent une attention de gestion particulière. Pour ce faire, il convient aussi d'identifier des caractéristiques de ces lieux, des éléments qui s'y trouvent ou s'y déroulant de façon récurrente pourraient être mis en cause dans le processus d'émergence et de localisation des accidents.

Une approche a été élaborée : pour pouvoir agir sur cet enjeu, un zonage d'action est défini sur lequel les aménagements de sécurité spécifique sont élaborés. Les travaux ont consisté en la définition de critères pertinents pour représenter les différents aspects particuliers de ce risque routier, très lié à la vie urbaine. Par un dialogue constant entre acteurs de LMCU, spécialistes de la sécurité routière et géographes, différentes représentations spatiales sont produites, puis critiquées et testées quant à leur validité par les acteurs de LMCU. À cette évaluation conjointe d'expertise et de chercheur, se greffe une méthode de validation des représentations spatiales.

Les représentations spatiales des critères de risque routier mettent en lumière des zones de forte concentration du risque routier. Pour chaque représentation, une zone de surface fixe (environ 10 % de la surface LMCU) est extraite représentant les lieux de plus forte concentration. Un pourcentage de validité est calculé à partir des accidents réalisés au cours de la période 2000-2008, impliquant des usagers vulnérables. Les représentations obtenant les meilleurs scores peuvent être considérées comme celles rendant le mieux compte du risque routier dans sa dimension spatiale.

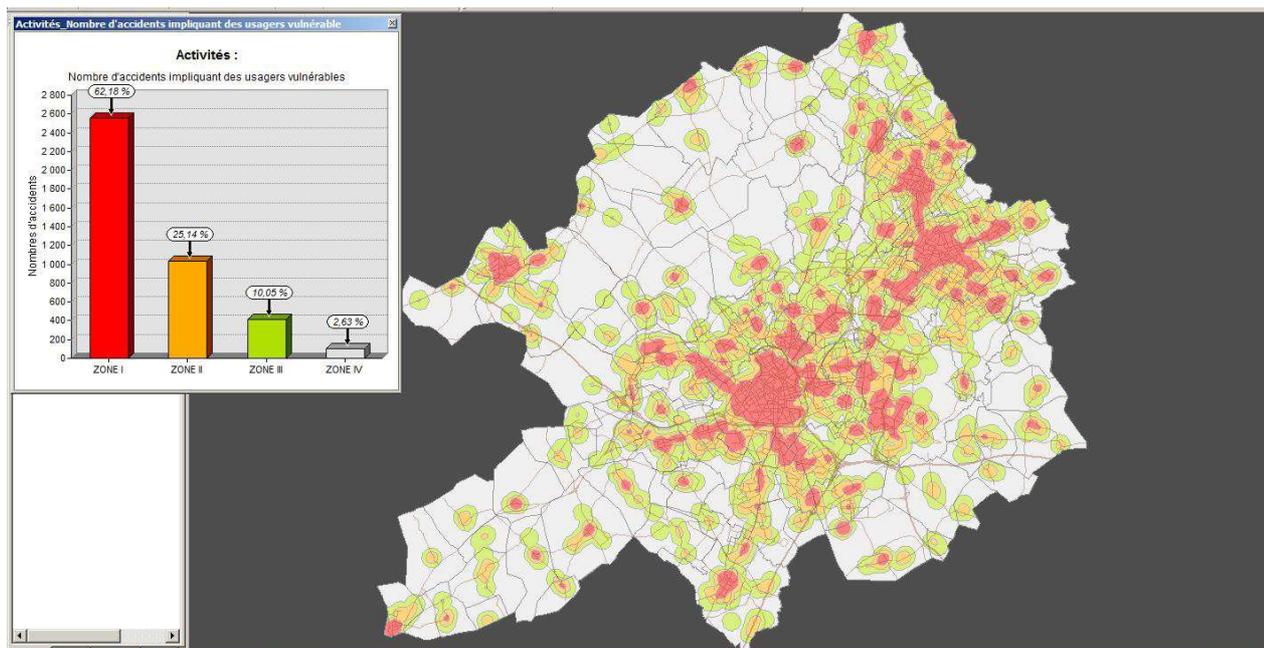
Ce double contrôle basé sur l'expérience des acteurs de LMCU et sur les données d'accidentologie permet la construction de critères de risque routier pertinents qui pourront ensuite être combinés pour créer une représentation adéquate des ZIVAG.

Les critères sélectionnés sont les suivants :

- « Lieux de consommation » : éléments de la vie urbaine orientée sur les loisirs et la consommation
 - Donnée Teletlas : « Points d'Activité » (restaurants, poste, bar, commerces, pharmacies, etc.)
- « Arrêts de Transport en Commun » : éléments générateurs de flux piétonnier
 - Donnée BD_Fruit (LMCU) : arrêt de bus, tram, et métro
- « Densité urbaine » : élément de morphologie urbaine
 - Données BD-Topo (IGN) : bâtiments
- « Fort Trafic » : élément descripteur de flux routier
 - Donnée BD_Fruit (LMCU) : voies non déconnectées de leur environnement avec un trafic supérieur à 6 000 véhicules/jour.

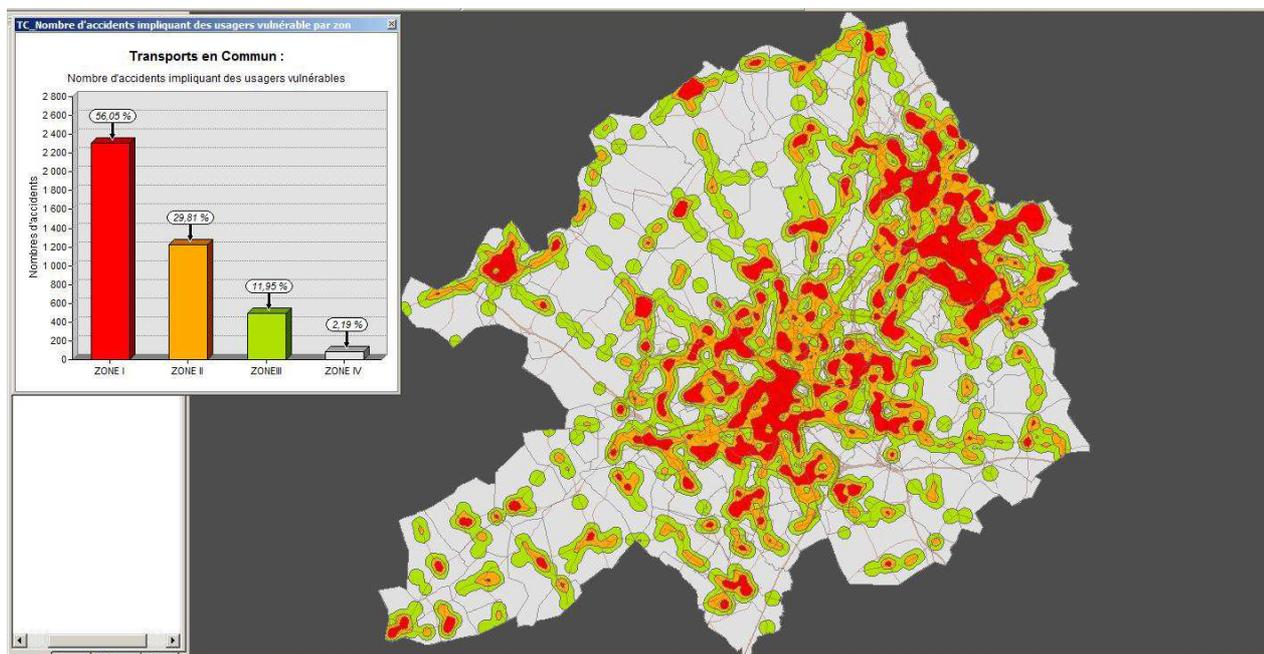
Les représentations spatiales de ces critères ainsi que les scores de validité sont présentés dans les pages suivantes.

Lieux de consommation :

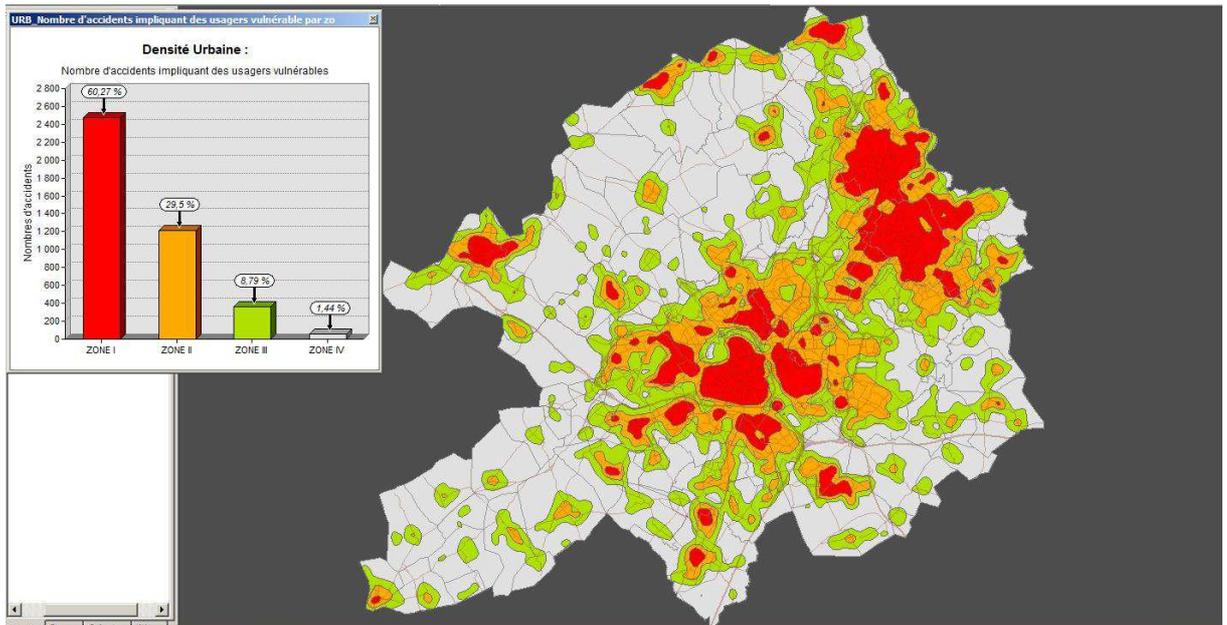


Carte 1. Lieux de consommation : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone

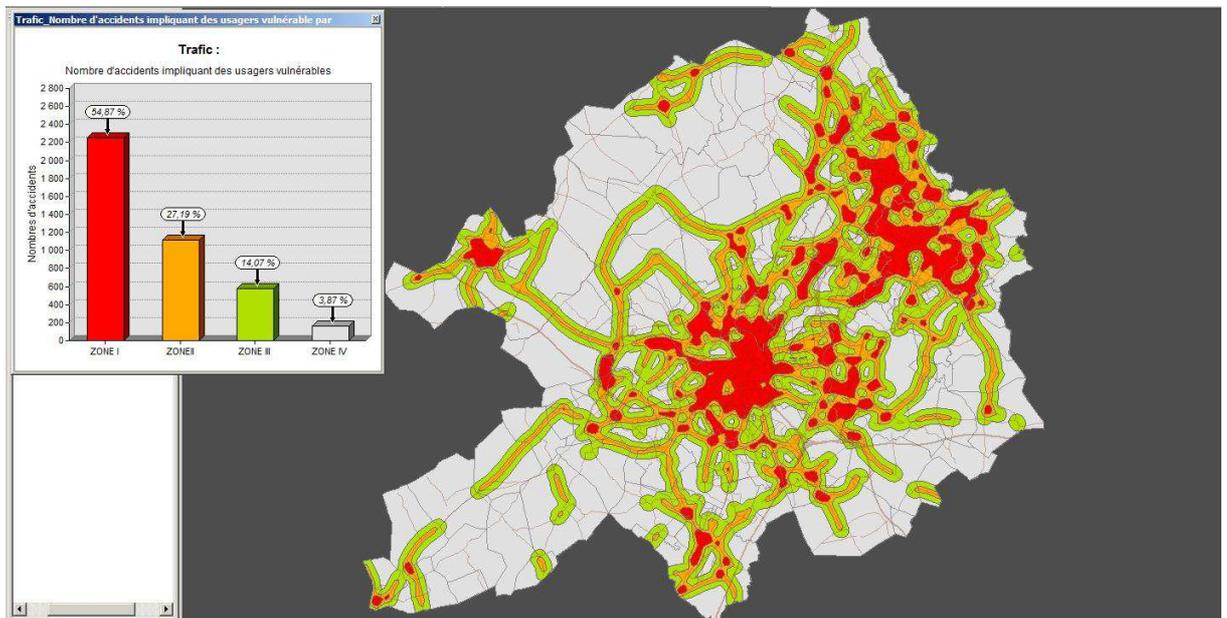
Transports en commun :



Carte 2. Transports en commun : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone

Densité urbaine :

Carte 3. Densité urbaine : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone

Fort trafic :

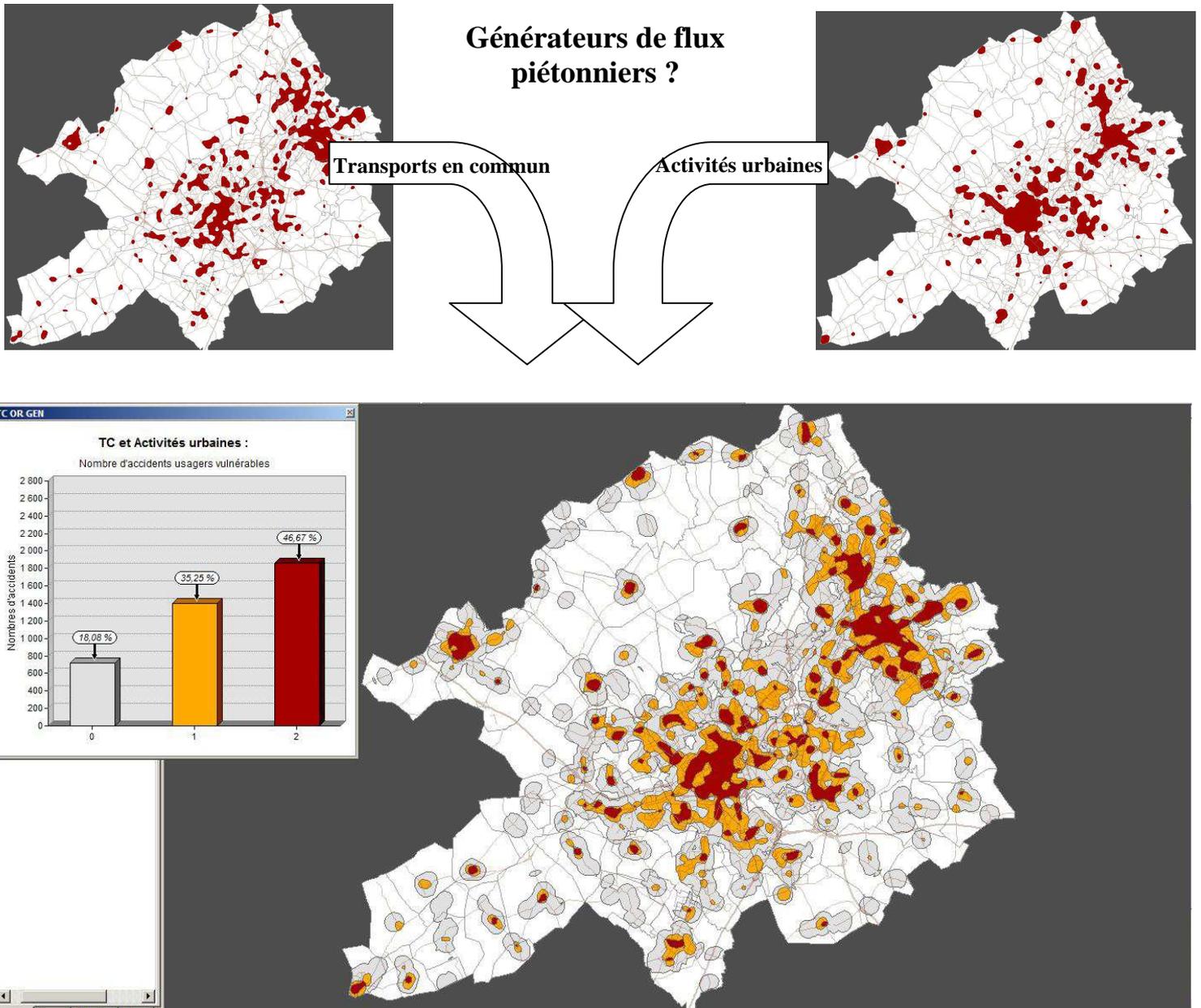
Carte 4. Fort trafic : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone

Les critères étant définis, les discussions avec les acteurs se sont orientées vers l'explicitation de la définition des ZIVAG de telle sorte que l'on puisse « traduire » ces mots en représentations spatiales cohérentes. Plusieurs tests ont été réalisés sur des exemples de concept et de propositions du discours de la sécurité routière, que l'on peut traduire en combinaison de critères. Ces exemples sont les suivants :

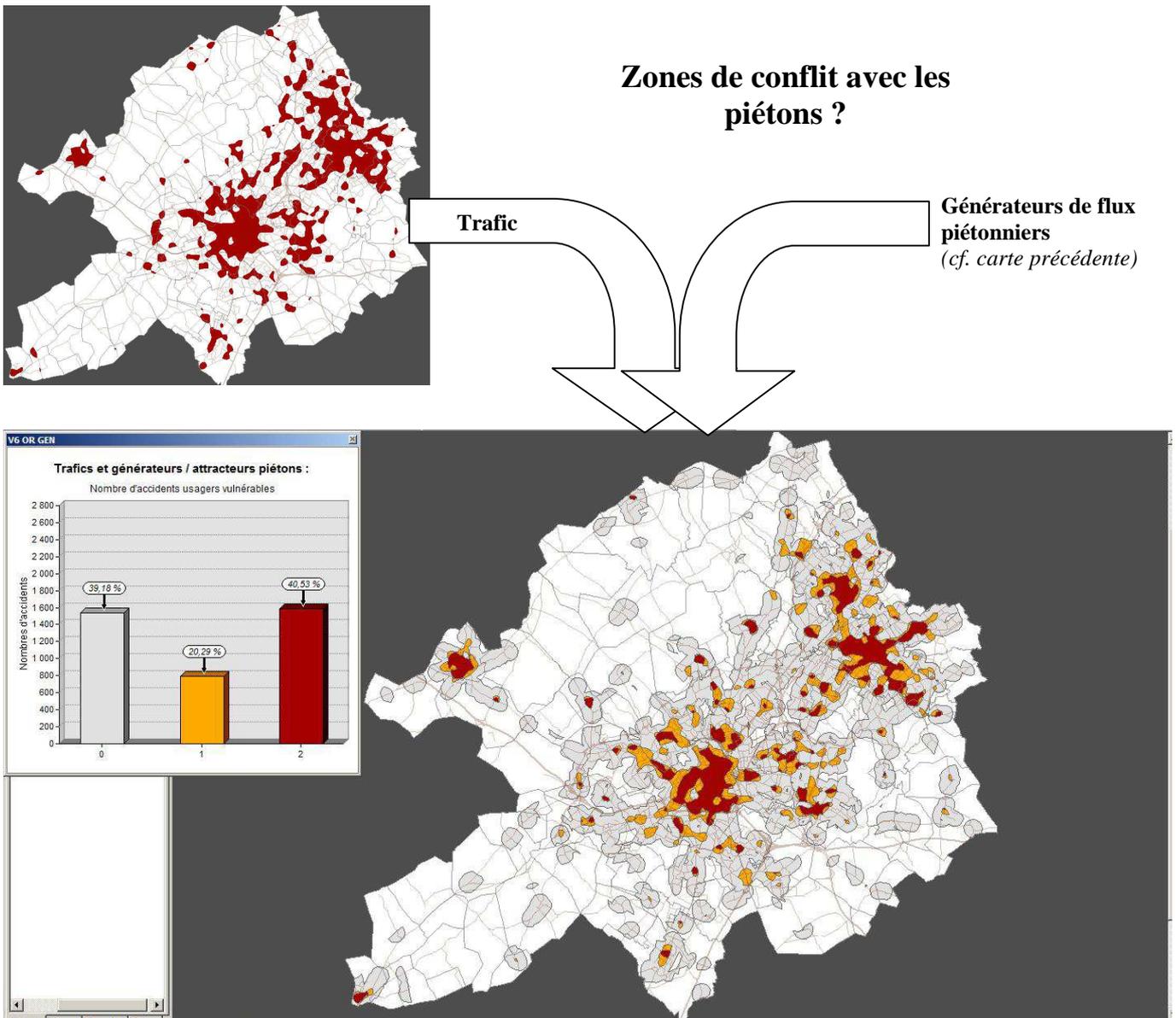
- « Générateur / attracteur de piéton » : addition pondérée des représentations spatiales concernant les lieux de consommations, arrêt TC, gares, hôpitaux, etc.

- « Lieux de conflit avec les piétons » : réunion spatiale de la représentation des « générateur / attracteur de piéton » et de celle de lieux de fort trafic, ou réunion spatiale de la représentation de la densité urbaine et celle des lieux de fort trafic.

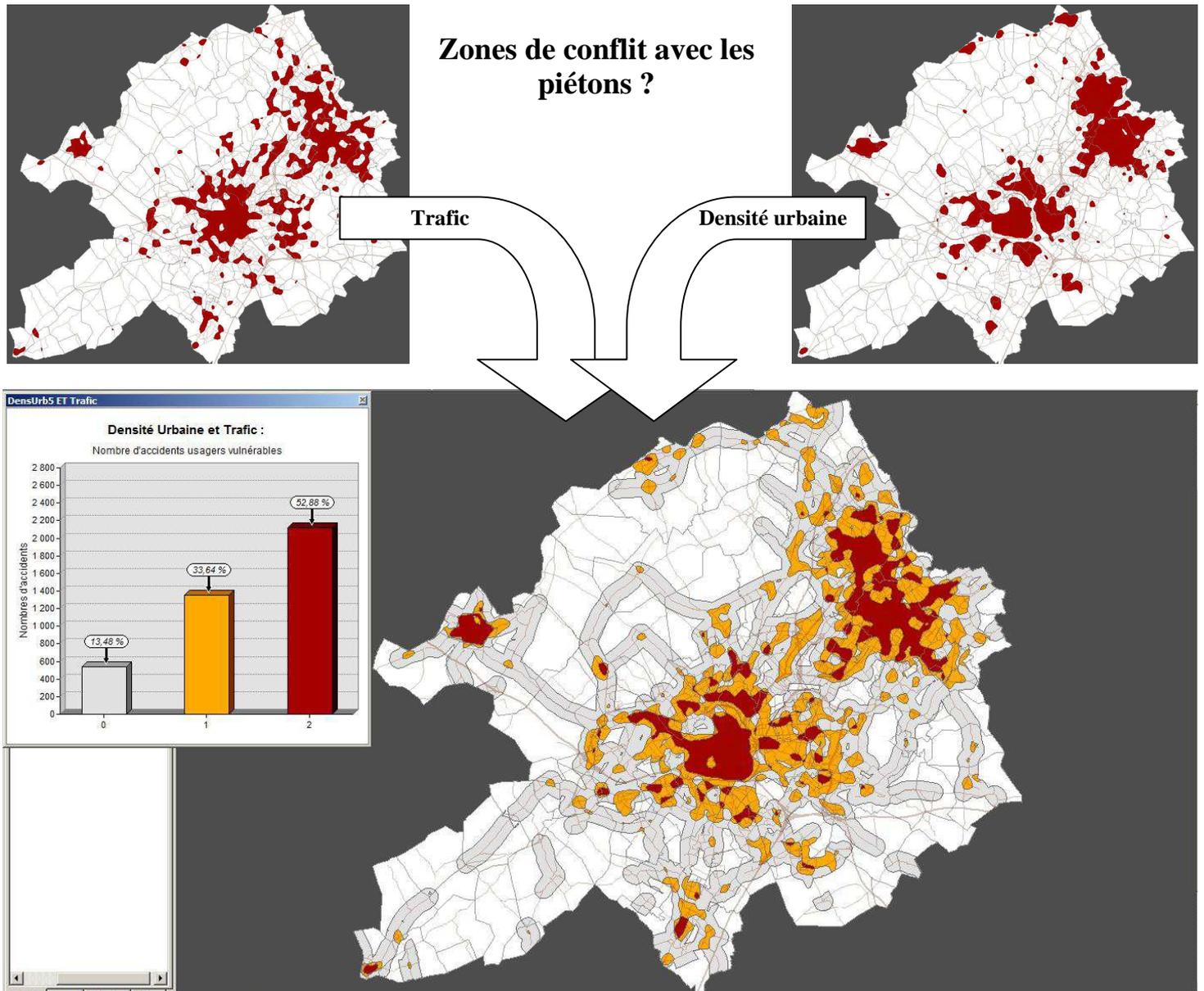
Par intersection, réunion, combinaison, les représentations spatiales produites permettent d'affiner le zonage. Le même système de validation que précédemment est utilisé.



Carte 5. Transport en commun et Activités urbaines : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone



Carte 6. Trafic et Générateurs de flux piétonniers : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone



Carte 7. Trafic et Densité urbaine : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone

Les zones en marron foncé représentent les lieux de forte concentration des deux critères. En orange, les lieux où seul un des deux critères présente une forte concentration et en gris, les lieux où la concentration des critères considérés est moyenne.

4.2. Evolution des ZIVAG : des connaissances acquises aux pistes en cours d'exploration

La finalité de la démarche ZIVAG vise à pointer et délimiter les secteurs de concomitances significatives entre indicateurs de l'espace et concentrations d'accidents, afin de délimiter les secteurs primordiaux d'actions pour la sécurité routière.

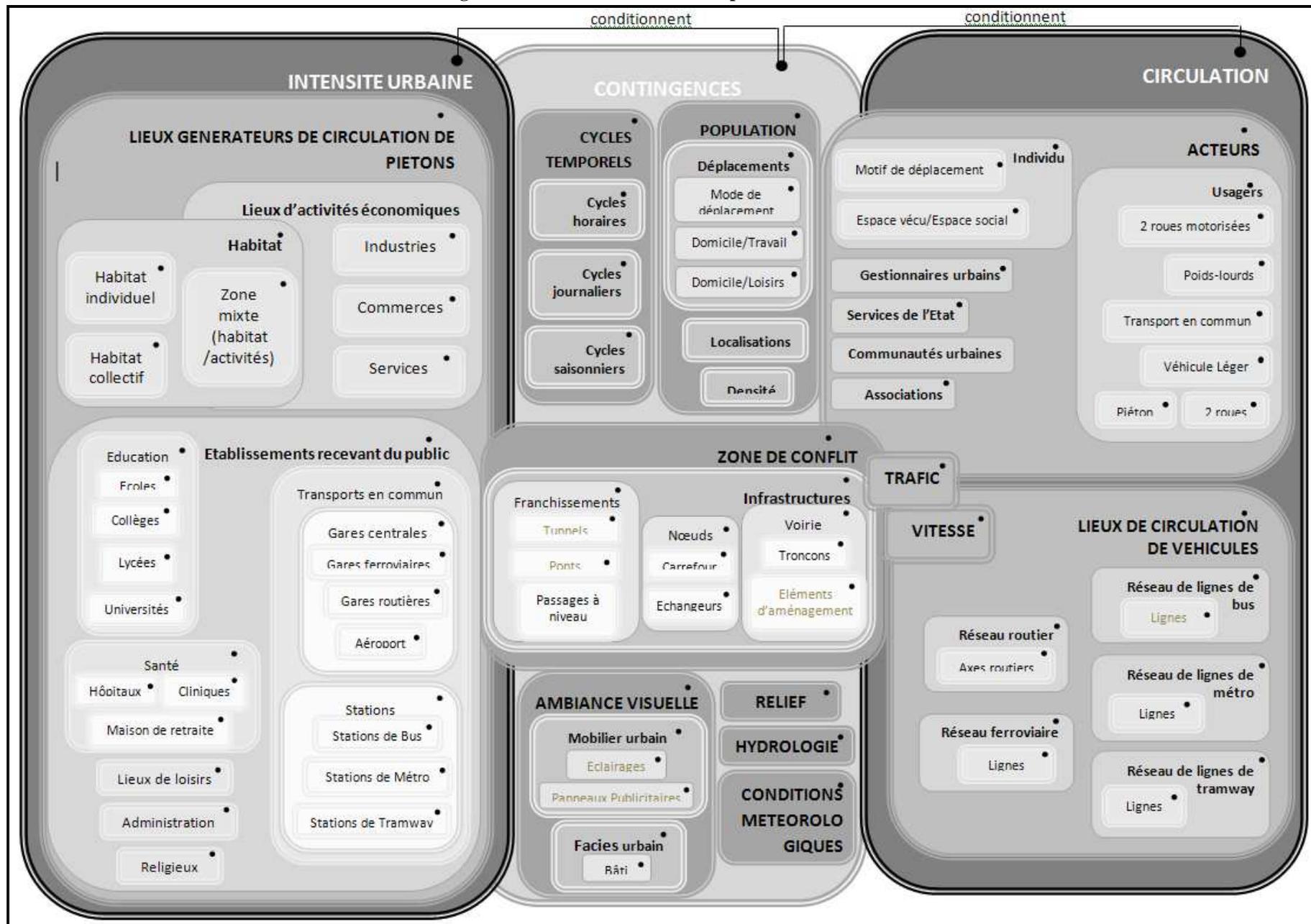
Cet objectif conduit à :

- Ne pas s'en remettre à une seule méthode d'identification desdits secteurs, mais à plusieurs ;
- Envisager ce panel de méthodes de telle sorte qu'il active des logiques différentes, ce qui permettra de mieux cerner la réalité des situations à risque sur le terrain, par confrontation des différents zonages obtenus en fin de processus ;
- Faire en sorte que les méthodes puissent être appliquées au gré des besoins et de l'évolution de la réflexion soit de façon systématique (sans pondération particulière), soit de façon supervisée (avec pondérations), avec possibilité d'exclure ou au contraire d'intégrer des critères, ou de fixer le nombre de types désiré, voire même de définir les profils de référence pour la typologie (étalons). Cette caractéristique ouvre la possibilité de « réglages » opérés selon les préconisations des utilisateurs, notamment en phase de concertation.

Dans les faits, cette ambition d'assurer au mieux le faisceau de présomptions qui permettraient d'identifier les lieux les plus cruciaux ou critiques pour une action de sécurisation conduit à :

- Dériver une modélisation conceptuelle ciblée de l'approche « ZIVAG », à partir de la modélisation globale « Risque Routier / Sécurité Routière », de manière à en activer les concepts spécifiques ;
- Tester les apports comparatifs de plusieurs familles de procédures disponibles en Analyse Spatiale sous SIG, sensiblement différentes mais potentiellement complémentaires.

Figure 8. Le nouveau modèle conceptuel de données



Les nouveaux traitements :

Trois principales familles sont ici mises à contribution. Naturellement, leur mise en œuvre demande un tel nombre de mises au point, de réglages, de tests, de phases de validation, qu'elles ne sont pas toutes encore aujourd'hui au même stade d'avancement. Ces 3 familles permettent d'explorer 3 pistes :

- *1 : Valeurs d'Indicateurs locaux - spatialisation via densités par noyaux - quantification de la part des accidents capturés selon les zonages observés, avec ou sans pondération des critères.*
On appellera cette démarche, la plus avancée aujourd'hui « ZIVAG 1 et 2 », la méthode initiale ayant connu des développements récents significatifs.
- *2 : Valeurs d'Indicateurs locaux – spatialisation sous forme de GRID (maillages topologiques) – fonctions de combinaisons typologiques (combine), et combinaisons linéaires des valeurs de ces indicateurs, avec ou sans pondérations-statistique spatiale (analyse dite des voisins dominants).*
Cette option privilégie une logique de profilage typologique pour saisir les combinaisons de facteurs susceptibles d'être significativement associées dans l'espace aux zonages majeurs d'accidents. Plusieurs premières cartes résultats sont présentées et se prêtent à évaluation.
- *3 : Valeurs d'Indicateurs locaux – spatialisation sous forme de GRID (maillages topologiques) – méthode des Nuées Dynamiques Spatiales.*
Cette méthode est dérivée des travaux de Diday, originellement conçus pour extraire des classifications à partir d'un tableau statistique multivarié, et redéployés ici pour construire une typologie spatiale multivariée, le caractère multivarié étant alimenté par les valeurs des différents indicateurs locaux en chaque point de l'espace. Cette procédure, extrêmement puissante, car inventée pour traiter des piles (stacks) de matrices énormes, peut être configurée de diverses manières. Elle est assez peu employée dans la littérature, encore moins dans le domaine de l'analyse spatiale, car elle met en œuvre de multiples réglages interdépendants de paramètres, et exige des temps de calcul pour l'instant considérables liés au nombre d'itérations qu'elle implique. Dans le traitement des ZIVAG, elle offre des possibilités suffisamment prometteuses pour justifier son investigation approfondie, mais en contrepartie, son développement n'en est donc actuellement qu'à ses premiers stades.

❖ ZIVAG 1 et 2

La méthode de représentation des ZIVAG a été reformulée. Un ZIVAG est la résultante du croisement entre les zones de forte **intensité urbaine** et les zones de forte intensité de **flux routier**.

- Intensité urbaine

L'intensité urbaine peut être définie comme la mesure de concentration et d'interférence en un lieu de facteurs et de champs de forces, générateurs de mouvements potentiellement accidentogènes. Elle regroupe :

- **« Vie Locale » :**
 - *Les éléments de la vie urbaine orientés sur les loisirs et la consommation, et générateurs de flux piétonniers tels que les points d'activités (restaurants, postes, pharmacies, musées, bars, commerces...).*
- **« Gros Générateurs » :**
 - *Les éléments particuliers de forte activité urbaine (grands hôpitaux, gares, universités).*
- **« TC » :**
 - *Les points d'arrêts de transports en commun (bus, métro, tram).*

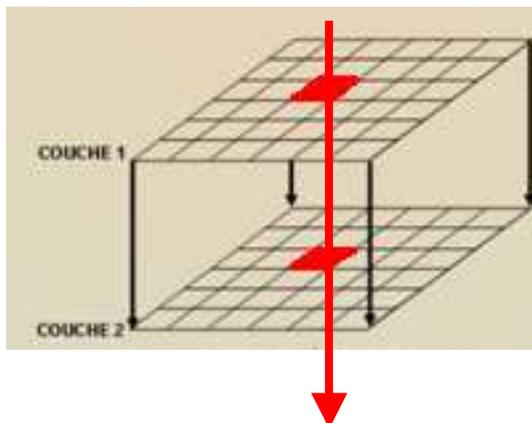
- Vecteurs de circulation

Les vecteurs de circulation comprennent les éléments descripteurs de flux routier : voies non déconnectées de leur environnement avec un trafic de plus de 6 000 véhicules par jour.

Ces couches vectorielles des deux familles vont être converties en GRID par densité de points (méthode des noyaux). Ce sont des couches de données matricielles, regroupant une valeur par cellule. La taille de la cellule a été définie à 25 mètres de côté. Pour chaque critère, on obtient une surface d'intensité avec des zones de forte et faible concentration du critère considéré.

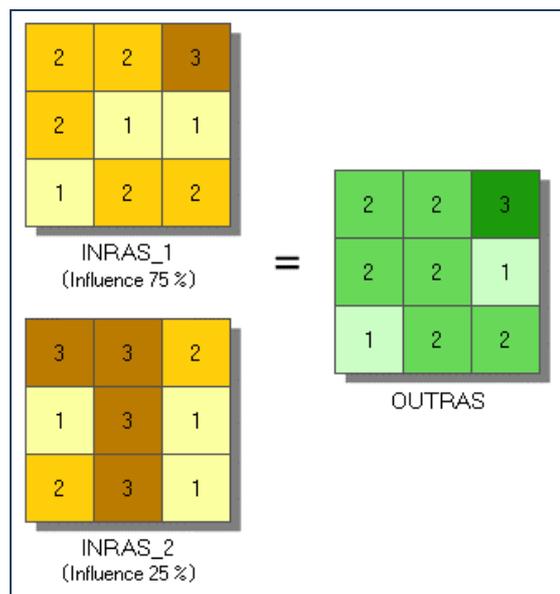
Chaque critère est ensuite standardisé pour obtenir la même représentation mais avec des valeurs d'intensité allant de 0 à 100.

La combinaison de critère s'opère enfin par somme que l'on peut pondérer ou non.



Principe de la somme pondérée

Voici un exemple de pondération entre deux couches :



Dans l'illustration, les deux trames d'entrée ont été reclassées pour une échelle de mesure commune allant de 1 à 3. Chaque trame se voit attribuée une influence de pourcentage. Les valeurs des cellules sont multipliées par leur influence de pourcentage, et les résultats sont regroupés afin de former la trame de sortie.

Par exemple, considérons la cellule en haut à gauche :

Les valeurs pour les deux entrées sont $(2 * 0,75) = 1,5$ et $(3 * 0,25) = 0,75$. La somme de 1,5 et de 0,75 est égale à 2,25. Dans cet exemple, la trame de sortie de cette combinaison linéaire pondérée est un entier, la valeur finale est arrondie à 2.

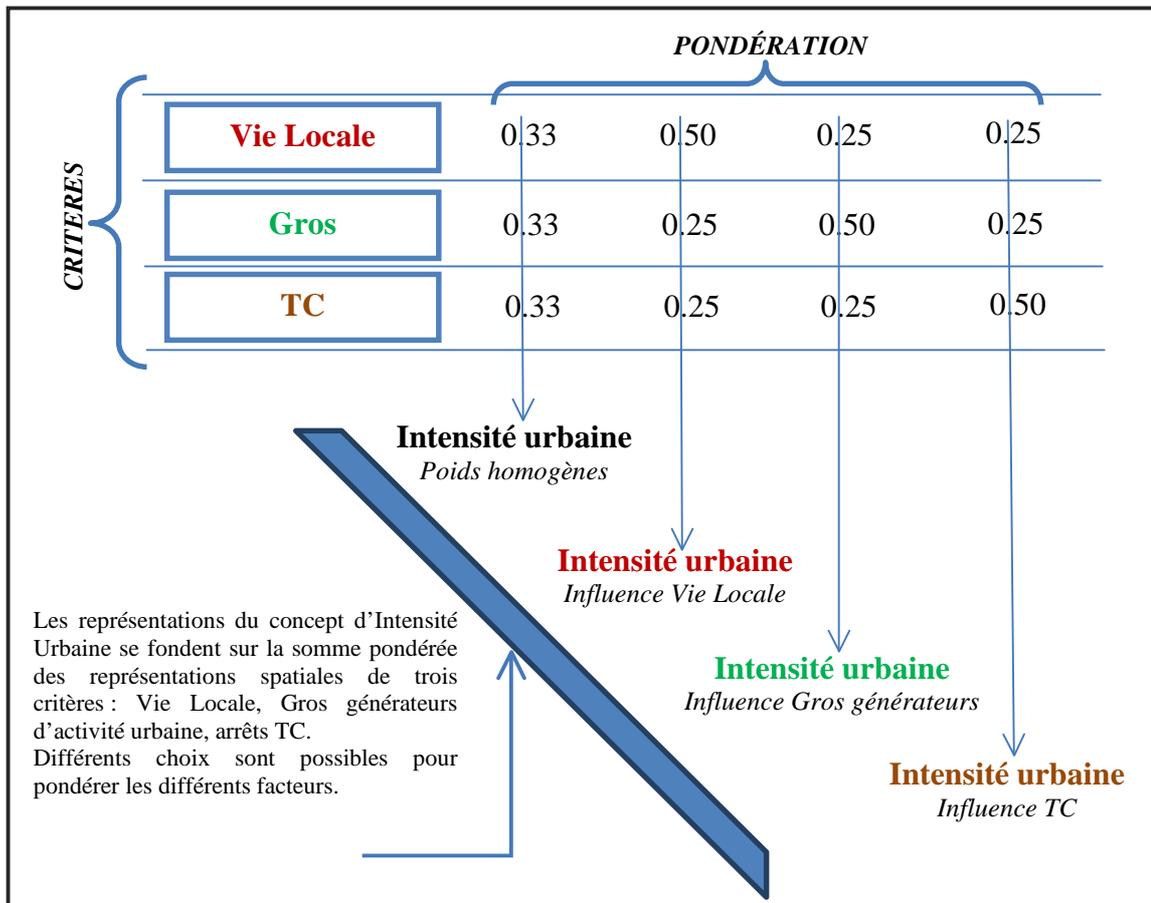
Dans les calculs sur les ZIVAG, nous avons gardé les valeurs exactes, sans arrondissement.

Quatre zones sont enfin définies :

- « 10 » : Zones des plus fortes intensités (→ 10 % de la surface totale LMCU)
- « 25 » : Zones des intensités moyennes (→ 25 % de la surface totale LMCU)
- « 50 » : Zones des faibles intensités (→ 50 % de la surface totale LMCU)
- « 100 » : Zones des plus faibles intensités (→ 100 % de la surface totale LMCU)

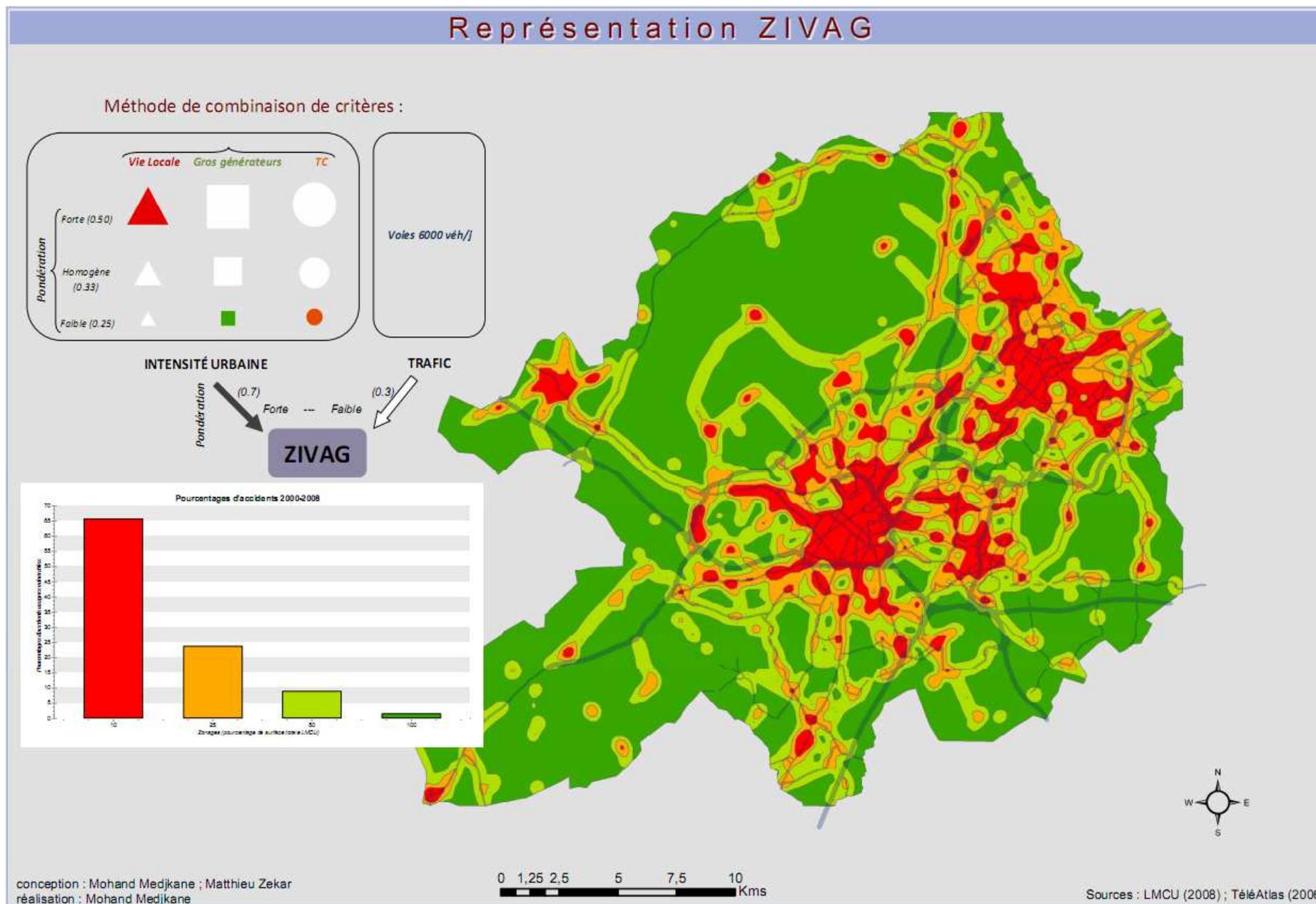
Un pourcentage d'accidents usagers vulnérables est calculé pour chaque zone.

Pondération pour le critère « Intensité Urbaine » :

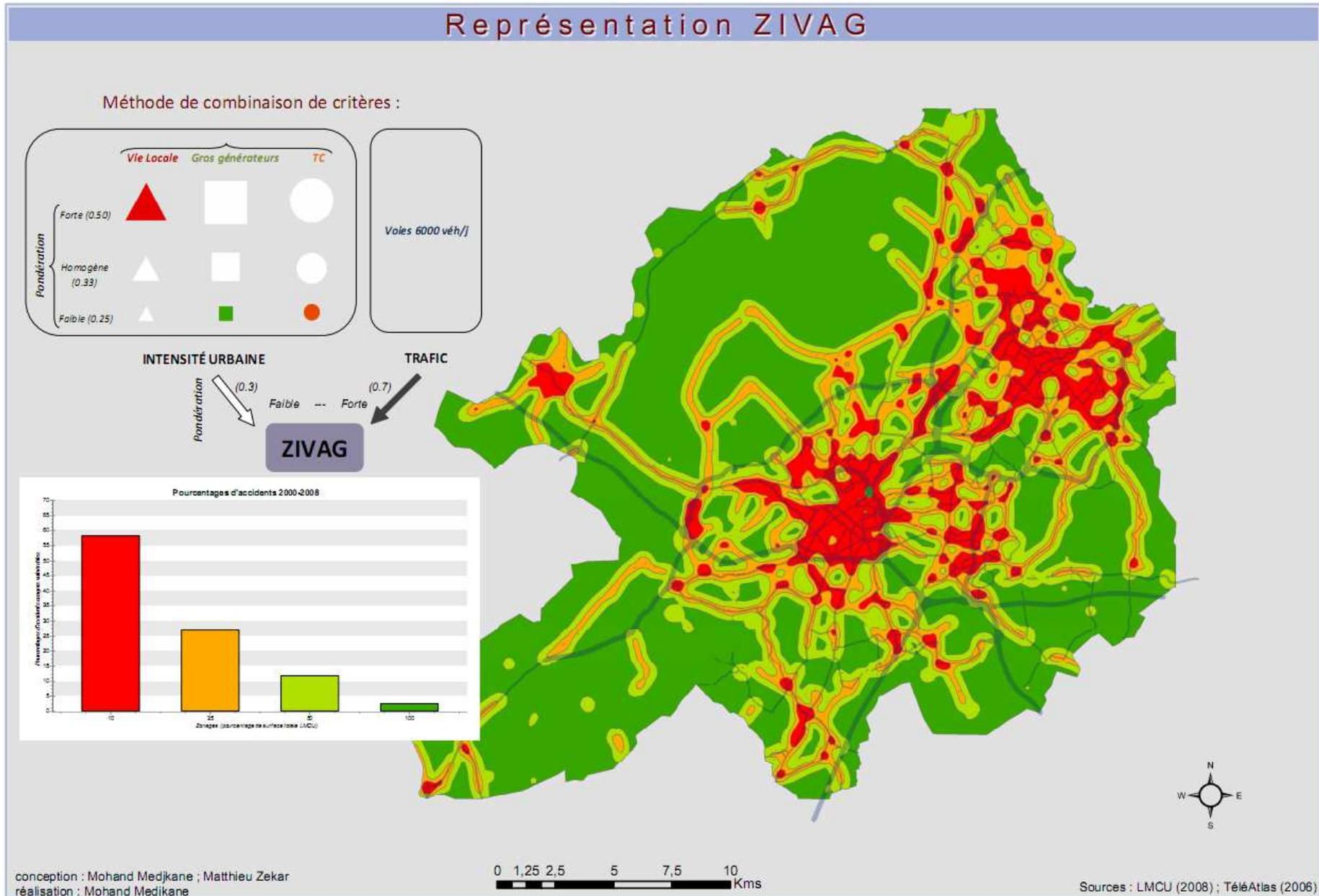


Les résultats sont ensuite combinés une deuxième fois avec le critère « Trafic » pour obtenir la représentation finale. Trois choix ont été testés :

- Poids homogènes (0.5 – 0.5)
- Poids fort pour intensité urbaine et faible pour trafic (0.7 – 0.3)
- Poids faible pour intensité urbaine et fort pour trafic (0.3 – 0.7)



Carte 8. Représentation des ZIVAG avec une pondération forte pour Intensité urbaine et faible pour Trafic



Carte 9. Représentation des ZIVAG avec une pondération faible pour Intensité urbaine et forte pour Trafic

À ce stade des tests, cette nouvelle manière de construire les zonages ZIVAG présente plusieurs avancées par rapport à la précédente :

- Prise en compte plus explicite des critères selon leur catégorie (Intensité urbaine, Générateurs de circulation de véhicules, Générateurs de circulation de piétons) ;
- Possibilité de réglage de pondérations entre les facteurs considérés, débouchant sur une cartographie plus affinée des secteurs clés ZIVAG, et des pourcentages d'accidents qu'ils représentent pour cette catégorie d'impliqués ;
- Possibilité de présentation synthétique et claire visualisant à la fois les réglages de paramètres (indicateurs) retenus et l'espace ZIVAG ainsi révélé sur la LMCU.

❖ **Application aux ZIVAG de la méthode d'algèbre de cartes supervisée**

A. Couches vectorielles des deux familles :

- Lieux d'intensité urbaine

L'intensité urbaine peut être définie comme la mesure de concentration et d'interférence en un lieu de facteurs et de champs de forces issus de l'activation des fonctions urbaines. Certains d'entre eux, traduits dans l'espace par des lieux ou des objets ou encore des zonages, sont générateurs de mouvements potentiellement accidentogènes.

- Lieux (ou entités) générateurs de circulation piétonnière

Ce concept envisage les éléments de la vie urbaine fréquentés pour les loisirs, la consommation, et les services, générateurs de mouvements piétonniers, tels que les points d'activités (restaurants, postes, pharmacies, musées, bars, commerces...).

- Lieux (ou entités) vecteurs de circulation routière

Les vecteurs de circulation comprennent les éléments porteurs de flux de véhicules comme les éléments de voirie. Certaines voies, par exemple, non déconnectées de leur environnement, avec un trafic de plus de 6 000 véhicules par jour, sont pertinentes pour la problématique traitée, tout comme les carrefours.

Ces couches d'entités vectorielles des deux familles vont être converties en GRIDS. Elles deviennent des couches matricielles (*rastérisées*) et topologiques, qui regroupent chacune une information (valeur d'un indicateur) par cellule pour un thème donné. La taille de la cellule a été définie à 25 mètres de côté. Dans cette cellule, sera indiquée, si le critère (ou le niveau de classification de l'indicateur) est présent, la valeur 1 et la valeur 0 autrement. Ces GRIDS, du fait de leur structure matricielle, ouvrent la possibilité de recourir à différentes opérations d'algèbre de carte (par exemple par sommation avec ou sans pondération), ainsi qu'à différentes fonctions de combinaisons.

Avant de convertir ces couches en GRIDS, des effets de zones tampons (buffers) sont introduits, en fonction de l'empreinte spatiale de chaque critère, et réglés selon un rayon estimé de portée de l'attraction spatiale et donc de la zone de mouvement que le critère ou la valeur du critère déterminent sur le terrain. Différents buffers ont ainsi été testés pour chaque critère afin de ne retenir que le buffer le mieux adapté à l'usage de cette méthode d'algèbre de carte supervisée. La zone tampon est de l'ordre d'un rayon de 100 mètres en général.

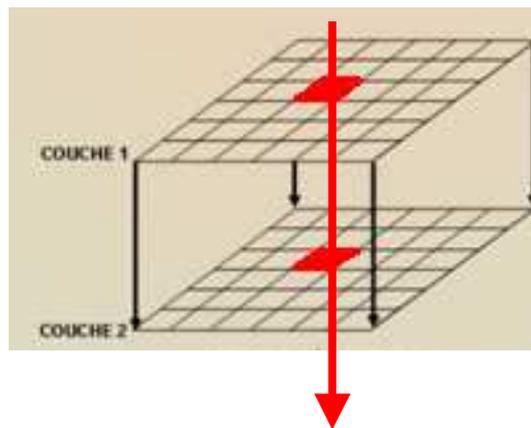
B. Chaque GRID est segmenté en 3 niveaux en fonction de l'importance de la valeur du critère considéré, donc en 3 GRIDS :

- Faible
- Moyen
- Fort

Par exemple, un arrêt de bus isolé sur une ligne unique sera codé 1, un arrêt commun à plusieurs lignes codé 2, un nœud de correspondance multi-lignes codé 3.

C. Une fonction d'Analyse Spatiale « **COMBINE** » est appliquée afin d'extraire le « profil » de chaque pile de cellules, créée par l'empilement des GRIDs en « stacks » partageant la même exacte localisation spatiale. Cette opération prépare le zonage ultérieur des cellules de profils identiques, autrement dit présentant les mêmes critères avec les mêmes valeurs.

Cette fonction « Combine » permet de combiner de multiples GRIDs entre eux (limite maximum 20 actuellement dans ArcGIS-ArcInfo) donc plusieurs trames permettant d'obtenir une valeur de sortie unique (jouant le rôle de code de type) qui est attribuée à chaque combinaison unique de valeurs d'entrée.

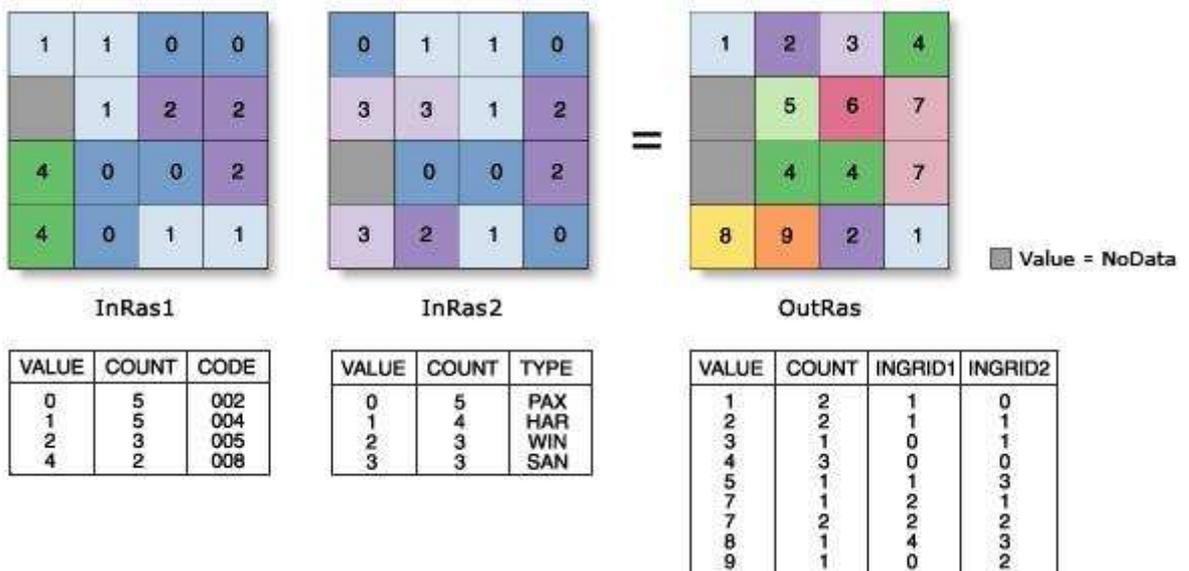


➔ Permet d'obtenir un **GRID de résultat** (type de combinaison des valeurs des critères pour chaque cellule). On récupère le code de chaque type ainsi que la liste des valeurs qui le caractérisent sur l'ensemble des critères.

Exemple : Type 1 = Critère 1 faible, Critère 2 fort, Critère 3 moyen, Critère 4 fort, Critère 5 fort...

N.B. : Possibilité d'enlever ou de rajouter des critères.

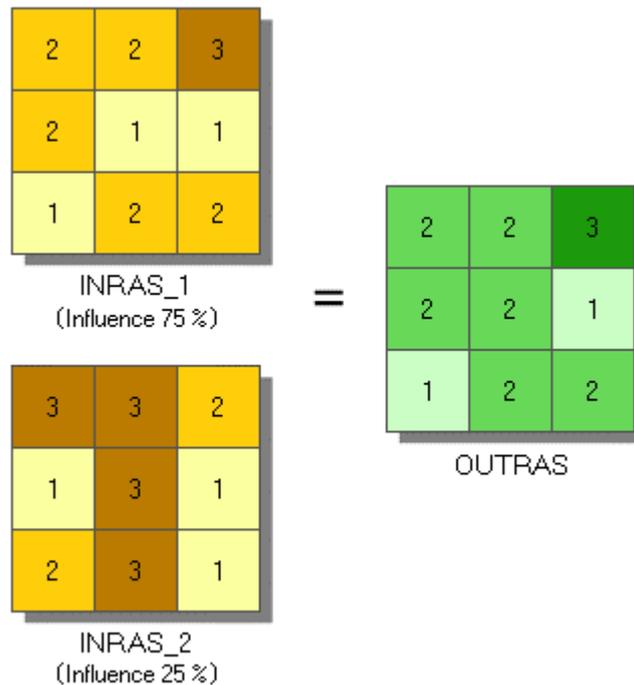
Illustration du principe de fonctionnement de cet outil :



En combinant la couche InRas1 et la couche InRas2, on obtient en résultat la couche OutRas. On peut observer qu'il existe 9 combinaisons de valeurs en sortie.

- ➔ Possibilité de pondérer chaque critère inscrit dans une cellule selon son attractivité dans la calculatrice raster d'ArcGIS.

Exemple de pondération entre deux couches :



Dans cette illustration, les deux trames d'entrée ont été reclassées pour une échelle de mesure commune allant de 1 à 3. Chaque trame se voit attribuer une influence de pourcentage ou pondération. Les valeurs des cellules sont multipliées par leur influence de pourcentage, et les résultats sont regroupés afin de former la trame de sortie.

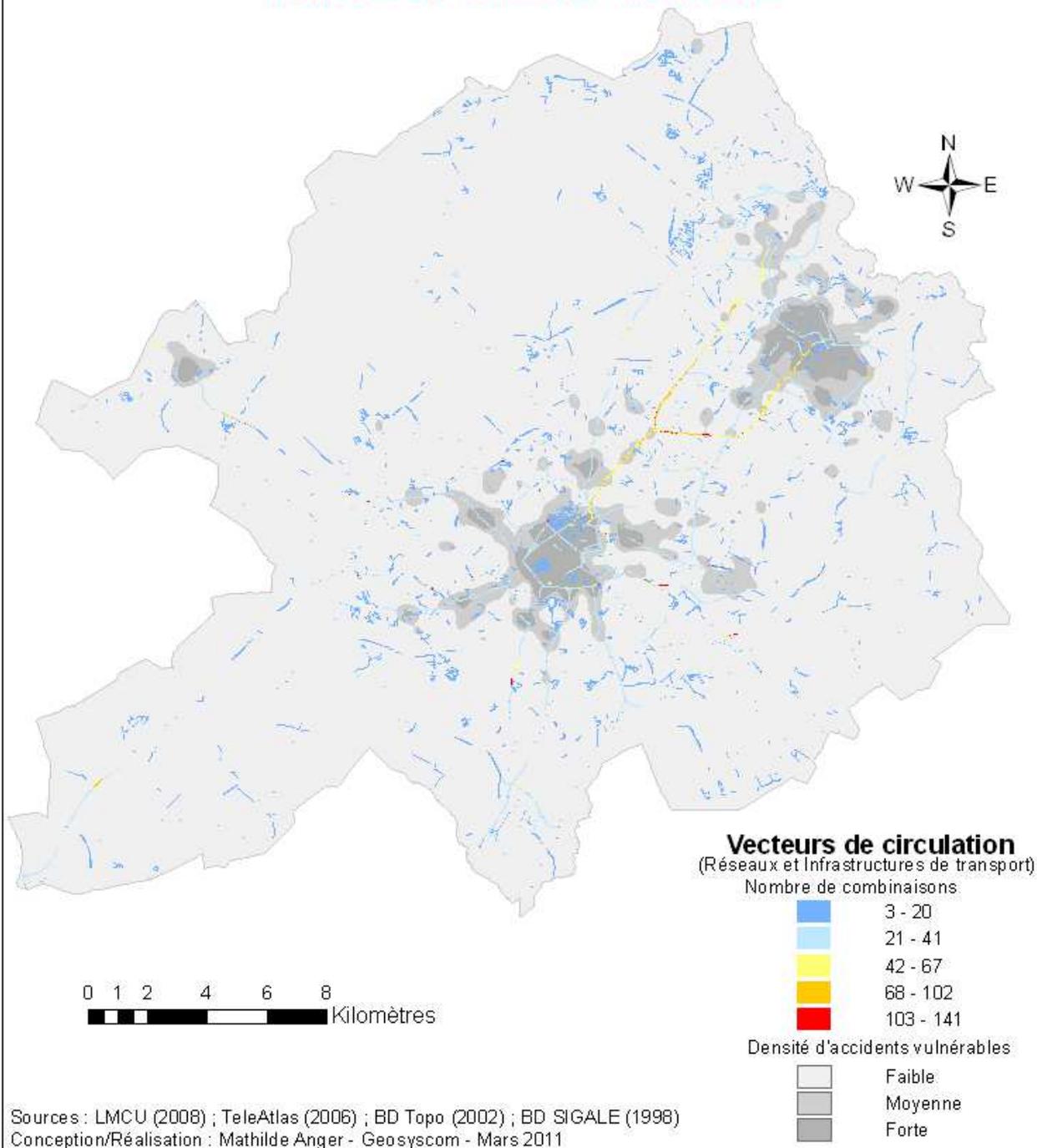
Par exemple, pour la cellule en haut à gauche :

Les valeurs pour les deux entrées sont $(2 * 0,75) = 1,5$ et $(3 * 0,25) = 0,75$. La somme de 1,5 et de 0,75 est égale à 2,25. Parce que la trame de sortie de cette combinaison linéaire pondérée est un entier, la valeur finale est arrondie à 2.

Exemple :

Une gare ferroviaire ayant une valeur forte est plus importante (« pèse plus») qu'un arrêt de transport en commun ayant une valeur forte. On peut, au lieu d'insérer comme classification « faible, moyen ou fort », recourir à une classification plus détaillée, principalement sur la classe de valeur « fort ». Par exemple, choisir comme valeurs : 1 pour faible, 5 pour moyen, 10 pour fort et 20 pour les critères encore plus forts... Cela permettrait qu'une gare ait un poids plus important qu'un arrêt de bus.

Représentation des ZIVAGs : Test des combinaisons de critères



Vecteurs de circulation (uniquement les valeurs fortes) :

Réseaux de transport

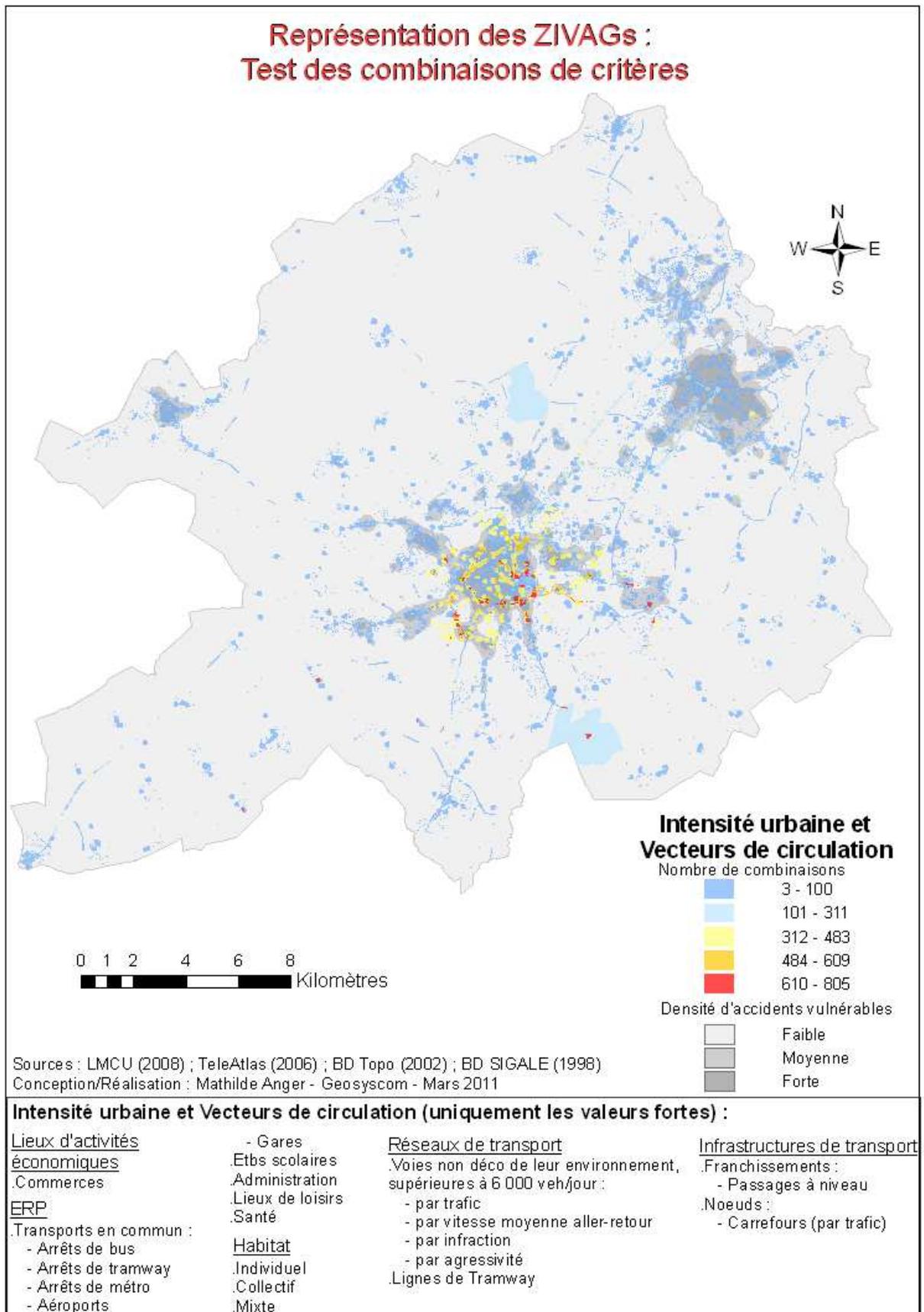
.Voies non déconnectées de leur environnement supérieures à 6 000 veh/jour :

- par trafic
 - par vitesse moyenne aller - retour
 - par infraction (vitesse moyenne - vitesse légale)
 - par agressivité (vitesse moyenne x nombre de véhicules)
- .Lignes de Tramway

- .Voies à vitesse réduite
- .Aires piétonnes
- .Zones 30

Infrastructures de transport

- .Franchissements :
 - Passages à niveau
- .Noeuds :
 - Carrefours (par trafic)



Carte 12. Combinaison des critères Intensité urbaine et Vecteurs de circulation sans pondération

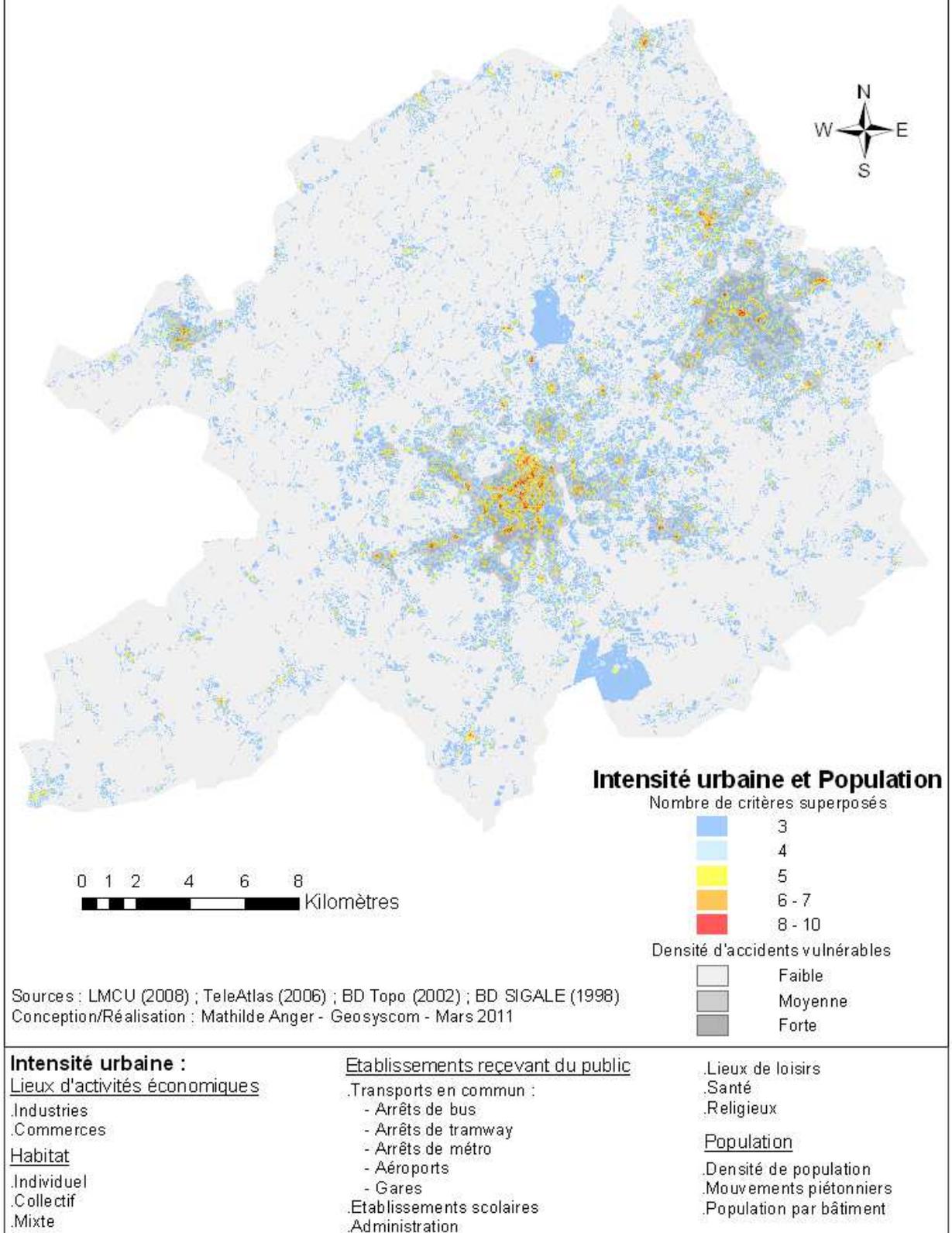
D. Sommations de GRIDs sans pondération

La constitution des cartes par sommation présentées ci-dessous, qui revient à calculer en tout point un indicateur des facteurs d'intensité urbaine cumulés localement, apporte en elle-même une vision nette de la relation positive existant entre le nombre de facteurs GP (générateurs de flux piétonniers), GV (générateurs de flux de véhicules) et la concentration globale des accidents. Cette concomitance vient à l'appui des hypothèses directrices retenues dans l'orientation du modèle de données et de traitement fondant cette étude. Bien que le réglage de la procédure n'ait pas pu être complètement abouti dans les délais de remise de ce rapport, il découpe déjà, dans son état actuel, l'espace des situations à risque routier avec précision.

Ces résultats sont en cours de confrontation avec la répartition observée des accidents d'Impliqués Vulnérables. D'ores et déjà, les premiers tests révèlent la capacité de cette méthode à cerner de façon déclinable en niveaux de précision spatiale progressifs et modulables à la demande (et non en zones approximatives), les cheminements « préférentiels », des corridors de risque routier au sein de la LMCU.

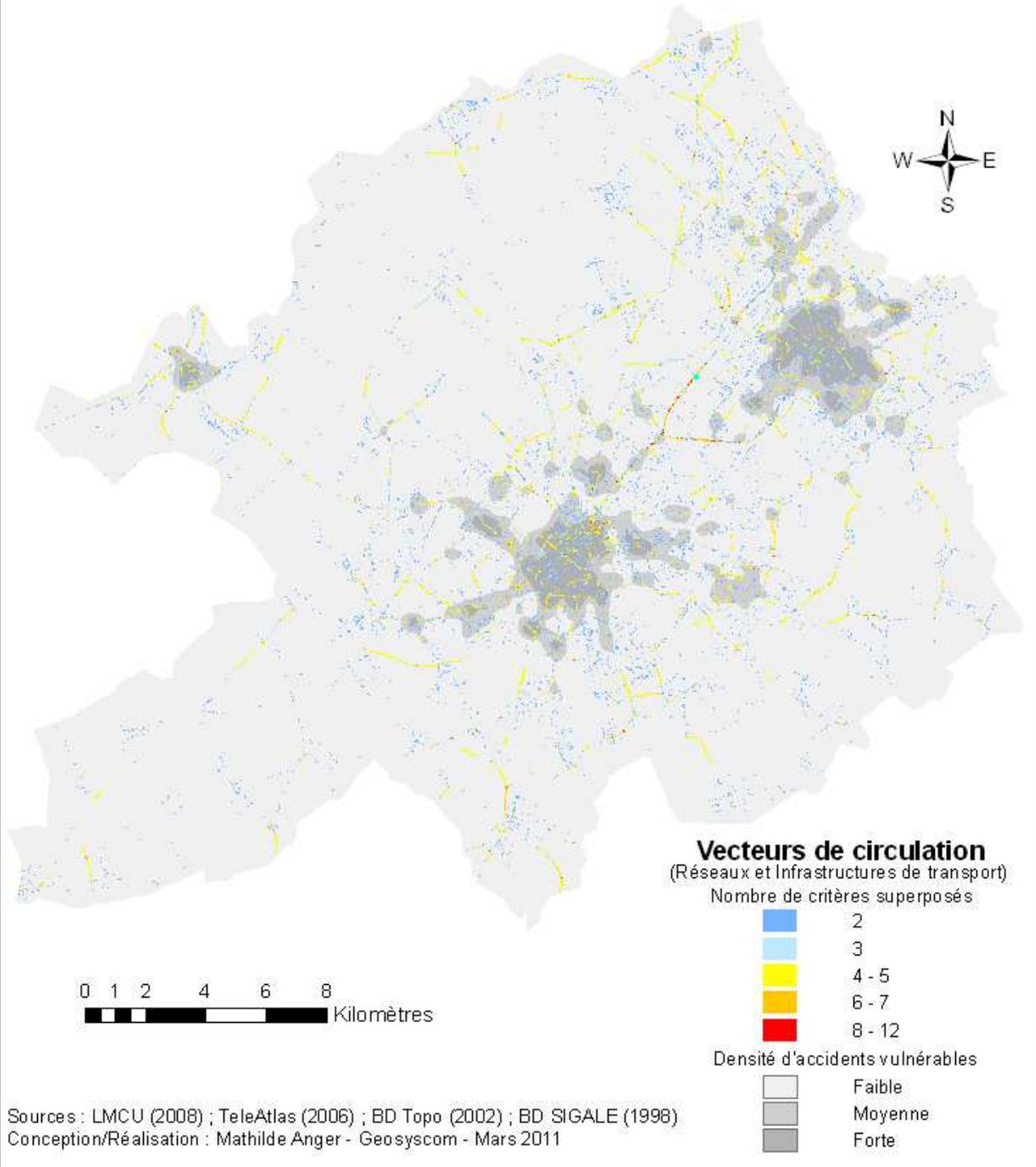
Ces résultats seront ultérieurement couplés à ceux des fonctions « combine » d'algèbre de carte, orientées, quant à elles, vers le profilage fin des situations à risque, considérées alors en termes de différenciation qualitative (nature des facteurs d'Intensité Urbaine).

Représentation des ZIVAGs : Test des sommations de critères sans pondération



Carte 13. Sommations des critères Intensité urbaine sans pondération

Représentation des ZIVAGs : Test des sommations de critères sans pondération



Vecteurs de circulation :

Réseaux de transport

.Voies non déconnectées de leur environnement supérieures à 6 000 veh/jour :

- par trafic
- par vitesse moyenne aller - retour
- par infraction (vitesse moyenne - vitesse légale)
- par agressivité (vitesse moyenne x nombre de véhicules)

.Lignes de Tramway

.Voies à vitesse réduite

.Aires piétonnes

.Zones 30

Infrastructures de transport

.Franchissements :

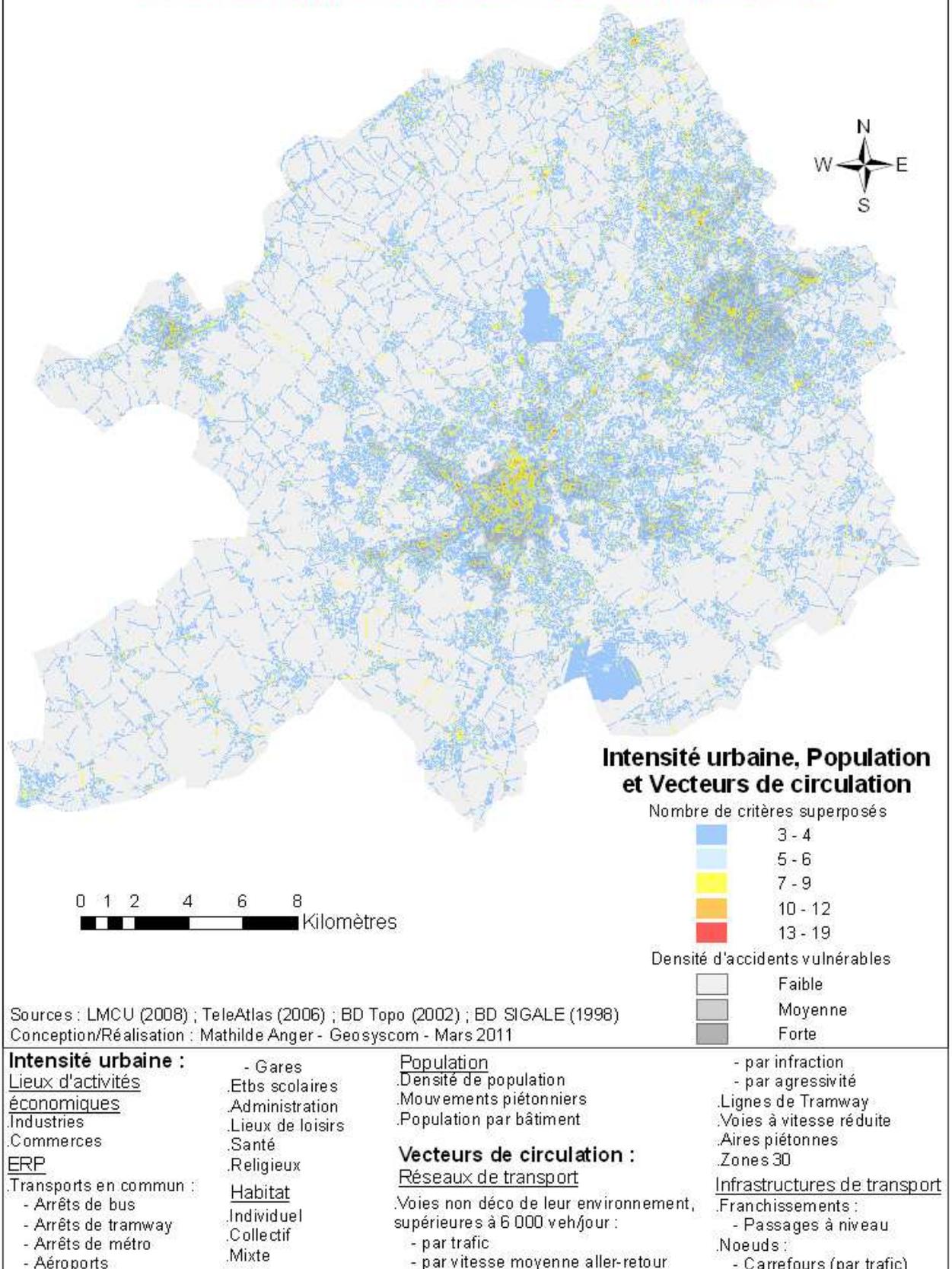
- Passages à niveau

.Noeuds :

- Carrefours (par trafic)

Carte 15. Sommations des critères Vecteurs de circulation sans pondération

Représentation des ZIVAGs : Test des sommations de critères sans pondération



Carte 16. Sommations de tous les critères sans pondération

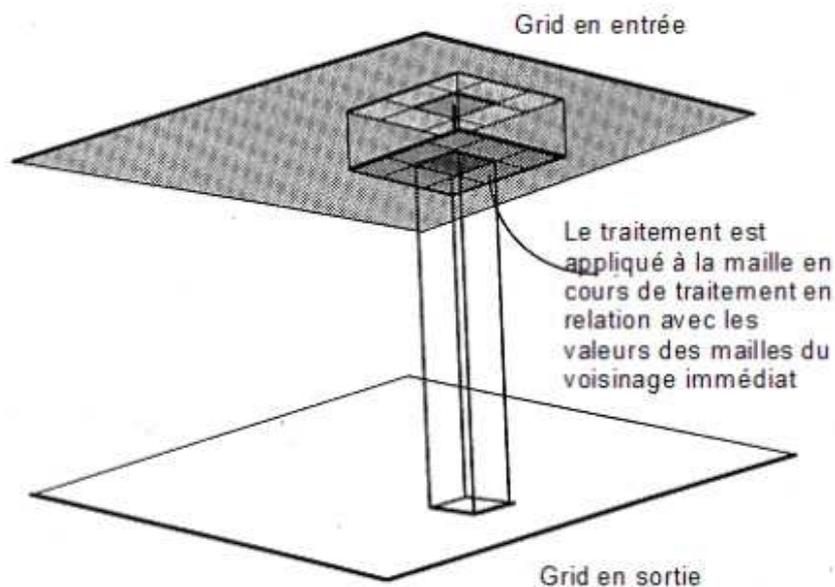
E. Spatialisation finale

Algèbre de carte :

→ Méthodes focales des Voisins dominants

Les GRIDS sont alors soumis à des traitements relevant de la statistique de voisinage. Ces traitements s'appliquent aux GRIDS constitués précédemment dans la *Géodatabase ARCGIS/Arcinfo*, et traités à travers les fonctionnalités du module « *Spatial Analyst* ».

La fonction statistique de voisinage est une fonction focale, c'est-à-dire travaillant sur chaque cellule individuelle et son voisinage immédiat (ou indirect et paramétré), mais respectant toujours un principe de contiguïté/connexité.



Pour chaque cellule du GRID en entrée, la fonction Statistique de voisinage calcule une statistique basée sur la valeur de la cellule de traitement et la valeur des cellules situées dans un voisinage spécifié, puis affecte cette valeur à l'emplacement de cellule correspondant dans le GRID en sortie. Ce principe peut se décliner selon divers réglages de considération spatiale : les voisinages pouvant être spécifiés prennent la forme d'un rectangle de dimension donnée, d'un cercle de rayon donné, d'un anneau de rayon donné ou encore d'un secteur de direction donnée.

Différentes variantes sont possibles :

- formes de voisinages : rectangle, cercle, anneau, secteur,
- types de statistique de voisinage : majorité, maximum, moyenne, médiane, minimum, minorité, plage, écart-type, somme, variété.

Dans l'exemple de la figure ci-dessus, la forme retenue est celle du rectangle et le critère statistique de voisinage est fondé sur la valeur présente en majorité dans le voisinage considéré.

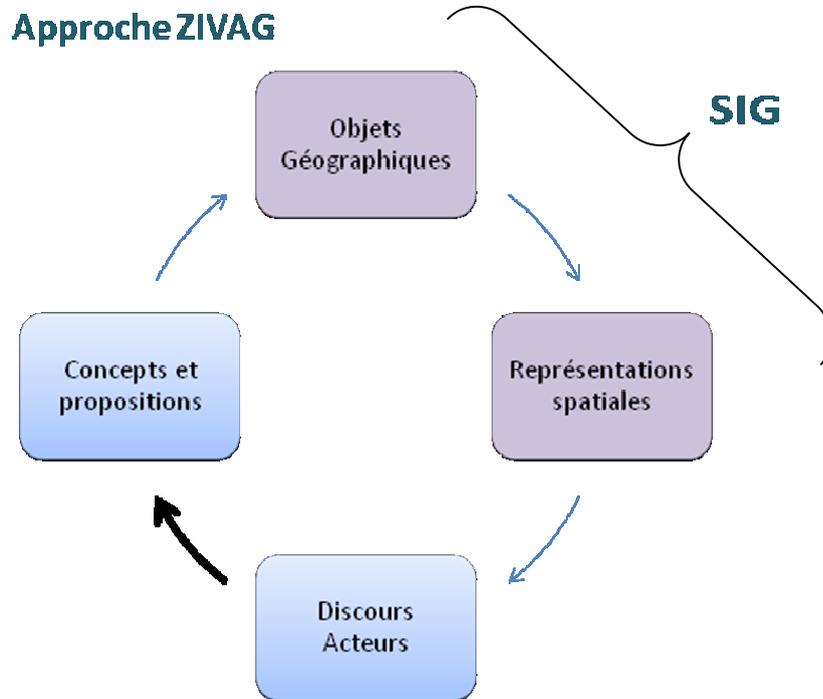
Dans cette application, l'originalité consiste à appliquer la variante dite « des voisins dominants » aux modalités de la classification des critères en types homogènes.

La qualité des résultats, à savoir la structuration du pavage en ensembles acceptables des points de vue morphologique (reconnaissables par l'utilisateur final, chercheur et/ou expert) et typologique (bon degré d'homogénéité) dépend notamment de deux facteurs : l'ajustement de la finesse de résolution adoptée pour la conversion Vecteur/Raster initiale, et l'ajustement du nombre de cellules prescrit pour la portée du rectangle de sélection matricielle autour de la cellule centrale de référence.

F. Confrontation des zonages d'Intensité Urbaine avec les zonages d'accidents

Sélection des combinaisons minimales de critères selon le principe que la surface totale regroupe le maximum d'accidents :

- ➔ Classement des types par valeur décroissante des pourcentages d'accidents sur la totalité des accidents de la LMCU.



L'intégration du SIG dans les pratiques des acteurs continue d'être expérimentée à LMCU. Ce processus itératif permet progressivement au SIG de répondre efficacement au discours produit par les acteurs de sécurité routière et en ce sens, devient peu à peu lui-même acteur du processus.

Les difficultés rencontrées aujourd'hui se situent au niveau informatique du SIG : la quasi instantanéité qui préside à toute discussion, pose ici un problème de limite de puissance de calcul dans les tâches complexes de représentations spatiales et de combinaisons de représentations spatiales. Les scripts de calcul sont ainsi toujours en cours de perfectionnement.

*
* * *

Le déroulement de ce travail a nécessité un certain nombre de réunions de validation à Lille au cours desquelles les différentes étapes du travail ont été présentées. Les comptes-rendus de ces réunions sont donnés en annexe.

Conclusion

Au stade qu'il atteint aujourd'hui, le projet E2R montre la capacité d'un « consortium » méthodologique réunissant accidentologues, séurologues, géographes, informaticiens et experts métiers LMCU à élaborer une plate-forme SIG, certes encore prototype, mais déjà apte à discerner, générer et visualiser de façon convaincante, explicite, réglable, ces zonages aussi complexes dans leurs fondements territoriaux que sont les ZIVAG. Il reste bien sûr beaucoup à faire : continuer le développement du prototype d'analyse spatiale, l'enrichir de fonctionnalités d'intégration de nouveaux concepts et savoirs complémentaires des disciplines et acteurs que cette problématique convoque, et encapsuler le tout derrière un tableau de bord convivial et réellement interactif.

Néanmoins, les premiers résultats et les organisations (de données, de traitement, mais aussi de partenaires) mises en place pour les obtenir démontrent que l'on peut « équiper » les réflexions actuelles sur les accidents, les vulnérabilités et les pratiques de prévention d'instruments efficaces d'approches systémiques et globales plaçant le territoire au cœur de l'analyse des risques.

De fait, dans le domaine des risques routiers, plusieurs outils sont désormais à portée pour construire un dispositif d'analyse capable de rendre compte – même imparfaitement – de la complexité spatiale :

- La construction théorique par les géographes d'espaces de niveaux d'insécurité à travers des combinaisons de variables pertinentes par hypothèse. La validité de ces espaces et donc leur significativité en matière de risque peut être évaluée par la fréquence et le nombre d'accidents qui s'y observent.
- Le recueil de savoir-faire des acteurs de terrain qui repose sur la diversité des situations locales autant que sur l'efficacité observée empiriquement des actions entreprises. Ce recueil apporte des réponses qualitatives et complémentaires à ce qui a été décrit précédemment.
- Enfin la description de scénarios-type d'accident, tels qu'ils ont été en particulier décrits à l'IFSTTAR. Elle met en évidence des processus accidentels comme des enchaînements d'événements déterminés à des échelles spatiales différentes et qui conduisent à des « erreurs » dont la genèse est répétitive.

L'intérêt d'un tel dispositif méthodologique est de mettre au centre de la recherche le face à face entre chercheur et expert, entre outils d'analyse et complexité spatiale. Ce parallélisme conduit à une symétrie dans le point de vue dont l'objectif est alors la production d'un nouvel outil de dialogue, formalisant le discours expert d'une part et produisant en temps réel des représentations spatiales synthétiques d'autre part, permettant ainsi au Système d'Information Géographique (SIG) de devenir un véritable acteur de la décision car capable de dialoguer avec des décideurs.

Le chercheur développe une approche d'analyse des risques « par le haut » suivant une démarche plutôt hypothético-déductive, qui se confronte aux connaissances empiriques de l'expert essentiellement construites « par le bas » suite à l'observation. Ces démarches sont toutes les deux à privilégier pour produire un outil pertinent vis-à-vis du problème traité et bien sûr généralisable. La connaissance empirique de l'expert se construit par l'étude de cas réels, par l'action et l'observation de ses effets. C'est une agrégation en « extension » qui lui permet de ramener un problème à un ou plusieurs cas connus et d'en faire un type de scénario spatial d'accident. Mais il est en difficulté pour généraliser sur l'ensemble du territoire. C'est là que le SIG dans un dialogue outil-expert est capable de visualiser sur l'ensemble du territoire les lieux où les conditions de ce type de scénario spatial sont réunies, et de les mettre en perspective des zones accidentogènes théoriques. En réagissant, experts et chercheurs font évoluer mutuellement leurs discours, précisant leur pensée, décrivant des différences de contexte, et affinant ainsi par étapes l'analyse cartographique produite.

L'objectif du projet est dès lors double : développer une démarche innovante expert-chercheur d'analyse territoriale des risques et construire son instrumentation géomatique interactive. La démarche vise un enrichissement et une validation mutuelle des deux approches, l'outil modélisant leur dialogue en temps réel.

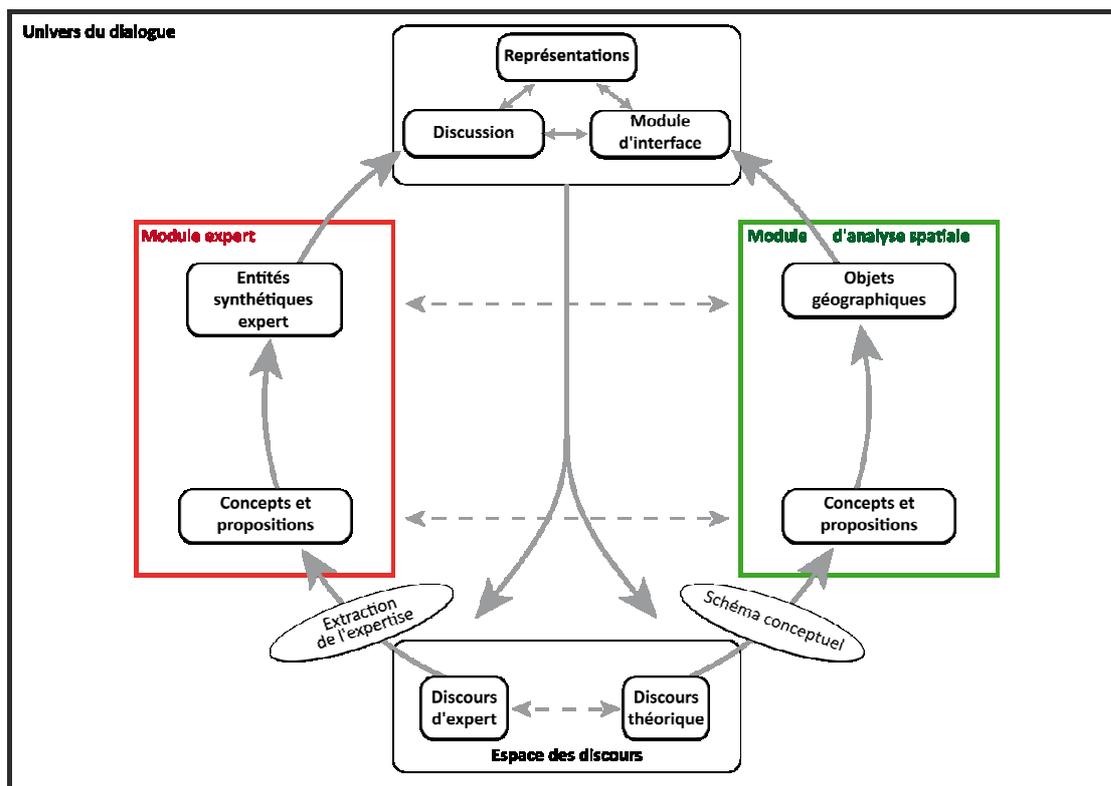
L'intérêt de la démarche vient aussi de la perspective dans laquelle elle se place : l'articulation entre le risque routier (à savoir la potentialité d'occurrence d'accident pour les usagers de la voirie routière) et la sécurité routière (ensemble des dispositions prises par une société pour minimiser la fréquence et la gravité des accidents) examinée sur le terrain de Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU).

À l'instar des autres types de risques (naturels, industriels, sociaux, ...), le risque routier s'inscrit dans le cadre d'une réflexion sur le lien entre aménagement et sécurité, sur les problèmes de cohérence dans la conception urbaine au regard des risques et des régulations opérées par les acteurs (usagers ou gestionnaires) à différentes échelles (du développement urbain au carrefour pour prendre l'exemple d'une échelle micro-locale).

Pour les géographes, un point marquant d'intérêt du risque routier dans la recherche d'articulation bi-univoque entre analyse d'expert et analyse spatiale est que ce risque pose une hypothèse : ce risque serait au moins en partie un produit dérivé d'aménagement du territoire, d'organisation de l'espace que commande la distribution des fonctions urbaines, induite par les modèles de ville et les treillages de réseaux qui en structurent la configuration et les flux. Cette hypothèse se trouve confortée depuis quelques années par la stagnation, voire parfois dégradation, des statistiques d'accidents, alors même que les mesures de contrôle des infractions et des améliorations de voirie ne cessent de croître.

Ces considérations fondent les caractéristiques de l'ANR CRITERE 2011-2013 (Complexités, Risques, Territoire, Expertise et Recherche) dans le cadre de laquelle des ressources complémentaires indispensables, en particulier dans le domaine informatique, vont venir s'adjoindre au consortium déjà en place.

Globalement, les travaux suivront le schéma suivant :



La faisabilité de ce projet tient à une synergie de compétences pluridisciplinaires originale : 2 laboratoires de géographie (GEOSYSCOM – UMR 6266 CNRS de l'Université de Caen et « Image, Ville et Environnement » (LIVE) – ERL 7230 CNRS de Strasbourg), 1 laboratoire d'accidentologie de l'IFSTTAR-MA de Marne-la-Vallée, 1 laboratoire d'informatique (GREYC – MADE de Caen, et l'équipe de géomatique de Y. Bédard, responsable de la Chaire de recherche industrielle en bases de données géospatiales décisionnelles (CRSNG) de l'Université de Laval à Québec.

Le projet bénéficie notamment des apports de deux recherches précédentes : l'une portant sur les risques industriels dans l'estuaire de la Seine (Programme « Risques, Décisions, Territoires » du MEEDDAT, associant les participants des laboratoires GEOSYSCOM et LIVE), l'autre étant l'Espace des risques routiers lui-même, dont ce rapport émane (Subvention PREDIT/MEEDDEM, associant les laboratoires GEOSYSCOM et IFSTTAR-MA, en collaboration avec Lille Métropole Communauté Urbaine). Un travail sur la sécurité routière a par ailleurs été initié par les chercheurs de la chaire industrielle dans le cadre d'un partenariat avec le Ministère des Transports Québécois.

Le projet est en outre facilité par l'intérêt que Lille Métropole Communauté Urbaine porte à une telle recherche et à l'accès qu'elle rend possible à de multiples sources d'information. Le projet antérieur (Territoire des risques routiers) a, comme on l'a vu tout au long de ce rapport, permis de mettre en relation de nombreuses données spatialisées sur le terrain d'expérimentation, issues de sources différentes : LMCU, INSEE, Direction générale des impôts, Conseil Régional, CETE, Téléalas... et de réaliser les premières exploitations (effet des zones 30, inégalités socio-spatiales et risque routier).

Bibliographie

- Agboola L. (2007). A review of the collisions before and after the implementation of the guardrail and streetscape Improvement Scheme. 14p + Annexes.
- Beck U. (2003). La Société du risque - Sur la voie d'une autre modernité Flammarion – Champs 2003 / 522 pages ISBN : 2-08-080058-2.
- Brannigan C., Paulley P. (2008). Funding for local authority transport and land-use schemes in the UK. Transport Policy Volume 15, Issue 6, Decision-support for sustainable urban transport strategies November 2008, Pages 379-386.
- Brenac T., Fleury D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications, *Recherche Transports et Sécurité*. (63), pp. 63-76.
- Brenac T., Nachteragèle C., Reigner H. (2003). Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention, INRETS, 201 p.
- CERTU (2009). Evaluation de la sécurité d'aménagements urbains et sécurité des déplacements. Convention PREDIT/CERTU, 149 p. Lyon.
- Clabaux N. (2005). Scénarios types d'accidents de la circulation urbaine n'impliquant pas de piéton, INRETS, 133 p.
- Deming W.E (1986). *Out Of The Crisis*. Cambridge. MIT Press.
- Derrien X. (2001). L'enquête publique sur les plans de déplacements urbains, le cas de Marseille. Mémoire de DESS aménagement Urbanisme et développement local - IAR Aix-en-Provence réalisé à l'INRETS-MA Salon-de-Provence. 79 p.
- Désiré J.C., Fleury D., Montel M.C. (2001). Gestion de la ville et sécurité routière. Le cas de la métropole lilloise, Rapport INRETS N° 238.
- Elvik R., Vaa T. (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier Science, Oxford.
- Evans L. (2004). Traffic Safety. Science Serving Society, Bloomfield Hills, Michigan, 2004.
- Fleming, M. (1999). Safety Culture Maturity Model. UK HSE Offshore Technology Report OTO 2000/049. HSE Books, Norwich.
- Fleury D. (2005). Ville et réseaux routiers. Vers un métier de la sécurité ? Synthèse INRETS N° 49. Mars 2005. N° ISBN 2-85782-616-8, 86p. Arcueil.
- Gordon R., Kirwan B., Perrin E. (2007). Measuring safety culture in a research and development centre: A comparison of two methods in the Air Traffic Management domain. Safety Culture and Behavioral Change at the Workplace: A selection of papers from the 23rd NeTWork Workshop, 2004 Safety Science Volume 45, Issue 6, July 2007, Pages 669-695.
- Hernandez F. (2003). Le processus de planification des déplacements urbains entre projets techniques et modèles de ville. Mémoire de thèse "Aménagement de l'espace et urbanisme", Institut d'Aménagement Régional, Université d'Aix-Marseille III, Décembre 2003, 351 p. + annexes.
- Herrero S.G., Saldana M.A.M., Manzanedo Del Campo M.A., Ritzel D. O. (2002). From the traditional concept of safety management to safety integrated with quality. *Journal of Safety Research*, N°33, pp. 1-20.
- http://www.inspiringcities.org/index.php?id=395&page_type=Article&id_article=17944
- Jean Y., Vanier M., eds (2008). La France Aménager les territoires, Paris : A Colin, 335 p. [coll U]
- Johansson R. (2009). Vision Zero – Implementing a policy for traffic safety. Safety Science Volume 47, Issue 6, July 2009, pages 826-831.
- Karszenberg H. (2006). Guard Rails" & "Naked Streets"?
- Lassave P. (1987). L'expérience des plans de déplacements urbains (1983-1986), CERTU, Bagnaux. 134 p.
- Leplat J. (1985). Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail Armand Colin - Collection U. Paris.
- Marsden G., Kelly C., Nellthorp J. (2009). The likely impacts of target setting and performance rewards in local transport. Transport Policy Volume 16, Issue 2, March 2009, Pages 59-67.

Tableaux

Tableau 1.	Répartition annuelle des accidents survenus dans la LMCU	52
Tableau 2.	Répartition annuelle du nombre d'impliqués d'un accident survenu dans la LMCU	53
Tableau 3.	Type de DRM dans l'échantillon	54
Tableau 4.	Accidents par type de véhicule	54
Tableau 5.	Codage de la gravité selon le type de blessure	62
Tableau 6.	Répartition des impliqués dans les accidents survenus entre 2001 et 2008 dans LMCU et dans le reste du département du Nord par mode de déplacement.....	63
Tableau 7.	Répartition des impliqués dans les accidents survenus entre 2001 et 2008 hors LMCU dans le département du Nord par mode de déplacement.....	64

Figures

Figure 1.	Caractérisation des situations à risques	1
Figure 2.	Espace de circulation et espace social vulnérable : une première approche du risque routier.....	1
Figure 3.	Modélisation hypergraphique du concept de situation à risque.....	91
Figure 4.	Déclinaison du modèle hypergraphique de situation à risque pour le cas particulier du risque routier : entre espace de circulation et espace de vie	92
Figure 5.	Schéma conceptuel préliminaire.....	1
Figure 6.	Formalisme HBDS	1
Figure 7.	Analyse multi-échelle du risque routier : modèle général	1
Figure 8.	Le nouveau modèle conceptuel de données.....	1

Cartes

Carte 1.	Lieux de consommation : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone	106
Carte 2.	Transports en commun : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone	106
Carte 3.	Densité urbaine : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone	107
Carte 4.	Fort trafic : Nombre d'accidents impliquant des usagers vulnérables par zone.....	107
Carte 5.	Transport en commun et Activités urbaines : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone	1
Carte 6.	Trafic et Générateurs de flux piétonniers : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone	1
Carte 7.	Trafic et Densité urbaine : Nombre d'accidents usagers vulnérables par zone	1
Carte 8.	Représentation des ZIVAG avec une pondération forte pour Intensité urbaine et faible pour Trafic	1
Carte 9.	Représentation des ZIVAG avec une pondération faible pour Intensité urbaine et forte pour Trafic	1
Carte 10.	Combinaison des critères Intensité urbaine sans pondération	1
Carte 11.	Combinaison des critères Vecteurs de circulation sans pondération	1
Carte 12.	Combinaison des critères Intensité urbaine et Vecteurs de circulation sans pondération.....	1
Carte 13.	Sommations des critères Intensité urbaine sans pondération.....	1
Carte 14.	Sommations des critères Intensité urbaine et Population sans pondération.....	1
Carte 15.	Sommations des critères Vecteurs de circulation sans pondération	1
Carte 16.	Sommations de tous les critères sans pondération.....	1

Annexes

Comptes-rendus de réunions
Scénarios complémentaires

Annexe 1

INRETS, Villeneuve d'Ascq, le 20 octobre 2008

Bref compte-rendu de la réunion du 17 octobre 2008, LMCU, Lille

Groupe de travail « Disparité des Espaces du Risque Routier »

Rédacteur : Thomas Alam

Participants :

Mohand Medjkane

Dominique Fleury

Jean-François Peytavin

Thomas Alam

Pour LMCU :

Marc Pouchain

Alexandre Demeester

Agenda :

- Présentation de la recherche sur les bicyclettes
- Etat d'avancement du projet sur les ZUS et les ZC
- Recherche de Mohand Medjkane sur le SIG comme outil d'aide à la décision

Présentation de l'enquête sur les bicyclettes

Les accidents de vélo figurent bien parmi les préoccupations actuelles de LMCU. Le souci de Marc Pouchain concerne surtout l'étude des aménagements pour deux-roues (demande spécifique en interne). Quel est l'impact des aménagements pour deux-roues ? Est-ce que cela procure un gain ? À l'inverse, est-ce que cela génère des accidents spécifiques ? Quelle est l'accidentologie des cyclistes ?

Plutôt que de tout traiter en un bloc massif, la démarche suivie pour l'instant a consisté à sectionner les différents accidents cyclistes, à faire des sous-ensembles : accidents liés à des circulations en contre-sens, accidents avec cyclistes sur bandes de bus/pistes cyclables, 2 roues responsables, 2 roues impliqués.

Pour l'instant, ce qui ressort de l'étude sur l'aménagement, c'est que l'aménagement qui pose le plus de problème, ce sont les couloirs de bus à contresens (surtout des problèmes de tourne à gauche).

Notre recherche orientera davantage la focale sur les cyclistes accidentés, ce qui suppose une réflexion sur de nouveaux codages, un travail à faire sur les scénarii qui ne sont pas forcément bien adaptés à ces accidents impliquant des usagers qui oscillent entre comportements « piéton » et « conducteur ». Donc décliner différents codes prenant en compte certains types de comportements : passage piétons, circulation sur le trottoir, etc.

Avec les 250 accidents cyclistes identifiés, on ne serait pas loin du compte (101 accidents sur aménagement 2 roues selon M. Pouchain).

Alexandre Demeester évoque un type d'accident assez courant sur le rond-point des Postes (et méconnu des associations de cyclistes – ADAV) : Les accidents de cyclistes qui prennent le passage piéton représentent 1/3 des accidents du giratoire de la porte des Postes.

Enquête sur les ZUS

* Le codage LMCU des PV qui n'avaient pas de lien LMCU est désormais achevé. Au départ, il s'agissait surtout de faits divers, règlements de compte, et puis du déclaratif (les impliqués déclarent leur accident 15 jours après, sans réelle possibilité de vérification). Par la suite, les accidents se sont « normalisés » (certains étaient d'ailleurs déjà codés – sans doute des doublons).

* Dominique Fleury a présenté les résultats des premières exploitations exploratoires sur le couple Roubaix Est :

- davantage de piétons et de passagers impliqués dans les ZUS que dans les ZC,
- plutôt des impliqués masculins dans les ZUS,
- âge des piétons : les piétons de moins de 14 ans représentent 50 % des impliqués piétons des ZUS,

- proportionnellement, il y a moins de motocyclistes dans les ZUS que dans les ZC,
- plutôt des impliqués inactifs dans les ZUS et davantage d'actifs impliqués dans les ZC,
- type d'accidents : plutôt des chocs arrière en ZC (coup du lapin, problème de cervicales) alors qu'en ZUS, ce sont plutôt des problèmes liés à la vitesse et des problèmes de piétons masqués.

M. Pouchain semble surpris que les accidents de moto concernent moins la ZUS que la ZC, mais c'est peut-être une spécificité de Roubaix. Il se demande aussi pourquoi on a fait le choix de prendre les moins de 14 ans pour les piétons. Selon des psychologues, la tranche d'âge se serait déplacée aux 12-13 ans puisque les parents déposent leurs enfants à l'école en primaire mais beaucoup moins au secondaire. Ils sont alors en quelque sorte livrés à eux-mêmes.

D'une manière générale, ce qui est intéressant, c'est que certains types de scénarii se distinguent entre ZUS et ZC. Enfin, concernant les accidents d'enfant, il est convenu de faire un travail de localisation des accidents ayant eu lieu dans la zone.

Travail de M. Medjkane sur les ZIVAG :

M. Medjkane axe sa présentation sur la manière dont il a relié les deux critères « zone de vie locale » et « zones à fort trafic ». L'addition de ces deux critères peut poser problème quand on dispose, par exemple, d'une forte vie locale et d'une faible densité de trafic.

L'idée, c'est donc de multiplier les critères.

Face à la nouvelle représentation graphique, M. Pouchain fait part de son étonnement. À Lille, il ne retrouve pas « sa » rue Gambetta. M. Medjkane n'a pris que les deux dernières classes pour définir la forte densité : 13 000 à 30 000 véh/jour et + 30 000 véh/jour. Pourquoi ne pas avoir pris les voies à plus de 6 000 véhicules/jour qui correspondent plus à des trafics de province ?

De plus, il faudrait réfléchir à l'hypothèse selon laquelle les voies à fort trafic sont peut-être moins génératrices d'accidents avec usagers vulnérables que des voies avec trafic plus moyen. Il n'est pas impossible que, passé un certain seuil, les voies sont surtout dévolues à la circulation (avec peu de déplacements piétons). À l'inverse, dans les voies à 5 000 véh/jour (type rue Gambetta), on ne connaît pas la fréquentation des piétons.

Rappel : au sein de LMCU, la marche à pied représente 30 % des déplacements.

Dominique Fleury insiste sur la nécessité de faire des scores pour savoir combien d'accidents d'usagers vulnérables sont pris en compte dans la représentation.

Il y a également consensus sur l'intérêt de représenter les zones de vie locale sur du linéaire, quand bien même certaines rues n'apparaissent pas alors qu'elles le devraient. Après vérification, il semble que la base de données *Téléatlas* ne dispose pas de tous les référencements de commerce.

Une idée serait de passer par la chambre de commerce pour améliorer cette base de données.

M. Pouchain note que si la corrélation entre accidents vulnérables et forte activité de vie locale est opératoire, cela vient confirmer que les zones 30 qui ont été réalisées dans les lotissements ne correspondent pas à des zones à risque mais participent plutôt d'une insécurité subjective.

Pour la suite, il faudrait aussi réfléchir à la différenciation des générateurs de trafic : représenter différemment les gares d'une pharmacie.

On a également besoin d'une représentation sur le mode d'habitat.

Prochaine réunion prévue le 15 décembre 2008.

Annexe 2

Arcueil, 21 novembre 2008

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 20 NOVEMBRE 2008 (MSH)

Participants :

Fleur Breuillin
Dominique Fleury
Mohand Medjkane
Jean-François Peytavin
Karim Bensaïd
Thierry Saint-Gérand
Sylvanie Godillon (rédactrice)

Ordre du jour :

- Codage des blessures
- Points sur les bases de données
- Etudiants de Paris 13 en informatique pour PV
- Séminaire Mistral (28 et 29 janvier)
- Travaux de Mohand

Codage des blessures :

Dominique rappelle que la logique est de rechercher des informations supplémentaires dans les PV pour compléter les BAAC, notamment les catégories socio-professionnelles et l'activité des impliqués, l'alcool, les infractions (défaut d'assurance ou de permis), les scénarios. Le certificat médical des PV permet de coder les blessures. Dominique s'est entretenu avec le docteur Gineyt à Salon pour compléter la typologie de Thierry Brenac (faite pour les accidents piétons), avec l'ajout de type de blessures (colonne vertébrale, séquelles, etc.).

Ce codage donne une idée de la violence du choc, même si la gravité est liée à l'individu (docteur Gineyt) : on ne réagit pas de la même manière au choc si on a 20 ans en bonne santé ou si on est vieux, fumeur et obèse.

L'idée est d'utiliser cette typologie de gravité des blessures à d'autres études.

Bases de données :

Même si « Thomas est à fond » (Jean-François), le codage des PV risque d'être terminé un peu en retard. Trois couples sont quasi-finis : Roubaix, Lille-Sud et Fives.

Les calages :

- **Certains PV non géocodés.** Karim et Jean-François affirment que si les PV ne sont pas géocodés, il est possible de le faire avec Google Earth PLUS qui permet de localiser une centaine d'adresses.
- **Quelques erreurs de bornage.** Karim extrait les adresses mal localisées avec Arc Gis et les envoie à Jean-François qui voit ce qu'il peut faire.
- **Adresses des habitants en dehors de la LMCU.** 4 à 5 % des cas. Quel géocodage : centre de la commune ? adresse précise ? Plus les communes de résidence des impliqués sont proches de la LMCU, plus l'information sera imprécise. Thierry trouve qu'il est dommage de dégrader l'information, pour si peu de cas autant prendre l'adresse précise. Dans les cas où l'adresse n'est pas précise, le codage se fera à la voie.
- **Permutation des adresses.** Arc Gis permute des adresses en changeant les rues en boulevards et inversement. Ce réglage ne peut être fait qu'à la main.

- **Champs « gravité » ou « scénarios » vides.** Jean-François informe que Manu a repris ces points à Salon.
- **Constitution d'un fichier annexe expliquant les métadonnées.** Fait par Christophe à Caen.
- **PR.** Beaucoup de manipulations, Karim pense mettre un peu de temps.

Il faudrait faire une réunion de calage pour que chacun ait les mêmes fichiers. Dominique fixe le **15 décembre** comme date de fin de construction et début d'exploitation des bases de données.

En janvier ou février 2009, il serait utile de programmer une réunion de présentation de la base pour faire le point, voir ce qu'il y a dans cette base, son fonctionnement, et discuter des problèmes et des améliorations à apporter avec la LMCU et le CETE de Lille.

À terme, une présentation à Lille est à prévoir, ainsi qu'une réunion DRI pour conclure le projet. Mohand et Thierry s'interrogent quant à la mise à disposition des données et la création d'un site web.

Etudiants de Paris 13 en informatique :

Un groupe de quatre étudiants en informatique (Université Paris 13) vont travailler avec Sylvie Desprès pour élaborer un outil de recherche d'informations dans les PV. Thierry réfléchit à une analyse de ce type appliquée au spatial : dessin d'un patatoïde sur une carte et statistiques sur les PV du périmètre délimité.

Séminaire Mistral :

Ce séminaire est prévu les 28 et 29 janvier 2009. Dominique pense à Thierry Brenac pour une intervention sur les logiciels statistiques. Que chacun réfléchisse à ce qu'il a à mettre sur la table et le lui communique.

Travaux de Mohand :

L'objectif est de représenter spatialement les critères déterminés par Marc Pouchain pouvant être accidentogènes (activités urbaines, voies à fort trafic déconnectées de leur environnement urbain, densité urbaine). Pour représenter ces concepts, Mohand utilise des briques : pour la vie locale, il calcule une densité de points de restaurants, cinéma, café... Le croisement de ces espaces avec les accidents permet de valider quantitativement les concepts.

Thierry : il ne faut pas oublier d'analyser les mobilités domicile-travail. Finalement, l'étude va vers une analyse de la variance spatialisée.

On ne peut pas faire appel à l'expertise de manière brutale, nuance Dominique. L'exemple de l'expert fourni du vocabulaire, il faut ensuite travailler sur les exemples en les considérant comme des concepts. Ensuite, validation des concepts par le croisement avec les accidents (validation « par le bas ») et présentation des résultats à la LMCU (validation « par le haut »).

Mohand s'intéresse aux différents types de représentations. Surfaccique et linéaire ? Thierry trouve que la vision du géographe de l'espace en point, ligne et polygone est pratique, mais qu'il ne faut pas se bloquer sur les représentations. « Le linéaire est la colonne vertébrale du surfaccique ». Il ne faut pas oublier que le but est de capter les représentations de l'expert. Dominique propose des cartes binaires car c'est plus facile de réagir pour un technicien ou un élu (« mais pas pour un géographe... qui est la référence de l'intelligence » commente Thierry). Les deux représentations renvoient à deux logiques différentes : aménagement de zone / aménagement de voirie.

Suite de la réunion l'après-midi autour de la thèse de Mohand : lecture géographique de la sécurité routière, modèles de représentation... Prochainement, Mohand aux platines de son « égaliseur spatial » (table de mixage de cartes selon une multitude de paramètres).

Exploitations de la base de données :

A partir du 15 décembre, comparaison des ZUS et des ZC, des ZUS et des ZUS, des ZC et des ZC selon les critères suivants : gravité des blessures, CSP, âge, manœuvre, heure, adresse/lieu d'accident... Par standardisation : comparer la gravité des blessures selon les CSP au niveau spatial.

Il s'agira de montrer s'il y a un lien entre la concentration spatiale de la pauvreté et les risques routiers, la résilience aux chocs...

Les croisements avec la mobilité sont possibles grâce au fichier Enquête Ménages Déplacements fourni par le CETE Nord Picardie. Thierry fait remarquer que cette base ne nous fournit pas toutes les informations, notamment nous n'avons pas de données sur les déplacements hyper locaux.

La réunion se termine par un vif débat sur le calcul de l'itinéraire entre lieu de résidence et lieu d'accident (distance réseau, distance euclidienne, distance de Manhattan ? Mohand et Karim doivent trancher). Dominique propose qu'un calcul du temps de déplacement soit associé à la distance (à partir des vitesses réglementaires ou des vitesses enregistrées). Thierry déplore l'absence de données sur les feux tricolores et les passages piétons.

Annexe 3

Disparités des espaces des risques routiers, réunion de travail 3 mars 2009 à la Maison des Sciences de l'Homme (Paris)
--

Présents :

Dominique Fleury
Thierry Saint-Gérand
Jean-François Peytavin
Mohand Medjkane
Sylvanie Godillon (rapporteur)

APPROPRIATION DE L'OUTIL SIG :

Pour une appropriation aisée, l'interface devrait être plus simple avec, par exemple, un moteur de recherche. Le développement d'un tel système pourrait être permis par un stagiaire de master d'informatique (de l'université de Caen) comme le propose Thierry.

L'INRETS et l'UFR géographie de Caen sont les utilisateurs principaux, mais une valorisation et une diffusion de ce travail sont nécessaires. La LMCU, le CETE et le CERTU pourraient être informés au cours d'une journée de présentation des travaux. Mohand pointe l'épineuse question des droits de diffusion (PV, données à l'IRIS, etc.).

Il faut que l'INRETS soit autonome pour traiter les données du SIG.

LE RAPPORT :

Dominique rappelle que le rendu final est en avril.

Thierry et Mohand sont chargés de la rédaction de parties méthodologiques : géocodage, aspects méthodologiques sur les différentes distances calculées (réseau, euclidienne, Manhattan), segmentation dynamique, ellipsoïde avec un point méthodologique adapté aux accidents.

Ils sont également chargés, avec l'aide de Karim, d'affecter à chaque accident les trois valeurs de distance lieu de résidence / lieu d'accident. Compte tenu de la nature de cette information (le lieu de départ réel et le lieu d'arrivée souhaité sont inconnus), il faudrait étudier la moyenne et l'écart type de la distance lieu de résidence / lieu d'accident. Cette distance doit être calculée selon les moyens de transports utilisés, l'âge, la catégorie socioprofessionnelle...

Sur la question des scénarios d'accident, Mohand propose de mesurer l'auto-corrélation spatiale une fois que les scénarios seront regroupés (Dominique et Jean-François).

Dominique propose d'utiliser une partie du travail de Mohand en affectant à chaque accident un indice d'activité urbaine, en plus du niveau de trafic. L'interprétation sera relative compte tenu de la relativité de cet indice. Cela permettra de relier les scénarios aux lieux d'occurrence des accidents.

Annexe 4

COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU 27 AVRIL 2009 (LMCU) Accidents de bicyclettes
--

Participants :

Pour l'INRETS-MA :

Dominique Fleury

Jean-François Peytavin

Nicolas Bué (rédacteur)

Sylvanie Godillon (rédactrice)

Pour LMCU :

Marc Pouchain

Alexandre Demeester

Marc Courbot

Dominique rappelle que l'étude sur les accidents de bicyclette dans la métropole lilloise s'inscrit plus largement dans une série de travaux portant sur les usagers vulnérables, en lien avec le travail sur les ZIVAG.

1/ Comparaisons internationales

Faible usage de la bicyclette en France dans l'ensemble : 3 % en France, 2 % des déplacements dans la métropole lilloise en 1998, 30 % des trajets à Amsterdam et à Bâle, 38 % à Copenhague, 15 % à Munich ou encore 11 % à Strasbourg à la fin des années 1990.

Les études sont centrées sur la mortalité, et envisagent moins les blessés :

- Baisse globale de la mortalité
- Plus l'usage du vélo est important, plus le nombre d'accidents impliquant des cyclistes est important, plus le nombre de cyclistes tués ou blessés est important et plus la part des cyclistes parmi les différentes catégories d'accidentés (tués ou blessés) est importante
- Evolutions plus contrastées au niveau des blessés, mais tendance globale à la baisse

Dans le détail, les moins de 20 ans et les plus de 60 ans sont les plus vulnérables en Europe (EU 19 – ERSO 2008a – base CARE). 80 % des victimes sont des hommes. 55 % des accidents ont lieu en milieu urbain en Europe, mais 44 % en France.

2/ Résultats pour la LMCU

L'étude repose sur l'exploitation d'un échantillon de 644 procès-verbaux d'accidents, impliquant 653 cyclistes sur le territoire de LMCU entre 2002 et 2007.

Où ?

Les accidents ont lieu surtout dans les grandes villes (62 %), 53 % ont lieu hors intersection, 3 % en giratoire, 90 % sur partie rectiligne contre 10 % en courbe. Environ 17 % sur aménagements cyclables, mais difficile à établir.

Quand ?

Le vendredi en tête, puis le mardi et le mercredi. Surtout l'été, de juin à septembre. Dans conditions « optimales » (route sèche...) à 76 %.

Qui ?

74 % des cyclistes impliqués sont des hommes (ce qui reflète la pratique), moyenne d'âge de 30 ans. Beaucoup de scolarisés : pesant environ 32 % de la population de LMCU, ils représentent 44 % des cyclistes

accidentés. Plus généralement, des inactifs : retraités représentent 9 %, sans emploi 8 %. Les catégories populaires constituent l'essentiel des cyclistes actifs accidentés (60 %).

Quelles blessures ?

Pour l'essentiel, les accidents sont de faible gravité, la moitié des impliqués ne subissant que des blessures mineures ou modérées, et 30 % de graves.

La gravité des accidents croît à mesure que la taille des agglomérations diminue, que l'âge des cyclistes augmente et que le nombre d'accidents augmente.

La gravité est moindre dans les accidents ayant eu lieu sur les aménagements cyclables : tous aménagements cyclistes confondus, le taux de gravité est de 28 % contre 31,5 % dans les accidents hors aménagement cyclable.

Les morts : Trois des onze cyclistes décédés sont des femmes pour huit hommes.

Quelques scénarios dominent :

- Dans trois cas, il s'agit du scénario classique où un poids-lourd engage une manœuvre de tourne à droite en carrefour tandis qu'un cycliste, situé sur sa droite dans un angle mort, souhaite franchir le carrefour pour aller tout droit.
- Dans deux autres cas, de jeunes garçons, des adolescents, adoptent un comportement piéton ; ils traversent une chaussée en utilisant un passage piéton.
- Deux accidents mortels ont lieu à un carrefour régulé par feux tricolores.

Marc Pouchain a constaté les mêmes scénarios.

Débat autour du port du casque car l'étude montre des résultats contrintuitifs : les cyclistes casqués seraient légèrement plus nombreux que les non casqués à être blessés à la tête et autant à la face. L'information n'est peut-être pas très bien relatée par les forces de l'ordre.

Comportements spécifiques des cyclistes :

Ces comportements sont observables pour un cinquième des impliqués du corpus analysé (122 cas soit 18,7 %), certains étant par ailleurs cumulés (25 cas soit 3,8 %).

Sur l'ensemble de l'effectif des cyclistes accidentés, nombreux sont ceux qui utilisent les trottoirs (8,4 %) et/ou les passages piétons (8,6 %). 21 personnes cumulent l'utilisation du trottoir et des passages piétons (3,2 % de l'ensemble des impliqués, mais 38% de ceux qui empruntent les trottoirs comme de ceux qui empruntent les passages piétons). Il s'agit donc d'un facteur accidentogène certain, confirmé par d'autres études. Au total, 4 des 11 cyclistes décédés avaient adopté l'un de ces comportements.

Dominique et Jean-François notent qu'il est très intéressant de constater qu'il n'y a aucun accident en tourne à droite au feu rouge ou au stop.

Types d'accidents :

Dans près de la moitié des cas (48 %), les cyclistes accidentés allaient tout droit de façon régulière.

Pour 10 %, ils effectuaient une manœuvre de tourne à gauche, 3 % à effectuer une manœuvre de tourne à droite.

Le type de scénario dans lequel les cyclistes impliqués sont les plus nombreux est celui où un véhicule s'engage sur un axe prioritaire sans percevoir un usager. 68 cyclistes ont été impliqués dans un accident de ce type, soit 10 % de l'échantillon.

Vient ensuite un scénario « complémentaire », celui où les cyclistes adoptent un comportement piéton, qu'ils empruntent les passages piétons ou circulent sur le trottoir. 54 cyclistes ont été impliqués dans un accident de ce type, soit 8,3 %. Il est à noter que l'emprunt de passages piétons (et parfois de trottoirs) est parfois lié à une recherche de sécurité des cyclistes. Certains expliquent par exemple qu'ils circulaient sur un aménagement cyclable et qu'ils n'ont emprunté le passage piéton que pour traverser la chaussée, manœuvre qu'ils ne pouvaient effectuer en restant sur l'aménagement.

Deux scénarios où cycliste et contrepartie circulent sur un même axe comptent pour 7,4 % de l'échantillon chacun (48 cyclistes impliqués). Ces deux scénarios répondent à une logique différente.

- Le premier, un « conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse », renvoie à la dangerosité des manœuvres tournantes à gauche.
- Le second scénario est un « classique » de l'accidentologie cycliste. Il s'agit du scénario où un véhicule engage une manœuvre de tourne à droite en intersection et entre en collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant sur sa droite (dans une voie spécialisée ou non). a impliqué 48 cyclistes. on notera la fréquence relative de ce type d'accidents sur rond-point (8 cas sur 48, soit 1/6).

Autre type d'accident « classique », les ouvertures de portière représentent 7 % des scénarios (46 cyclistes). Sur les 42 cyclistes impliqués dont les blessures sont connues, 3 ont eu des blessures très sévères et 10 des blessures sévères (13/42 blessés graves, soit un taux de gravité de 31 %).

3/ Conclusion et discussions

Les principales situations d'accidents sont : la faible visibilité des cyclistes et le manque d'attention que leur portent les autres conducteurs.

Marc Pouchain a constaté que les pointes horaires des accidents cyclistes se situent le matin et le soir. Plus précisément, s'il y a davantage d'accidents impliquant des cyclistes le soir que le matin, la part des cyclistes parmi l'ensemble des accidentés est plus élevée le matin que le soir.

Les doubles sens cyclistes sont trop faibles pour tirer des conclusions (3 cas). 114 accidents sur 630 ont lieu sur des voies aménagées pour les cyclistes, Marc Courbot rappelle que les proportions du réseau aménagé sont du même ordre.

Dominique propose de traiter les scénarios selon des questions pragmatiques pour l'aménageur en regroupant les scénarios de manière thématique (comportement piéton...).

Marc Pouchain propose de synthétiser l'information par des schémas.

Annexe 5

Compte-rendu : réunion du 18 mai 2009 Organisation des projets

En direct de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris

Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM - Caen)
Nicolas Hanff (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA) (rédactrice)

En visioconférence depuis le CETE d'Aix-en-Provence

Marine Millot

Ordre du jour :

- Rapport inégalités
- Problèmes des données mobilité
- Bicyclettes
- Deux-roues motorisés
- Nouveau projet nommé « projet urbain »

* * *

RAPPORT DISPARITES

Le rapport est terminé et est en cours de relecture pour les dernières modifications. Des présentations pour valoriser ce travail sont prévues. Fleur a notamment posé la question de la place du nom des rédacteurs dans le rapport et des données de mobilité marche à pied. Certains rédacteurs du rapport ont actuellement besoin de valoriser les travaux auxquels ils ont participé, les noms seront donc laissés. La deuxième question pose le problème de l'accès aux données mobilité.

DONNEES MOBILITE

Dominique rappelle le contexte : Mohand s'est tout d'abord chargé de contacter le CETE Nord Picardie pour récupérer les données de l'Enquête Ménages Déplacements concernant les ZUS et les Zones de Contrôle, puis Sylvanie a pris le relais. Cependant, les questionnements avancent rapidement : le CETE est sans cesse recontacter pour de nouvelles extractions de la base de l'Enquête Ménages Déplacements, d'autant qu'il y a un temps assez long entre la demande, l'extraction de la part du CETE et l'exploitation. Il serait peut-être plus efficace d'avoir accès à l'intégralité de la base. Se posent alors des questions juridiques et techniques. Il s'agit de mobiliser d'autres laboratoires de l'INRETS qui travaillent sur des questions de mobilité (LVMT, DEST), si cette piste n'aboutit pas, le CETE sera sollicité en vue d'accéder plus facilement aux données mobilité, en évitant les nombreux allers retours.

BICYCLETTES

Nicolas Bué a terminé son contrat, le rapport sur les accidents de bicyclettes dans la LMCU est presque fini. Une partie importante reste encore à traiter : la localisation des accidents par GEOSYSCOM et l'analyse géographique. Il s'agit de mettre en relation les points d'accidents avec des données sur l'environnement, après avoir défini une typologie d'espace à différentes échelles (à partir des données sur l'urbanisme, les réseaux, les points d'activité urbaine...).

Marine soulève la question des aménagements cyclables. Plusieurs choses permettent de les étudier : il existe un monsieur Vélo à la LMCU témoignant de la volonté de suivre la question des bicyclettes de près

(notamment un bon relevé des aménagements cyclables existants dans l'agglomération), et le codage a intégré la présence et l'utilisation d'aménagements lors de l'accident.

DEUX-ROUES MOTORISÉS

Nicolas présente le codage et le travail qu'il entreprend.

- Méthode : Elaboration d'un bordereau de codage à partir des bordereaux du projet disparités et bicyclette. Codage de 50 PV puis retour sur le bordereau.
- Effectifs : 6 000 impliqués pour les 2 roues motorisés sont recensées dans la région Nord Pas de Calais, dont 3 800 dans la LMCU suite à une recherche textuelle, il faut retrier à la main pour n'avoir que les impliqués 2 roues motorisés habitant dans la LMCU entre 2001 et 2009. Privilégier les dernières années ou prendre 250 accidents pour chaque année ? Il faut revenir à la question de recherche pour trancher. L'idée de cette recherche est d'analyser les accidents des 2 roues motorisés par l'angle territorial en localisant les accidents et les lieux de résidence des impliqués.
- Variables du bordereau : Type de véhicule (grâce au numéro CNIT notamment) - Expérience de la conduite avec l'ancienneté du permis A, même si des biais existent selon la fréquence d'utilisation du véhicule. Parfois les PV témoignent de l'expérience ou de la fréquence d'utilisation : test sur les 50 premiers PV – Usage professionnel – Puissance du véhicule (grâce à la typologie des assurances déjà utilisées dans d'autres travaux de l'INRETS) – Blessures (même codage que pour les bicyclettes).

Il s'agit de mettre en relation les données sur les accidents, sur les populations (IRIS de l'INSEE, à partir du codage de l'adresse de l'impliqué) et des données de mobilité (l'Enquête Ménages Déplacements).

Thierry pose le problème du motard qui chute seul : est-il recensé par les forces de l'ordre ? On n'a jamais la totalité des accidents : il faut rapprocher les données médicales avec les données sur les forces de l'ordre pour obtenir un coefficient multiplicateur. Mais, les motards sont assurés au tiers, ils ont moins d'intérêt que les automobilistes à faire un constat. L'image construite est biaisée.

Qui fait quoi ? Nicolas se concentre sur la bibliographie et le codage. GEOSYSCOM fait une typologie des espaces après une réunion de travail avec le reste de l'équipe, afin de déterminer les caractéristiques accidentogènes.

Nicolas Clabaux (INRETS-MA, Salon) est associé à cette recherche. Il travaille sur les accidents de Marseille et fait partie du groupe du CERTU qui travaille sur les accidents des 2 roues motorisés.

NOUVEAU PROJET : « PROJET URBAIN »

Mohand a travaillé sur ce projet. Le contexte de ce travail est une volonté politique de réduire le nombre de tués usagers vulnérables (cyclistes et piétons) dans la LMCU. L'objectif est de définir théoriquement des niveaux d'insécurité des usagers vulnérables dans les villes à partir des caractéristiques de l'espace (activité urbaine, trafic...). Pour valider cette construction théorique, deux voies sont possibles : les espaces construits (portant le doux nom de ZIVAG : Zones Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement) doivent regrouper le plus grand nombre d'accidents pour un minimum d'espace et les zones doivent être validées par les techniciens de la LMCU qui connaissent le terrain.

Expliciter les « briques » (activités urbaines ou niveau de trafic) est un lourd travail. Il faut définir les termes, combiner des données différentes, construction d'un vocabulaire, faire des requêtes qui expliquent au mieux les accidents... Beaucoup de techniques liées au SIG.

L'autre objectif de ce projet est d'automatiser les requêtes pour les rendre utilisables par des non-spécialistes des SIG. Karim de Caen travaillera sur ce point. Avant qu'il ne commence à travailler, il faut définir un cahier des charges, sur lequel Mohand et Thierry commencent à travailler.

Dominique pense que ce projet est l'occasion de travailler sur la théorie de l'insécurité par rapport au spatial. On sait travailler sur les aménagements, intégrer la sécurité dans les projets de voiries et intégrer la sécurité dans les PDU. Mais ici, il s'agit d'avoir une vision stratégique : le spatial a des composantes, comment l'insécurité est-elle générée d'un point de vue théorique ?

Thierry aborde les questions d'acceptabilité et de temporalité :

- Alors que les autres sciences traitant des risques abordent la question de l'acceptabilité, la sécurité routière moins. A l'INRETS, il y a bientôt une PFI (Plate-Forme Intégratrice) abordant ce thème : mais comme l'erreur est considérée comme venant du conducteur, il est rare que les pouvoirs publics se sentent concernés par la sécurité routière (à l'exception des écoles).
- Le projet est l'occasion de réfléchir à la temporalité des aménagements dans la journée (heures creuses, heures pleines, jour, nuit...). En effet, note Marine, pour éviter les embouteillages aux heures de pointe les voiries sont larges, mais ces mêmes voies créent des appels d'air et les vitesses augmentent aux heures creuses.

* * *

Les prochains rendez-vous :

- 26 mai 2009, 14h, LMCU avec Marc Pouchain.
- 15 juin 2009, 13h30, Maison des Sciences de l'Homme (Paris) et CETE d'Aix en visioconférence.

Annexe 6

<p align="center">Compte-rendu réunion - LMCU 26 mai 2009 Présentation étude 2RM</p>
--

Participants :

Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Nicolas Hanff (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (rédactrice) (INRETS-MA)
Marc Pouchain (LMCU)
Alexandre Demeester (LMCU)

* * *

Rapport « Disparité des espaces du risque routier »

Les assurances vont augmenter pour les habitants des quartiers défavorisés.

A partir de 60 ans, le sur-risque augmente dans les ZUS, mais attention aux faibles effectifs. Marc n'est pas étonné de constater que les hommes sont plus accidentés que les femmes et note un fort sur-risque pour la tranche d'âge 20-39 ans pour les habitants des ZUS.

Dominique rappelle qu'il faut nuancer ce résultat en raison de la forte proportion d'étudiants dans la ZC de Moulins : si les étudiants sont moins accidentés que la moyenne, le sur-risque augmente pour la ZUS de Moulins. D'ailleurs les analyses ont été faites sur les 4 ZUS sans Moulins et les résultats montrent un sur-risque plus faible pour cette tranche d'âge. Des analyses complémentaires seraient bienvenues.

Les tests d'épidémiologie sont peu compréhensifs pour le « grand public », les éléments de la conclusion et de la synthèse permettent de comprendre les principaux résultats.

Finalement, il y a peu de sur-risque pour les très jeunes, mais ils représentent un fort enjeu en raison des populations importantes d'enfants dans les ZUS. Au contraire, malgré les faibles effectifs, un sur-risque apparaît pour les plus de 60 ans, avec un enjeu moindre en raison de leur nombre.

Marc synthétise le rapport : les habitants des ZUS sont plus accidentés en raison de comportements délicieux, d'une plus forte prise de risque (particulièrement des jeunes hommes), de l'éducation, des conflits entre activités locales et trafic. Les fausses bonnes idées d'ouvrir les quartiers pour les « désenclaver » sont donc à revoir (comme un cabinet d'architectes avait préconisé pour le quartier Sainte Elisabeth). Dominique pointe que la zone 30 n'est peut-être pas non plus un outil adapté aux ZUS.

La LMCU mène une analyse de la sécurité rue d'Epeules à Roubaix à la demande du collègue aménageur, l'INRETS pourrait assister à une des réunions (voir avec l'aménageur). L'analyse montre que sur 25 accidents, 19 concernent des piétons, ce qui indique bien des conflits entre activités locales et trafic.

Présentation Deux-Roues Motorisés

Nicolas présente la méthodologie de l'étude « Dimension spatiale du risque routier des deux-roues motorisés ». Marc indique qu'il y a beaucoup de problèmes liés à la présence de deux-roues motorisés sur les aménagements cyclables. Les données traitées sont issues du croisement des fichiers BAAC, de la base transPV, et de la base motos des assurances pour les caractéristiques des véhicules (poids, modèle, ancienneté, marques, cylindrés...).

Plusieurs questions sont débattues concernant les variables à coder :

- Drogue : les usages sont de plus en plus présents dans les accidents de la route, mais le dépistage n'est pas fait automatiquement. Cette variable ne sera pas codée.
- Ancienneté de l'utilisation de l'engin : pas lié à l'obtention du permis et problème d'utilisation de 125 cm3 possible avec le permis B.
- Vitesse et l'impliqué « présumé responsable » : difficulté de la fiabilité de l'information (subjectivité).
- Casque : noter s'il est mal attaché, pas attaché...

Le bordereau de codage est retravaillé ces prochains jours par Nicolas, Dominique et Jean-François.

* * *



Prochains rendez-vous :

- 15 juin 2009, 13h30, Maison des Sciences de l'Homme (Paris) et CETE d'Aix en visioconférence.
- 1 juillet 2009, 14h, LMCU.

Annexe 7

Réunion LMCU - 28 juillet 2009

Présents :

Jean-Louis Séhier (LMCU)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Mohand Medjkane (GEOSYSCOM / INRETS-MA)
Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA, rédactrice)

Jean-Louis Séhier présente un diagnostic environnemental de l'agglomération de Lille, en collaboration avec la LMCU, l'INRETS et une entreprise en communication. Les techniciens ont besoin de ce genre de document pour discuter avec les élus. Il semble primordial d'attribuer un budget pour simplifier et vulgariser les résultats de recherche. Les apports d'une collaboration avec une entreprise en communication sont nombreux : ils savent rendre un document lisible et attractif, ils ont un véritable savoir-faire, ils ont un regard extérieur. La valorisation des résultats de recherche est un vrai sujet. Il s'agit de trouver de nouvelles formules. Dominique insiste sur la différence entre un rapport de recherche et une expertise qui permet de communiquer auprès des élus. Le second est davantage porteur de propositions d'action que le premier. Un tel document doit donc être rédigé avec les techniciens de la LMCU.

Les liens entre la recherche et les techniciens sont à approfondir, comme cela a pu être le cas avec Sylvie Mathon : ayant fait sa thèse sur le stationnement résidentiel (soutenue en 2008), elle est venue exposer les principaux résultats aux techniciens de la LMCU.

Le contexte politique à la LMCU est peu favorable à la sécurité routière. En janvier dernier, a eu lieu un grand débat sur la mobilité : la sécurité routière a été très peu abordée (Mais bonne nouvelle ! La traditionnelle semaine de la mobilité devient la semaine de la mobilité et de la sécurité routière). Il y a 15-20 ans, la LMCU a beaucoup agité et investi pour la sécurité. Valorisée pour ces actions, elle se repose peut-être sur ses lauriers. La LMCU est en cours de réorganisation avec notamment la création d'un pôle MOBILITE. Un des grands débats est la place du service « voirie » : rejoindra-t-elle le pôle MOBILITE ou restera-t-elle au sein des services techniques ?

Dominique présente l'ensemble des projets terminés et en cours. Les nouveautés sont de restituer la sécurité à l'échelle de l'agglomération comme le bruit ou la pollution ; et de travailler sur les populations accidentées, en complément du lieu où se produit l'accident. Mohand présente, quant à lui, les résultats des analyses spatiales.

Les réactions de Jean-Louis Séhier face à cette présentation :

- Travailler sur la mobilité à travers l'Enquête Ménages Déplacements (2006) et les liens avec les accidents. Entre les données physiques et les données sur les accidents, il y a la mobilité.
- Travailler sur la mobilité et les flux permettrait d'introduire la « respiration de la ville » (la « ductilité », dit maître Saint-Gérand).
- Les liens entre les vitesses et les intersections sont à creuser : est-ce que la densité d'intersection est corrélée aux vitesses ? Est-ce que la distance entre deux intersections est corrélée aux vitesses ?

Pour finir, le rapport sur les accidents cyclistes est évoqué. Jean-Louis Séhier relate les chiffres étonnants de la pratique du vélo dans le périmètre de l'Enquête Ménages Déplacements (qui déborde sur la Belgique) : 20 % en Flandres, 4 % en Wallonie, 2 % en France. Le vélo semble remplacer la marche à pied en Flandres.

Compte-rendu de la réunion MSH du vendredi 13 novembre 2009

Etaient présents :

Thierry Saint-Gérard (GEOSYSCOM)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Eliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg)
Nicolas Hanff (INRETS-MA)
Quentin Valcke (INRETS-MA, rédacteur)

- Configuration spatiale des scénarios type d'accidents impliquant les 2RM

Nicolas présente les résultats d'une première réflexion concernant des possibilités de rapprochement entre des scénarios-type d'accident des 2RM et les caractéristiques spatiales, morphologiques, du lieu de l'accident. L'idée, en d'autres termes, est de pouvoir déterminer si un scénario d'accident peut être à rapprocher d'une configuration spatiale, scénographique, particulière. Cette réflexion, qui vise à intégrer la dimension spatiale à la vulnérabilité du risque accident, pourrait être traitée par les SIG.

Nicolas a mis en avant un certain nombre de critères qu'il s'est efforcé d'appliquer sur trois types de scénarios (U29 : perte de contrôle en courbe ; U6 : conducteur tournant à gauche généralement en intersection sans percevoir un 2RM circulant en sens inverse ; U26 : conducteur confronté à un ralentissement de la circulation en aval) :

- Niveau de trafic
- Type de milieux (urbain, périurbain, rase campagne...)
- Centre-ville / périphérie
- Type de voiries (principale / secondaire)
- Largeur de la voie
- Schéma de l'intersection
- Visibilité
- Scénographie du lieu de l'accident (commerçant, piétonnier, résidentiel...)

Pour le scénario U6, on constate que l'accident se produit majoritairement en périphérie, sur un axe structurant, le plus souvent en intersection quel que soit la qualité de la desserte, avec un niveau de trafic important.

Pour le scénario U29, l'accident a lieu sur des voies de desserte, sur des routes en périphérie peu ou pas commerçantes, avec un niveau de trafic assez faible.

Les accidents de type U26 se produisent, quant à eux, sur des axes principaux, rectilignes, à proximité de carrefours le plus souvent régulés par des feux tricolores, avec un trafic plutôt important.

Pour les trois types de scénarios, le caractère commerçant ou piétonnier d'un lieu n'est pas un facteur déterminant d'accident ; peu de cas de scène visuelle complexe ont été recensés, aussi cet élément n'est pas non plus jugé déterminant.

L'objectif d'assigner des conditions spatiales aux scénarios d'accident est de pouvoir relever par l'outil SIG des lieux de tension accidentogènes. Toutefois, les critères mériteraient d'être affinés en prenant notamment en considération des éléments plus quantifiables.

Thierry confirme l'intérêt d'une approche spatiale, qui trouverait un traitement tout à fait propice par le SIG. Il s'agirait de proposer une analyse véritablement géographique de la vulnérabilité au risque accident.

Pour Eliane et Thierry, se pose la question des données, puisque l'étude de l'environnement du lieu de l'accident suppose de s'appuyer sur une échelle particulièrement fine. Si, pour Thierry, cette échelle est compatible avec les éléments du SIG (notamment à l'aide des plans cadastraux), l'analyse se révélerait particulièrement lourde : un traitement de l'image pour la transformer en objet SIG nécessite une systématisation qui prend du temps. On réfléchit par ailleurs à une personne ressource qui pourrait s'occuper de ce travail ; le nom de Mohand est avancé...

La question du traitement des déplacements des 2RM est alors posée, et une échéance est prévue pour le mois de décembre. Dominique insiste sur le fait de pouvoir démontrer, au travers de cette étude, l'apport de l'utilisation d'un SIG.

Mais au-delà de cette question, Dominique interroge plus généralement sur l'apport de la géographie dans les travaux menés par l'INRETS sur la sécurité routière.

Eliane propose alors de reconsidérer l'utilisation du SIG : travailler plus rapidement en étant moins exhaustif, afin d'une part d'éviter les pertes de temps pour acquérir les données et d'autre part parce que l'analyse spatiale en pâtit ; il est trop difficile de mettre à jour et d'utiliser efficacement des bases de données trop lourdes. Ainsi,

concernant le travail entamé par Nicolas, Thierry propose de définir au préalable des environnements types simples sans aller jusqu'à l'échelle du bâtiment, qu'il faudrait construire à l'aide de critères qui restent à définir.

- **Le projet ANR**

Le deuxième point abordé au cours de cette réunion est la rédaction d'un projet blanc ANR.

Dominique insiste sur l'intégration des outils d'analyse géographique dans la prise de décision, qui doivent s'apparenter à un apport de l'expertise. Le risque doit être appréhendé à différentes échelles, dans une vision multiscalaire.

Pour Eliane, le SIG doit être un outil participatif, à élaborer en partenariat avec des acteurs d'horizons variés, en faisant évoluer les critères, modulables en fonction des priorités des uns et des autres. Il intervient alors également comme un outil dialogique entre tous les acteurs concernés par la sécurité routière. Il convient de ce fait de ne pas définir une approche déterministe du risque et d'utiliser les expériences, les expertises de chacun.

Est alors défini un plan de rédaction global qui s'organise comme suit :

1. Partir de la gestion territoriale des risques (en considérant la complexité spatiale de la vulnérabilité à l'accident). Cette approche doit être justifiée, se faisant le pendant d'une vision comportementale souvent privilégiée dans l'analyse du risque accident.
2. Comment mobiliser le savoir des experts ? Mettre au clair le système d'acteurs très complexe de la sécurité routière (diversité des échelles, savoirs experts et retours d'expériences...).
3. Mise en exergue de la nécessité d'un outil (le SIG) qui interroge le fonctionnement et les spécificités des espaces en fonction des différents types de risque.
4. Introduire l'application du questionnement spatial à la sécurité routière, par l'expérimentation d'une gestion territoriale du risque.

Trois partenaires sont nommés dans cette étude : Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM), Dominique Fleury (INRETS), l'Université de Strasbourg.

Le dépôt du dossier aura lieu le 12 janvier.

Compte-rendu de la réunion LMCU du vendredi 20 novembre 2009

Etaient présents :

Marc Pouchain (LMCU)
Alexandre Demeester (LMCU)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Nicolas Hanff (INRETS-MA)
Quentin Valcke (INRETS-MA)

- **Mise au point du programme général de la réunion prévue avec LMCU**

Dominique entend soulever deux questions principales :

- Quels sont les outils présents pour lutter contre le risque accident sur la Communauté Urbaine de Lille ?
- Comment sont-ils utilisés et comment pourraient-ils être mieux utilisés ?

- **Traitement statistique des accidents**

Marc interroge sur la signification statistique à donner au dispositif d'alerte concernant les concentrations anormales d'accidents. Y a-t-il une signification statistique à donner aux « points noirs », tronçons ou carrefours qui concentrent une part élevée d'accidents routiers.

Pour identifier les points noirs, il existe des modèles empiriques et non probabilistes.

Le calcul statistique des points noirs n'étant de toute évidence pas aisée, Dominique préconise une méthodologie simple : travailler indépendamment par niveau de trafic (utiliser les classes de trafic) ainsi qu'isoler les grosses intersections qui doivent être considérées à part. La loi de Poisson permet d'effectuer ce type d'analyse à condition de sélectionner des éléments qui soient compatibles. La technique permet, d'une part de considérer les points sensibles sur lesquels donner l'alerte et présente, d'autre part, l'avantage de balayer l'ensemble du territoire.

- **Les DRM**

Le codage des PV 2RM est achevé. Nicolas est en train de réaliser l'étude bibliographique.

Les exploitations débuteront dans peu de temps.

Quelques informations récentes livrées par Marc Pouchain et Alexandre Demeester concernant les accidents de DRM :

- La responsabilité des DRM dans les accidents a tendance à augmenter et le taux de gravité est plus important lorsque c'est le DRM qui est responsable.
- Beaucoup d'accidents récents sont dus à des usagers ne possédant pas d'expérience du véhicule : volé, prêté, neuf.
- Les accidents n'impliquant qu'un DRM représente pour cette année à peu près 10 % des cas.

- **Les PL**

Il a été décidé d'intégrer dans l'échantillon les bretelles de raccordement et les tronçons du périphérique classés Route Départementale et Route Nationale. On considérera également les bus et les tramways, en attendant éventuellement un travail spécifique sur les accidents de bus, ainsi que les véhicules utilitaires.

Etant donné les difficultés d'exploitation que suggèrent le bordereau PL (hétérogénéité des types de véhicules, de leurs usages..., la variété des facteurs de risques, etc.), il est prévu de reconsidérer le bordereau dans la perspective de l'exploitation des données ; il s'agira de lister les points qui prêtent à discussion, pour définir une pertinence d'ensemble au bordereau.

Prochaine réunion : 15 janvier 2010

Réunion MSH du 16 décembre 2009 ANR
--

Etaient présents :

Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM)
 Dominique Fleury (INRETS-MA)
 Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
 Eliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg)
 Nicolas Hanff (INRETS-MA)
 Quentin Valcke (INRETS-MA, rédacteur)

Informations concernant les admissions des ANR

Eliane fait un compte-rendu d'une réunion d'information des préconisations à respecter pour l'acceptation d'un dossier ANR.

Elle donne d'abord des renseignements généraux : 20 % des demandes d'ANR sont reçues ; le montant moyen attribué pour une ANR, dans le domaine des sciences sociales et humaines, s'élève à 220 000 euros.

Puis elle présente les préconisations générales pour un bon dossier : le projet ne doit pas engager plus de quatre partenaires, avec environ trois personnes impliquées par équipe. La question se pose de savoir alors comment faire apparaître les partenaires qui viendront apporter leur pierre au projet. Dans une volonté de visibilité, il semble nécessaire de ne nommer que les labos de recherche impliqués, en faisant alors apparaître les autres partenaires comme prestataires dans une logique de sous-traitance.

Une ANR s'avère en définitive assez contraignante, mais cela semble être le prix à payer pour accroître la visibilité de l'étude et plus généralement augmenter la masse critique sur la sécurité routière, pour attirer les clients potentiels et valoriser les prestations.

Remarques de fond sur le contenu de la présentation de l'étude

Thierry insiste sur la nécessité d'une articulation pluridisciplinaire qui fait l'une des forces du projet.

Dominique tempère toutefois que l'élargissement des problématiques peut conduire à une moindre efficacité en vue de remplir les objectifs, et qu'il s'agit selon lui d'approfondir les questionnements et la complexité afin de répondre à la question suivante : comment, de façon empirique, concilier les deux approches de travail GEOSYSCOM / INRETS ?

Et d'insister sur la qualité à donner au contenu avant d'opérer les formalités de l'affichage.

Eliane propose la problématique suivante pour l'étude : quels enjeux majeurs du territoire font que, quand ils ne fonctionnent plus, amènent des dysfonctionnements et la vulnérabilité de ce territoire ? Et de là, quels sont les éléments à préserver absolument ?

Pour Dominique, c'est dans la tension entre l'outil technique « simplificateur » SIG et la complexité à la fois du travail de recherche et du territoire de l'étude que réside l'originalité de l'étude ; c'est donc cet aspect qui doit être mis plus en avant dans le texte. Le SIG va venir expliciter et spatialiser les résultats de la recherche experte. C'est autour de cette apparente irréductibilité théorique entre les deux éléments que peuvent venir se développer des outils méthodologiques.

Il apparaît important par ailleurs de mettre en avant la portée opérationnelle suscitée par cette étude : le SIG peut être un outil appropriable par les professionnels, notamment par la cartographie.

Le SIG, dans sa construction, doit être enrichi de l'expérience et du savoir de l'expertise locale qui va venir affiner l'approche du territoire.

L'étude met donc en avant deux approches : une hypothico-déductive et une inductive, d'abord opposées, mais qu'il s'agit de rejoindre.

Compte-rendu de la réunion LMCU du vendredi 15 janvier 2010
--

Etaient présents :

Marc Pouchain (LMCU)
Alexandre Demeester (LMCU)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA)
Quentin Valcke (INRETS-MA)

Quelques nouvelles de la LMCU... :

- Etude sur les évaluations d'impact du PREDIT pour pallier aux problèmes d'évaluation.
- Lancement d'une étude du CETE sur les accidents des deux-roues, de laquelle sera exclu le boulevard de la Liberté qui présente une configuration trop spécifique, avec des scénarios d'accidents particuliers et une fréquence trop importante (points noirs).
- Quelques résultats récents de l'accidentologie dans la communauté : peu d'impacts des aménagements sur les accidents des deux-roues, augmentation des tués motards de 50 % en 2009 par rapport aux années 2007-2008, baisse globale des accidents et du nombre d'impliqués sauf pour les deux-roues moteurs...
- Ont été ajoutés 3 scénarios à ceux présentés dans l'étude de Nicolas Clabaux : face à face de deux-roues sur voie spécialisée ; conflit entre deux 2RM ; voie spécialisée prise à contre-sens.

Préparation de la réunion du 26 janvier :

Seront présentées dans un premier temps brièvement les études « zone 30 », « bicyclettes », « 2RM » et « PL », plus ou moins développées en fonction de la demande et de l'intérêt de l'assistance.

Puis, de façon plus approfondie, seront exposées l'étude « ZIVAG » et celle sur les ZUS.

Les exposés devront être courts et accessibles selon les vœux de Marc Pouchain...

La réunion aura lieu le 26 janvier 2010, à 14h, au 5^{ème} étage, salle A.

Le choix des nouvelles ZUS et zones de contrôle dans le cadre de la thèse de Sylvanie Godillon :

Afin d'approfondir les connaissances sur la vulnérabilité au risque accident des habitants des quartiers sensibles, trois ZUS supplémentaires ont été sélectionnées par Sylvanie, avec comme dénominateur commun un cadre bâti identique, celui des tours et des barres, pour tenter de déterminer l'impact de l'environnement du lieu de vie sur cette vulnérabilité.

Hauts-Champs, Beaulieu et Bourgogne sont ces trois ZUS, faisant également toutes l'objet d'un projet de rénovation urbaine. L'impact de leur intégration dans un projet ANRU et donc en conséquence d'un mode de gouvernance particulier sera également jaugé.

Les zones de contrôle qui seront assignées à ces ZUS devront respecter les critères suivants : elles doivent être contiguës à la ZUS, comprendre un nombre d'habitants semblable, avec une densité comparable.

Le choix de la localisation des ZUS à proximité de Roubaix-Tourcoing sert à déterminer l'influence des mobilités vers le centre de Lille. Mais au vu du fonctionnement de la gouvernance de la LMCU qui conçoit également des aires d'influence à partie des centres-villes de Roubaix et de Tourcoing, Marc met en avant l'importance de considérer également ces mobilités en fonction de l'influence de Roubaix et de Tourcoing...

Réunion LMCU du 26 janvier 2010
--

Compte-rendu des débats

Zone 30

Conclusion des recherches : pas de baisse significative de l'accidentologie dans les zones 30.

Il est toutefois important de préciser que les aménagements des zones 30 réalisés à l'initiative de la LMCU n'ont pas forcément été pensés dans l'objectif strict d'une réduction des accidents ; des enjeux écologiques, de sécurité ressentie, de transfert modal, d'environnement urbain etc. ont également été pris en compte.

J-L Sehier considère néanmoins les résultats de l'étude comme des éléments de discussion dans la poursuite de la politique des zones 30 sur la communauté. Le deuxième PDU, en cours de rédaction, intègre effectivement une poursuite de la réduction des vitesses et sa communication devra passer par des arguments plus généraux que l'unique prisme de l'accidentologie.

M. Pouchain met en cause la significativité des chiffres des accidents en zones 30. L'échantillon lui paraît trop peu étoffé pour pouvoir établir des conclusions claires. Selon lui, on reste avec une marge d'incertitude qui ne permet pas de remettre en cause la moindre accidentologie dans les zones 30.

Rahmane ajoute, dans le même sens, que l'évolution des accidents dans les zones 30 reste difficilement appréhendable tant celles-ci se constituent sur des secteurs où les trafics sont au départ assez faibles et donc les conflits et les accidents assez minimes...

Etude bicyclettes :

Cette étude amène les agents de la LMCU à poser deux questions :

- L'effectivité du transfert modal. Est-ce que le développement du trafic vélo ne se ferait pas au détriment des piétons et ne traduirait donc pas véritablement un développement des modes de déplacements doux, comme cela semble être le cas en Belgique (Rahmane). Ce qu'il serait donc intéressant de faire, c'est une étude sur les déplacements et les accidents piétons + vélos.
- Analyse des conflits cyclistes / piétons.

ZUS

Pour J-L Sehier, ce qui est intéressant dans cette étude, c'est bien l'affirmation d'un taux de sur-risque aux accidents de la route dans les ZUS qui s'explique non par les caractéristiques sociales de la population mais par le lieu de vie : c'est bien le fait d'habiter une ZUS qui explose d'avantage que les profils sociaux. C'est un élément de conclusion important pour l'opérationnel, ici ce n'est pas la sociologie qui intervient mais la géographie.

Il insiste également sur la complexité des rapports de recherche, trop lourds, trop longs, qui prennent trop de temps à lire...

En réponse, Dominique estime qu'un travail de valorisation des études doit être assumé par les collectivités locales, pour qu'il y ait appropriation du travail de recherche par les professionnels du terrain.

Pour J-L Sehier, ce travail ne pourrait être assuré par les agents de la LMCU, faute de temps ; ce serait alors au PREDIT que pourrait revenir cette tâche mais, malgré de nombreuses demandes le PREDIT ne semble pas vouloir assurer ce rôle.

ZIVAG

Mohand rappelle le principe général de ce projet : intégrer les objectifs de sécurité routière à une stratégie globale. Le SIG est alors placé dans une posture stratégique, comme outil d'accompagnement, de gestionnaire pour les agents de la LMCU.

M. Pouchain pointe une approche trop analytique ; l'outil ne semble pouvoir encore assumer une portée opérationnelle ; ce à quoi Mohand répond que la notion de ZIVAG doit d'abord être actée et définie collectivement par les experts et les chercheurs, avant de postuler à une perspective opérationnelle.

Rahmane trouve que les croisements des informations pour définir des zones d'intervention n'apportent pas de nouvelles connaissances : par exemple, il paraît, selon lui, évident que les accidents sont plus nombreux sur les secteurs fortement urbanisés... et pose la question de manière un peu provocatrice : qu'est-ce que cela apporte ?

Mohand réplique que la combinaison des différents critères choisis donne à caractériser des zones d'intervention prioritaire qui vont venir soutenir, optimiser et argumenter les choix politiques d'aménagement.

Alexandre prône pour que la cartographie des ZIVAG devienne un outil évolutif et comparatif afin de mesurer les impacts des dispositifs d'aménagement réalisés ; en d'autres termes, qu'elles deviennent un indicateur d'efficacité.

Dominique développe ce point en expliquant que les géographes doivent s'employer à réaliser une approche dynamique du territoire : une cartographie du territoire avant et après aménagements. L'échelle temporelle pourrait dans un premier temps être d'une décennie.

La personne à côté de Jean-François se demande comment ont été cartographiées les routes déconnectées, selon quels critères ont-elles été choisies. Mohand explique que le choix de ces routes a été réalisé grâce à des cartes du réseau routier (incluant le trafic) puis la sélection a été discutée avec Marc Pouchain pour être validée.

J-L Sehier soulève le problème de la représentation graphique et de l'approche du territoire : les professionnels de LMCU raisonnent en terme de réseau alors que les études présentées lors de la réunion s'appuient sur du surfacique. D'où une certaine perplexité de l'assistance perturbée par cette manière de considérer la sécurité routière.

Ce à quoi Dominique et Thierry répondent que ce n'est pas totalement involontaire, le but étant de déstabiliser pour permettre une discussion globale et stratégique.

J-L Séhier est assez intéressé par les cartes d'évolution. Il propose par exemple de s'intéresser à l'évolution de l'accidentologie dans LMCU sur deux périodes de 5 ans.

Rahmane propose une autre piste de réflexion : pourquoi ne pas réaliser des modélisations. Cela permettrait de montrer aux élus que s'ils entreprennent des stratégies de régulation du trafic ils vont avoir un nombre X d'accidents en moins.

Selon Mohand, c'est faisable en ce qui concerne des évolutions du trafic mais pour l'instant beaucoup plus difficile de faire de la modélisation avec les vitesses pratiquées.

Rahamane voit la difficulté de la représentation surfacique des vitesses dans la confusion cartographique qui se crée sur un chemin sur lequel on ne peut rouler à plus de 25 km/h à proximité d'une autoroute.

Les géographes de Caen expliquent que, là encore, il faut interpréter cela dans une dimension plus large, ces cartes ne sont pas faites pour être interprétées de manière ponctuelle.

Dominique revient sur les résultats des cartographies de V85, ils sont très intéressants puisque l'on se rend compte qu'ils sont faibles dans un certain nombre de zones urbaines. Les limitations à 30 km/h ne sont donc pas absurdes au regard des pratiques.

J-L Sehier revient sur la mobilité, elle ne doit pas être mise de côté, il serait intéressant de l'intégrer dans les cartographies.

Réunion MSH du 11 mars 2010

Etaient présents :

Thierry Saint-Gérard (GEOSYSCOM)
 Dominique Fleury (INRETS-MA)
 Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
 Eliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg)
 Nicolas Hanff (INRETS-MA, rédacteur)
 Quentin Valcke (INRETS-MA)
 Abdelkrim Bensaïd (GEOSYSCOM)
 René Kahn (Université de Strasbourg)
 Sylvania Godillon (INRETS-MA)

1^{ère} partie. Bicyclettes

GEOSYSCOM a entrepris un travail à partir de la localisation des accidents : comment la structure spatiale des accidents s'articule-t-elle avec la structure spatiale du territoire ? Dans quel type d'espace s'inscrivent les accidents ?

Eliane a commencé à travailler avec Mohand et Karim pour définir une typologie de l'environnement urbain tout d'abord en s'appuyant sur le bâti et ses fonctions. La BDtopo (fonction des bâtiments mais pas habitat) est croisée avec le PLU et la base de données sur l'occupation des sols.

Ces informations issues des différentes couches à disposition seront couplées avec la densité et la forme du bâti, autrement dit la texture et la structure du bâti.

Le but étant de définir des aires fonctionnelles, d'établir la morphologie urbaine en intégrant la structure des réseaux. Il s'agit de réaliser une typologie d'ensembles homogènes avec une même structure de voirie. L'idée serait de disposer d'une typologie à différents niveaux d'échelles.

La deuxième démarche consiste à partir de la localisation des accidents pour déterminer l'environnement immédiat de l'accident.

Thierry a réalisé une carte de gravité des accidents bicyclettes, celle-ci confirme des faits bien connus en accidentologie : les accidents sont plus nombreux en milieu urbain mais la gravité est moindre.

Dominique émet quelques réserves devant la complexité du travail entrepris. Ne faudrait-il pas plutôt partir d'hypothèses fortes à valider ensuite par une typologie de l'espace ?

La typologie de l'espace fonctionne pour certains critères mais il est difficile d'aller plus loin, il n'existe pas de déterminisme dans l'accident. La cartographie doit répondre à des hypothèses, les professionnels de la cartographie devraient répondre aux problèmes constatés par les acteurs territoriaux.

Afin de déterminer la direction des trajectoires (centripète/centrifuge) des impliqués à bicyclettes, GEOSYSCOM a réalisé une carte de vecteurs entre le lieu d'habitat de l'impliqué et la localisation de l'accident. Cette carte sera présentée le 18 mars lors de la réunion LMCU.

2^{ème} partie. Volet économique de la sécurité routière avec René Kahn

Dominique revient sur le contexte de l'étude et le besoin d'un économiste. Il s'agit d'intégrer les questions économiques aux questions de sécurité routière. L'étude répond à un appel d'offres ANR et explore le lien iniquité socio-spatiale et risque routier.

La 1^{ère} étape a été de relier l'analyse des risques avec une approche géographique, ne plus travailler sur l'accident en tant que tel mais sur le lieu d'habitat des impliqués. Ainsi, globalement les résultats de l'étude montrent que les habitants des ZUS ont un sur-risque de 36 %.

L'échantillon traité va être complété avec l'analyse des accidents des habitants de 3 autres couples zone de contrôle / ZUS choisis selon des critères différents en ce qui concerne la forme du bâti.

La collaboration avec un économiste doit permettre d'interroger le territoire afin d'appréhender et de comprendre l'influence des activités économiques. Le diagnostic économique du territoire doit permettre entre autres d'ajouter une nouvelle compréhension dans l'organisation des flux et des réseaux.

René Kahn explique que la question de l'échelle territoriale dépend de l'échelle à laquelle on travaille. Plus le territoire analysé est petit plus le diagnostic économique est difficile.

D. Fleury recadre le travail, il s'agit ici d'un diagnostic à l'échelle de LMCU et non de la ZUS.

Le choix de la LMCU comme territoire paraît pertinent néanmoins il faudra y revenir, René Kahn ne connaît pas ce territoire et l'économiste va souvent rechercher un territoire homogène ou particulier qui se détache des frontières administratives.

Le diagnostic territorial n'est pas une spécialité de l'économiste puisque l'économie est a-territoriale, il y a très peu de problématiques que l'on arrive à territorialiser.

Le diagnostic territorial va permettre de dire si un territoire est en bonne santé ou non. Il n'existe pas d'appareil théorique/technique normé et opérationnel qui permette de faire un diagnostic socio-économique par contre il existe des pré-requis pour cadrer le diagnostic.

René Kahn rappelle qu'il existe des méthodes d'analyse destinées à faire ressortir les disparités des territoires. Là encore, ce n'est pas l'économiste qui est forcément le plus qualifié pour appréhender les sous-ensembles. A l'échelle fine, l'économiste perd de la compétence, les modèles économiques sont conçus pour être utilisés à des échelles plus larges.

Enfin René Kahn s'interroge sur l'articulation entre caractéristiques territoriales et comportements. Quelles variables économiques se rapportent à l'accidentologie ?

Il ne peut y avoir de séparation entre l'état du territoire et les comportements à risque. La dynamique du territoire influence les flux. Le diagnostic de la dynamique du territoire permet d'interpeller le technicien sur l'évolution de ce territoire et ainsi tendre vers des idées d'aménagement. Il s'agit aussi de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse selon laquelle les conflits d'usage inhérents aux activités économiques urbaines vont susciter des accidents. Il peut exister une inadéquation entre les lignes de développement des activités, les mobilités qui en découlent et les structures qui les supportent.

Le but du diagnostic n'est pas de résoudre les questions d'insécurité observables dans leur complexité mais, en amont, d'analyser les problèmes potentiels entre des flux et des espaces traversés et de les inscrire dans les politiques publiques ; l'objectif est de développer une vision stratégique de la sécurité routière.

Réunion LMCU – 18 mars 2010

Etaient présents :

Marc Pouchain (LMCU)
 Alexandre Demeester (LMCU)
 Martine
 Jacques Ramaen (LMCU)
 Dominique Fleury (INRETS-MA)
 Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
 Quentin Valcke (INRETS-MA)
 Nicolas Hanff (INRETS-MA)

Etude 2RM :

Nicolas Hanff présente les premiers résultats de l'étude « Deux-Roues Motorisés » qui porte sur 1 746 accidents dans le département du Nord, impliquant 2 001 usagers habitant le territoire de la LMCU, entre 2003 et 2008.

Si l'échantillon correspond aux proportions locale, régionale et nationale pour le critère « sexe », on repère une sur-représentativité des cyclomoteurs dans les types de 2RM utilisés, qui s'explique en partie par un usage traditionnel de ce type de véhicule par les habitants de la LMCU, moyen de mobilité correspondant à un pouvoir d'achat limité...

De la même façon, on constate une part plus importante des jeunes conducteurs, et surtout de très jeunes conducteurs (14-17 ans), par rapport aux chiffres régionaux et nationaux. Nicolas lance l'hypothèse de la représentativité d'une population jeune au sein de la LMCU...

La temporalité des accidents de l'étude suit globalement celle repérée dans les études régionales et nationales avec néanmoins un pic en mai et en octobre. Dominique suggère de tenter une corrélation entre ces résultats et la gravité des accidents. Marc spécifie d'emblée un constat de proximité des courbes de gravité des accidents de 2RM et des accidents totaux, l'usage des cyclomoteurs, prédominants dans l'étude, étant finalement peu soumis aux conditions météorologiques. Marc met également en évidence deux tendances relevées par d'autres études : la gravité est plus importante quand c'est l'impliqué 2RM qui est à l'origine de l'infraction plutôt que lorsque c'est l'autre impliqué qui est en tort ; la gravité de l'accident est également plus importante quand l'événement se produit sur bandes cyclables.

Une catégorisation des 2RM a été établie à partir de la base moto 2005 fournie par les assurances ; bon nombre de véhicules n'ont pu être classés en raison d'un manque d'information des PV, mais les scooters apparaissent néanmoins majoritaires (50 % de l'échantillon). Il serait intéressant de mesurer une évolution par année des accidents par véhicules, à comparer aux variations du marché.

On note par ailleurs une grande part des étudiants, lycéens et collégiens, ainsi qu'une prédominance des ouvriers. Il est suggéré d'une part de confronter les résultats des PCS avec le type de véhicules, et d'autre part de croiser les effectifs les plus importants des PCS (Etudiants, collégiens, lycéens / ouvriers) avec les lieux d'habitation et les lieux d'accidents. Les résultats donneraient des tendances de caractérisations spatiales à approfondir par rapport à des hypothèses territoriales (différents types d'accidents en milieu urbain ou rural...).

Les casques permettent de limiter la gravité de l'accident ; l'exploitation doit être faite sur les cyclomoteurs, puisque le port du casque par les usagers motocyclistes est quasiment systématique.

Les scénarios d'accidents les plus rencontrés sont largement liés aux problèmes de perception des 2RM par les autres impliqués, avec souvent des cas de changement de direction du véhicule de l'autre impliqué sans percevoir le 2RM qui circule dans le même sens de circulation.

Etude bicyclette :

Eliane et Thierry présentent les premiers éléments de réponse cartographique à la question de savoir si les déplacements en bicyclette, ayant conduit à un accident, sont plutôt centrifuges (vers la périphérie) ou centripètes (vers les centres-villes). Les mouvements centrifuges sont définis comme les déplacements effectués entre le lieu de résidence et la périphérie à partir du lieu de résidence ; les mouvements centripètes sont les déplacements effectués entre le lieu de résidence et les centres-villes de Lille, Tourcoing et Roubaix. Une première tendance semble s'effectuer sur une partie de l'échantillon : 46 % des déplacements sont centrifuges, 36 % des déplacements sont centripètes et 16 % sont intra-urbains. Mais il s'agirait de compléter l'analyse spatiale de ces flux en les confrontant à d'autres facteurs (la temporalité, la longueur des trajets...).

Bilan de l'étude LMCU des accidents sur les aménagements cyclistes :

Les bandes cyclables représentent 70 % des aménagements pour cyclistes sur lesquels se sont produits des accidents. Marc propose d'expliquer ce phénomène par un sentiment plus fort de liberté et de sécurité sur des aménagements qui leur sont dévolus, entraînant une baisse de la vigilance des usagers. Dominique résume alors

ainsi : ce ne sont pas forcément les aménagements qui sont plus dangereux mais les comportements des usagers qui y circulent qui se détériorent.

L'augmentation du nombre de bandes cyclables s'est accompagnée d'une hausse plus importante des accidents de bicyclettes que des cyclomoteurs. En revanche, les accidents sur les « contre-sens » cyclistes ont diminué, en dépit d'une augmentation du linéaire de ce type d'aménagement. Il est difficile d'appréhender une évolution plus précise des accidents sur ces types de linéaires car leurs aménagements ne sont pas toujours faciles à dater.

Date prévue de la prochaine réunion : 5 mai 2010 à 13h30

Compte-rendu réunion LMCU - 5 mai 2010

Présents :*Pour la LMCU*

- Marc Pouchain
- Alexandre Demeester
- Martine Arnaud
- Une stagiaire de Marc Corbot

Pour l'ODSR (Observatoire Départemental de la Sécurité Routière)

- Stéphane Queny
- Stéphane Lopez
- Une stagiaire

Pour l'INRETS

- Dominique Fleury
- Jean-François Peytavin
- Quentin Valcke
- Nicolas Hanff
- Sylvanie Godillon

* * *

Ordre du jour :

- Eventuelle collaboration avec l'ODSR
- Présentation des premiers résultats de la recherche sur les poids-lourds, véhicules utilitaires et bus dans la LMCU
- Présentation de l'approche spatio-temporelle des accidents de deux-roues motorisés dans la LMCU
- Organisation d'une réunion pour présenter le rapport « Disparité des espaces du risque routier »

* * *

EVENTUELLE COLLABORATION AVEC L'ODSR

L'ODSR participe à la réunion pour connaître les travaux de recherche de l'INRETS et pour voir dans quelles mesures une collaboration est possible. Les discussions portent sur les données accidents.

L'Observatoire Départemental de la Sécurité Routière (ODSR) se construit depuis 2006. Se développe actuellement un portail sur les accidents du Nord sur internet. Des partenariats ont été montés avec les forces de l'ordre pour accéder aux BAAC. Cependant, une des difficultés actuelles est l'accès aux procédures judiciaires pour des données qualitatives sur les accidents. C'est pourquoi l'ODSR s'interroge sur une éventuelle collaboration avec l'INRETS pour l'accès aux procès-verbaux d'accidents du département du Nord, issus de la base Trans-PV.

Jean-François répond qu'avec l'accord de Trans-PV, il est tout à fait possible de mutualiser l'extraction des PV du Nord faite par Trans-PV dans l'ensemble des PV de la France. Cela éviterait à Trans-PV de faire deux fois cette extraction. Il insiste sur le fait qu'il est indispensable de demander l'accès des PV à Trans-PV.

PRESENTATION DES PREMIERS RESULTATS DE LA RECHERCHE SUR LES POIDS-LOURDS, VEHICULES UTILITAIRES ET BUS DANS LA LMCU

Quentin présente les premiers résultats de la recherche menée sur les PL, VU et bus dans la LMCU. Nous ne noterons que les remarques et questions de la LMCU et de l'ODSR sur ce travail. Pour en savoir plus sur les résultats de cette recherche, contactez le chargé d'études (quentin.valcke@inrets.fr).

Quentin soulève un problème lié aux accidents sur bretelles de raccordement. Il est surpris de ne compter que deux accidents de ce type sur son échantillon de 442 accidents. Marc Pouchain propose de croiser les localisations d'accidents avec la « typonymie » de la LMCU afin de savoir si l'accident s'est déroulé sur un échangeur. Il conseille de contacter Bernard Louis.

Au sujet des bus, Marc Pouchain informe l'assemblée d'une étude lancée sur les accidents de bus Transpole. L'idée est de récupérer les données sur les accidents à partir des rapports effectués par les conducteurs de bus et fournis aux chefs de dépôt de bus. Cette base représente environ 800 accidents par an.

Marc Pouchain effectue une veille presse sur les poids lourds dans la LMCU et note que le trafic de poids lourds semble baisser récemment. Par rapport à 2009, le trafic de poids lourds est inférieur à 10 %.

Les recherches permettent de mettre en lumière de nombreux accidents bus/piéton sur le boulevard de la Liberté. Marc réagit vivement en disant qu'il s'agit d'un « problème de lisibilité de l'aménagement ».

Stéphane Lopez de l'ODSR a réalisé une étude comparative de l'implication des camions « articulés » et « isolés » dans les accidents face à un deux-roues. L'objectif étant de mesurer l'importance de l'angle mort comme facteur accidentogène. Les résultats n'ont montré aucune différence entre les deux types de véhicules. Ce qui, selon Stéphane, pourrait nuancer l'importance de la profondeur de l'angle mort, plus importante chez les véhicules « articulés » qu'« isolés », dans les accidents face à un deux-roues.

Un scénario d'accident fréquent est celui d'un tourne à droite sans perception d'un deux-roues progressant dans le même sens de circulation. Pour ce scénario d'accident, Marc souligne que la présence d'un aménagement cyclable ne conditionne pas l'accident.

Quentin a croisé les localisations d'accidents poids lourds avec les zones d'activités de la LMCU. L'éventuelle correspondance spatiale entre les deux n'est pas évidente à l'échelle de la LMCU.

Un débat s'engage sur l'ajout des accidents sur voies rapides au corpus. Selon Marc, les accidents sur autoroute sont souvent inclus dans les recherches. Mais Dominique rappelle que les accidents sur autoroutes sont particuliers et font l'objet de recherches spécifiques. Martine propose de simplement représenter ces accidents sur les cartes sans forcément faire entrer ces accidents dans le corpus d'analyse fine.

2 points sont à intégrer au rapport :

- un point sur les accidents sur voies rapides,
- un point sur les accidents entre poids lourds et bicyclette.

PRESENTATION DE L'APPROCHE SPATIO-TEMPORELLE DES ACCIDENTS DE DEUX ROUES MOTORISÉS DANS LA LMCU

Suite aux constatations de Marc, il avait été demandé d'étudier les rapports entre la distribution horaire des accidents et la proximité aux centres.

Les résultats corroborent les hypothèses de Marc, selon lesquelles plus on s'éloigne du centre, plus les accidents se décalent dans le temps. Ainsi, le pic d'accident en centre-ville a lieu entre 17h et 18h, tandis qu'en banlieue, il est repérable entre 19h et 20h. La distinction centre-périphérie se fonde sur les divisions utilisées dans l'Enquête Ménages Déplacements de 2006.

Les remarques principales sont les suivantes :

- il faudrait relier au trafic (Marc),
- il faudrait faire des tests de Chi2 selon les horaires pour voir si les différences sont significatives (Dominique),
- l'idéal serait de refaire ces tests sur l'ensemble des usagers et non seulement les deux-roues motorisés (Marc),
- où sont accidentés les habitants de Lille-centre, de la banlieue de Lille, ... ? (Dominique).

Stéphane trouve qu'il serait intéressant d'avoir des informations sur les 125 cm³ puisqu'il n'y a pas besoin de permis moto pour les conduire et que c'est l'argument majeur de la Fédération Française des Motards en Colère qui dénonce le gonflement des chiffres sur les deux-roues à cause de ce type de 2RM.

Marc aimerait avoir des informations sur les deux-roues motorisés qui ont un accident sur les aménagements cyclables. Nicolas annonce que ce point fera l'objet d'une analyse thématique.

ORGANISATION D'UNE REUNION POUR PRESENTER LE RAPPORT « DISPARITE DES ESPACES DU RISQUE ROUTIER »

Dominique demande à Marc s'il peut organiser une réunion avec les services techniques des villes de Lille, Roubaix et Mons pour que l'INRETS leur présente les résultats du rapport Disparité.

A suivre...

UNE COMMANDE SUR LARGEUR DE CHAUSSEE / TAUX D'INFRACTION

Marc se dit intéressé par ce genre de recherches. Des résultats avaient déjà été avancés sur ce thème il y a quelques années, mais l'INRETS pourrait traiter cette question afin d'actualiser et d'affiner les résultats.

Prochain RDV : Le 14 juin à la LMCU

Compte-rendu réunion LMCU - 14 juin 2010

Présents :

Marc Pouchain (LMCU)
Alexandre Demeester (LMCU)
Eliane Propeck (Université de Strasbourg)
Thierry Saint-Gérand (Université de Caen - GEOSYSCOM)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA) (rédactrice)

Ordre du jour :

- Accidents bus
- Analyse spatiale des bicyclettes
- Points sur les différents projets

* * *

ACCIDENTS BUS

Marc Pouchain informe les membres de la réunion de la constitution d'une base de données sur les accidents matériels des bus. Cette base compte 235 accidents pour une durée de 3 mois. Les premières analyses de cette base montre quelques points noirs intéressants, notamment autour des giratoires et près d'Europole (à Roubaix). Les particularités des accidents sont des « passages en force » devant les bus : le conducteur se dépêche afin de ne pas être bloqué derrière le bus et l'accident survient. Cette base est identique aux fichiers accidents de la LMCU, sauf qu'à la place du numéro de PV la ligne de bus est renseignée. Un des manques est de relier aux arrêts de bus (l'accident a-t-il lieu près d'un arrêt ?). Alexandre a renseigné quelques accidents, mais l'essentiel de la base n'est pas renseigné.

Des comparaisons sont peut-être à envisager entre cette base et l'étude sur les poids lourds/véhicules utilitaires/bus menée actuellement par l'INRETS pour valider certaines hypothèses :

- Les accidents corporels ont lieu n'importe où alors que les accidents matériels ont lieu à proximité des arrêts.
- Les largeurs de voies ont une influence sur les accidents de bus : plus la voie est étroite, plus il y a de risque d'accidents de bus.

Quentin Valcke (responsable de l'étude PL-VU-BUS) peut déjà regarder les liens entre les arrêts de bus et les accidents de bus.

NB : l'INRETS et GEOSYSCOM se rendent compte qu'ils n'ont pas de données sur les largeurs de voie. Les informations seront demandées à Bernard.

ANALYSE SPATIALE DES BICYCLETTES

Eliane Propeck expose les résultats de l'analyse spatiale des bicyclettes. La démarche est la suivante :

- Définition de points de centralités pour les différents centres de la LMCU (Lille, Roubaix, Tourcoing...).

La LMCU valide ces points même si Marc émet quelques réserves pour Villeneuve d'Ascq : le point de centralité pourrait être plus au nord, à proximité des stations de métro.

- Comptage des accidents sur des tranches de 1 km afin d'étudier la concentration des accidents.

La distance de 1 km est calculée à partir de la distance réseau. Alexandre note que les accidents vont se regrouper sur quelques gros axes et que cela va fausser l'analyse.

- Partition de l'espace à partir de ces centres pour définir des zones d'attractivité.

Les résultats permettent de répondre à la question : on prend son vélo pour faire quoi ? Aller au « vert » ou aller dans un des centres ? Pour aller au travail ou pour aller se promener le week-end ?

Concernant le premier point, Eliane se heurte à une impossibilité de conclure : il y a autant de déplacements centripètes que centrifuges.

Sur la répartition semaine/week-end, Marc trouve que la dispersion des points est plus étalée et que le centre de gravité à Lille s'est déplacé vers le vieux Lille. L'hypothèse serait davantage d'enfants à Roubaix et Tourcoing le week-end. Il est demandeur d'analyse plus approfondie sur les âges et les centres de gravité des répartitions des points d'accidents selon des thématiques.

Une autre piste de réflexion est d'analyser les répartitions des accidents selon les types d'environnements urbains.

Quelques résultats majeurs :

- 46 % des accidents bicyclettes sont localisés dans des quartiers résidentiels.
- 30 % dans des quartiers urbains denses.

Marc réagit en insistant sur l'importance de l'environnement de la voie, la largeur et les niveaux de trafic. Une fois de plus, il est demandeur d'une répartition par âge des accidents selon les différentes zones.

POINTS SUR LES DIFFERENTS PROJETS

Dominique fait le point sur les différents projets :

- Rapport bicyclettes : l'analyse spatiale se termine, le rapport est bientôt prêt.
- Rapport 2RM : analyse spatiale en cours.
- ZIVAG : en pause.
- PL-VU-BUS : analyse statistique en cours.

Les demandes de Marc sur le projet 2RM sont de faire une typologie des accidents selon les aménagements (glissance, aménagements mal signalés...).

Prochain RDV : 27 septembre 2010 à 13h30

Réunion MSH du 15 juin 2010

Etaient présents :

Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Eliane Propeck-Zimmermann (université de Strasbourg)
Nicolas Hanff (INRETS-MA)
Quentin Valcke (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA)

Cinq points étaient à l'ordre du jour :

- L'ANR
- René Kahn
- Le partage des données disponibles entre l'INRETS et GEOSYSCOM
- Le rapport bicyclette
- Les analyses spatiales du rapport 2RM

1) Etat des lieux de l'ANR

Eliane informe que le projet est en attente de validation par la commission de financement et qu'un planning par tâche avec des rendus réguliers devra être élaboré.

2) René Khan

Dominique souhaite définir plus précisément le rôle de l'économiste dans ce projet, et propose en premier lieu que soit réalisée une modélisation de l'attractivité des pôles d'emploi d'une zone déterminée qui serait généralisée à l'ensemble de la communauté Urbaine de Lille.

Eliane rappelle la méthodologie des modèles gravitaires : à partir de plusieurs centres, on cherche à définir l'attractivité de l'un par rapport à l'autre, en calculant le poids et la distance de ces différents centres.

Une première partie du travail consisterait donc bien à mesurer l'attractivité des centres en fonction d'un certain nombre de variables (emplois, commerces, déplacements domicile-travail, motifs du déplacement...). Se pose la question de l'accessibilité des données disponibles. Les fichiers SIRENE ainsi que ceux de la CCI apparaissent incontournables dans la consultation de ces ressources.

Au final, René Kahn serait sollicité au travers de 4 requêtes : la pertinence des caractéristiques à traiter, l'accessibilité aux données, la question du modèle et l'encadrement d'un étudiant qui pourrait être chargé d'effectuer une analyse économique spatiale un peu caricaturale du territoire pour définir des tendances générales.

3) Le partage des données disponibles entre l'INRETS et GEOSYSCOM

Deux problèmes sont soulevés par Eliane :

- Les données existantes mais qui ne sont pas transmises à GEOSYSCOM,
- Les problèmes d'échanges des données entre Caen et Marne, qui font que pour un même traitement, des fichiers peuvent être différents d'un établissement à l'autre.

L'idée serait donc de créer un « ftp » dédié, comme espace de stockage des informations disponibles aux deux organismes ; une arborescence commune doit être élaborée, en partant de quatre grands thèmes : l'occupation du sol ; la voirie / flux ; les accidents ; les EMD, et en distinguant les fichiers sources, bruts et les fichiers de base, améliorés.

Dans un premier temps, les fichiers « accidents » et « EMD » seraient alimentés par l'INRETS, tandis que les fichiers « Voirie » et « Occupation du sol » le seraient par GEOSYSCOM.

4) Le rapport bicyclette

Les délais pour le rapport bicyclette, les ZIVAG et l'étude poids lourd sont fixés pour la fin de l'année 2010. Les travaux prometteurs des ZIVAG sont ralentis et la question du remplacement de Mohand pour cette étude a été posée.

Prochaine réunion prévue la première semaine de juillet ou septembre.

Compte-rendu LMCU Réunion du 27 septembre 2010

Présents :

Alexandre Demeester (LMCU)
Marc Pouchain (LMCU)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Eliane Propeck (Université de Strasbourg)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA) *rédactrice*

* * *

Etude deux-roues motorisés - bicyclette par la LMCU

La LMCU présente les résultats de son étude sur les accidents deux-roues motorisés et bicyclettes sur les aménagements prévus pour les bicyclettes dans l'agglomération. Un document général est accompagné d'un 4 pages pour chaque aménagement (couloir bus, double sens cyclable, bande cyclable, piste cyclable...). Ce travail est mené dans le cadre des évaluations d'aménagement pour la sécurité routière.

Certains résultats ont étonné la LMCU :

- 1/3 des accidents provoqués par ouverture de portière sont à droite. Ces accidents sont généralement moins graves que quand l'ouverture est à gauche (le cycliste tombe alors sur la chaussée).
- 70 % des accidents sur aménagements impliquent un cyclomotoriste.

La LMCU précise que pour savoir si l'accident a eu lieu sur aménagement ou non, le PV est lu dans le détail. Le travail n'a pas consisté à rattacher les accidents au tronçon.

Ce travail est terminé.

Etude deux-roues motorisés et étude bicyclette par la INRETS-GEOSYSCOM

Les méthodes et premiers résultats sont exposés à la LMCU.

La lecture croisée des résultats des deux rapports (en cours) de l'INRETS est amorcée.

* * *

Prochaine réunion : vendredi 26 novembre à 13h30 à la LMCU

**Compte-rendu des discussions lors du séminaire MISTRAL
14 & 15 Octobre 2010**

Les accidents peuvent être « expliqués » par la mobilité de ceux qui sont impliqués. Plus les personnes se déplacent, plus la probabilité d'avoir un accident augmente (même si le risque peut diminuer). Le déplacement obéit à un motif. Parmi les motifs, certains sont liés aux sociabilités ou aux loisirs, d'autres ont des origines économiques, en particulier le travail et l'achat. La question de fond est : Existe-t-il une surreprésentation significative des accidents de circulation dans l'axe de déplacement entre les lieux de résidence et les lieux d'activités/emplois ?

Un des objectifs de l'ATSERR est de donner une dimension économique à l'analyse du risque routier. L'analyse du lien entre la structure économique et la sécurité peut se faire en utilisant 3 sources d'informations, constituant autant de composants pour une même analyse :

- La structure économique de LMCU,
- La mobilité issue des EMD (ou du recensement INSEE),
- Les accidents impliquant les habitants de la zone.

L'analyse de l'insécurité doit être segmentée sur les diverses dimensions de l'analyse économique. C'est-à-dire qu'elle doit être réalisée séparément pour :

- les emplois, en tenant compte de la structure des emplois dans LMCU, de la mobilité domicile-travail et travail,
- les achats, en s'appuyant sur la structure des zones de chalandise dans LMCU, celle des accidents avec le motif achat (ou loisir, ceci est à tester car le motif, autre que domicile-travail et travail, n'est pas bien rempli par les forces de l'ordre).

Les déplacements pour motif scolaire qui nécessitent un traitement particulier.

Autres ? Tourisme ?

Ces travaux sont réalisés séparément pour chaque zone. Les résultats sont dans un deuxième temps comparés pour une ZUS et sa zone de comparaison.

Emplois et trajets liés au travail

Compte tenu des objectifs de cette recherche, l'analyse de la structure économique de LMCU se fera à deux niveaux :

- au niveau global du fonctionnement de d'ensemble de LMCU
- à partir de zones plus spécifiques : les ZUS et leurs zones de contrôle

L'échelle la plus fine de collecte et de traitement des données aujourd'hui disponibles est l'IRIS. Le nombre d'emplois issu du RGP de l'INSEE est affecté au centre de chaque IRIS ou commune en fonction du découpage disponible. La zone d'attractivité de chaque point est déterminée selon un calcul prenant en considération le poids de chaque centre (le nombre d'emplois) divisé par le carré de la distance à la zone étudiée, si un modèle gravitaire est utilisé. Il est bien sûr possible d'utiliser d'autres types de modèles. Les emplois par type de PCS sont connus à la commune (sauf à demander une exploitation particulière payante à l'INSEE). Ce même travail sera réalisé à cette échelle et selon les PCS des impliquées.

Les EMD sont utilisées pour cartographier l'intensité et la nature des déplacements entre la zone et les communes de LMCU. Ceci peut poser des difficultés quand les zones d'enquête EMD ne sont pas calées à la commune.

Enfin, les accidents impliquant les habitants de la zone sont également cartographiés.

La mise en relation de ces données peut se faire de plusieurs manières :

1) Une première approche pourrait consister à résumer le fonctionnement d'un espace à travers des vecteurs préférentiels :

- 1 vecteur synthétisant les directions du flux d'attractivité vers les pôles d'activités,
- 1 vecteur synthétisant les déplacements domicile/travail,
- 1 vecteur synthétisant les orientations déterminées par les trajectoires domicile des impliqués / lieux d'accident.

Ces vecteurs peuvent être comparés entre eux. Mais le fonctionnement d'un espace est généralement de type auréolaire et donc multidirectionnel, et se prête peu à être résumé en 1 seul vecteur.

2) Dans une deuxième approche, les nuages de points constitués par respectivement la localisation des activités, des déplacements domicile-travail et des accidents, pourraient être synthétisés sous forme d'ellipses standards de dispersion. Ces ellipses représentatives de la distribution moyenne des semis de points peuvent être comparées entre elles afin de repérer des recouvrements indicatifs d'association spatiale.

3) La troisième approche consisterait à déterminer des faisceaux ou couloirs de circulation structurant les déplacements entre zones émettrices et zones d'attractivité :

- Identifier les communes (voir IRIS) significativement attractives (concentration d'emplois),
- Agréger ces communes en pôles d'attraction selon un critère de solidarité spatiale (contiguïté, proximité géographique),
- Déterminer pour ces pôles les zones d'influence (bassin de recrutement), selon le modèle de Huff,
- Identifier pour chaque zone les faisceaux/couloirs majeurs en intégrant les réseaux de transport et infrastructures routières structurant la communauté urbaine,
- En constituer des entités SIG et confronter aux accidents.

En s'attachant à des zones spécifiques, la démarche permet la comparaison entre les ZUS et leurs zones de contrôle.

Commerces et déplacement lié aux achats

Le même travail peut être réalisé sur les zones de chalandise dans l'ensemble de la communauté urbaine.

Il est également possible de partir de l'hypothèse que seuls les centres commerciaux de proximité peuvent attirer les habitants d'une zone. Le modèle de Huff pourrait être utilisé pour repérer les quelques centres susceptibles d'être des attracteurs avec une bonne probabilité. Le travail peut alors se poursuivre comme précédemment.

Il est bien évident que les données des EMD donneront des résultats intermédiaires entre ceux d'un modèle gravitaire et ceux d'un modèle de Huff. Il faudra alors affiner le modèle pour tenir compte des spécificités du terrain étudié.

Des comparaisons sont alors possibles entre les attractivités théoriques et celles données par les EMD avec les accidents. Ces comparaisons sont réalisées pour chaque couple de ZUS et zone de contrôle, puis pour l'ensemble de l'échantillon de zones.

Etablissements scolaires et déplacements liés à la scolarité

Là encore, il faudra raisonner entre un modèle dans lequel les établissements d'enseignements les plus proches sont effectivement ceux qui sont choisis, ne serait-ce qu'à cause de la carte scolaire, et un modèle dans lequel tous les établissements, et en particulier toutes les universités, peuvent être attractifs. Ceci oblige à un traitement spécifique pour ce type de déplacement.

D. Fleury

Compte-rendu de la réunion « Approche économique du risque routier », Strasbourg, 22 octobre 2010
--

Etaient présents :

Christophe Eaux (Université de Strasbourg)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA)
René Khan (Université de Strasbourg)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Arnaud Piombini (Université de Strasbourg)
Eliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg)
Quentin Valcke (INRETS-MA)

Dominique Fleury présente en introduction les enjeux du projet ATSERR et propose une méthodologie de cadrage (cf. Compte-rendu du séminaire Mistral, 14-15 octobre 2010). Cette méthodologie s'articule, d'une manière générale, en deux axes :

- La construction d'un modèle théorique de la structure économique de la LMCU,
- Puis une comparaison de ce modèle avec les données de l'Enquête Ménage Déplacement et des accidents corporels.

René Khan interroge sur le traitement des données. Il met en avant l'idée d'un brassage des différentes bases de données sans a priori.

Deux niveaux géographiques d'analyse complémentaires sont proposés :

- Une analyse au niveau de la Communauté Urbaine,
- Une analyse par zone.

Deux axes de travail possibles :

- Partir d'une vision globale du territoire et étudier la situation d'une zone étudiée par rapport à l'ensemble du territoire,
- Partir des accidents et évaluer leur « environnement socio-économique », en prenant en considération les corrélations entre les motifs de déplacement et les accidents pour déterminer si une structure se dégage.

Une **première étape** serait de réaliser un cadrage général synthétique à partir d'un travail bibliographique qui permettra d'établir les couches de données à croiser. Ce cadrage se décomposerait en quatre phases :

- Un résumé contextuel de la situation sociodémographique de la LMCU (étude de type « écologie urbaine »)
- Etude des flux (EMD, Base « MobPop » ??)
- Réseau, trafic
- Accidentologie

Et de là, déterminer des croisements de données (accidents / pôles attracteurs ; accidents / environnements urbains...).

Est soulevée l'importance d'intégrer, au-delà de la seule vision quantitative, une dimension qualitative, « culturelle » du risque accident, ainsi que la vision politique et stratégique locale de la sécurité routière.

Dominique Fleury défend que la vision stratégique de la sécurité routière est souvent absente, mais qu'une focale sur l'individu permettrait une approche intéressante de la question.

De là semble découler une **deuxième étape** : la construction d'un tableau de données à plusieurs entrées, qui croiserait les variables relatives à l'individu, les variables relatives aux zones de résidence et celles relatives aux pratiques de mobilité.

Jean-François présente les différentes bases de données disponibles. Il semble qu'un travail à l'échelle de l'IRIS soit le plus pertinent.

Une des premières directions à suivre est de continuer le recensement des bases de données. Leur traitement pose un certain nombre de questions : comment organiser les données, comment effectuer les redressements ? Doit-on faire appel à un expert extérieur ? ... et met en avant certaines limites : les accidents ne donnent qu'une représentation globale car ne renseignent pas sur la destination des impliqués...

Compte Rendu de la réunion « ATSERR », MSH, 26 octobre 2010
--

Etaient présents :

Dominique Fleury
Mahran Haidar
Eliane Propeck
Thierry Saint-Gérand
Quentin Valcke

Cette réunion fait suite à celle du 22 octobre à Strasbourg. La suite du travail est planifiée suivant quatre axes :

1) Le cadrage général synthétique du profil sociodémographique de la LMCU, des flux et déplacements, et la caractérisation du réseau, qui s'appuie sur un travail bibliographique. Ce travail nécessite une recherche des documents à disposition dont il faudra faire la synthèse.
Ce travail sera confié à Fabien Guyot de l'Université de Caen.

2) Le recensement des données et l'évaluation des coûts éventuels. Un certain nombre de bases de données ont déjà été recensées. L'échelle jugée pertinente est l'IRIS.

Les indicateurs principaux ont été énumérés :

- Données sur la population, en ratisant large celles qui sont disponibles au niveau de l'IRIS ;
- Nombre d'emplois salariés (avec distinction par âge, sexe, secteur d'activité...). Il faut se renseigner pour savoir si le nombre d'emplois par PCS, disponible à l'échelle communale (Base EMP3) existe au niveau de l'IRIS...
- Déplacements domicile / travail et issus de l'EMD
- Etablissements d'enseignement (effectifs des lycées et universités comme pôles attracteurs)
- Etablissements de « grands commerces » qui pourront être disponibles grâce à la convention passée avec l'Agence d'Urbanisme de Lille.

Ce travail sera poursuivi par Jean-François et Quentin.

3) Les premières analyses spatiales à réaliser avec les données dont nous disposons déjà pour cadrer le contexte général du territoire.

4) Le codage : quelle méthodologie adopter pour remplir les tableaux de croisement des données. Deux types d'approche sont possibles :

- Une approche par l'impliqué
- Une approche par couple de zone (ZUS/ZC et Zones étudiées/Reste LMCU)

Réunion MSH – 30 novembre 2010

Etaient présents :

Thierry Saint-Gérand (GEOSYSCOM)
Dominique Fleury (INRETS-MA)
Jean-François Peytavin (INRETS-MA)
Eliane Propeck-Zimmermann (Université de Strasbourg)
Sylvanie Godillon (INRETS-MA)
Quentin Valcke (INRETS-MA, rédacteur)

Rapport 2RM :

Quelques éléments d'analyse complémentaires viendront clore le rapport : les questions de « conspécuité », des livreurs, des accidents en intersection / hors intersection.

Les analyses spatiales des accidents 2RM seront les mêmes que pour les accidents de bicyclettes, mais en faisant une distinction par type (cyclomoteurs, scooters, motocyclettes).

Economie et analyse territoriale de la sécurité routière :

Seront présentés à René Khan et à l'économiste spécialisé dans le traitement des données deux types de fichier :

- Une « matrice », renseignant sur les variables d'emplois/activités, de déplacements et d'accidents, pour l'ensemble des 9 couples de zones, croisés aux 86 communes de la LMCU. Ce document, qui prendrait la forme d'un grand tableau de 1 548 lignes, vise à synthétiser l'ensemble des variables choisies.
- Des représentations cartographiques de ces données.

La plupart des données statistiques ne sont disponibles qu'à l'échelle de la commune. Mais il paraîtrait néanmoins cohérent pour Lille d'établir des regroupements d'IRIS pour un découpage plus fin (qui pourrait reprendre celui des secteurs de l'EMD).

Afin de soumettre ces documents aux économistes, une méthodologie explicative qui explicitera l'utilisation des données (contenu, niveau de précision, problèmes...) sera rédigée (*c'est pourquoi les questions méthodologiques ne sont pas développées dans ce compte-rendu*).

Cette méthode constituera une proposition d'analyse qui sera soumise à la vision et à l'expertise des économistes.

Réunion de l'évaluation des ZIVAG
Le 15 février 2011, Université de Caen/Laboratoire GéoSysCom

Participants :

IFSTTAR-MA

Dominique Fleury

Mahran Haidar

Université de Caen - GEOSYSCOM

Thierry Saint-Gérard

Mohand Medjkane

Mathilde Anger

Thierry Saint-Gérard rappelle l'objectif de travail de ZIVAG (Zones d'Impliqués Vulnérable Accidentés Gravement).

Mathilde Anger a présenté les principaux généraux de ZIVAG qui sont de zonage d'action prioritaire et de construire une représentation cartographique qui va permettre de concevoir un outil dialoguant entre experts et chercheurs. Les aspects techniques de ZIVAG sont, tout d'abord, de sélectionner et combiner de critères pertinents pour définir les ZIVAG. Ensuite, de sélectionner d'objets géographiques pertinents pour représenter les critères.

Des critères sélectionnés sont regroupés à deux grandes familles :

1- « Intensité urbaine » (Mesure de concentration et d'interférence en un lieu de facteurs et de champs de forces, générateurs de mouvements potentiellement accidentogènes).

- Éléments de la vie urbaine orientés sur les loisirs et la consommation, et générateurs de flux piétonniers
- Données : TéléAtlas et BD Topo

Points d'activités (restaurants, poste, pharmacie, musées, bars, commerces, etc.)

2- « Circulation »

- Éléments descripteurs de flux routier.
- Données : BD_Fruit (LMCU).

Voies non-déconnectées de leur environnement avec un trafic de plus de 6.000 véh./j

Exemple d'organisation en concepts et en phrases :

Générateur / Attracteur de piétons :

- Lieux de consommation
- Arrêt TC
- Gares
- Hôpitaux
- Établissements scolaires...

Lieux de conflits avec les piétons :

- « Intensité urbaine » et « Circulation »

Noeuds (carrefours), franchissements...

Méthodes :

Création du nouveau modèle de données sur ces deux entrées principales :

- Choix des thèmes à insérer
- Analyse des données existantes
- Données manquantes à insérer
- Hiérarchisation des couches

Thierry Saint-Gérard a présenté les méthodes pour combiner les critères par rapport aux deux grandes familles de critères.

Premier piste de recherche :

La première étape de cette méthode sera, tout d'abord, de réaliser des GRIDs (couche matricielle regroupant un ensemble d'informations par cellule), la taille de chaque cellule définie à 25 m.

Ensuite de créer une zone ou un buffer d'influence de chaque cellule comme (école, gare de transport, lieu de commerce, ...), cela signifie réaliser deux GRIDs de l'intensité urbaine et de la circulation avec l'ensemble des critères concernés. Ensuite, les indicateurs d'intensité urbaine ou de flux de circulation seront regroupés en trois niveaux: faible, moyenne ou forte. Enfin, un GRID regroupe une classe de valeur pour chaque indicateur cellule par cellule.

L'étape suivante du travail est d'utiliser la méthode focale pour spatialisation finale par l'algèbre des cartes selon le principe de voisinage des cellules selon les codes résultants. Afin de combiner des critères pour définir les zones réunissant l'ensemble des critères (cellules superposées). Enfin créer un nouveau GRID délivré par le GRID final pondéré. Dans ce GRID, on peut trouver la zone qui est plus petite mais on a plus d'accidents.

Dominique propose une autre méthode de pondération et de concevoir des cartes de comparaison par rapport de valeur de chaque GRIDs et pas de chaque cellule.

Critère C1 C2 C3 C n-1 C n
 Poids P1 P2 P3 P n-1 P n
 Valeurs V1 V2 V3 V n-1 V n

Selon ce principe, le GRID final aura la valeur suivante :

$$V_i = V_1 * P_1 + V_2 * P_2 + V_3 * P_3 + \dots + V_n * P_n$$

Les GRIDs réalisés par Mathilde Anger sont :

1- Intensité urbaine :

- Habitat individuel, collectif
- Zones mixtes (activités et habitat)
- Commerces, Services, Industries
- Gares et stations de transport en commun
- Etablissements scolaires selon l'effectif supposé
- Santé selon l'effectif supposé
- Administration selon leur degré d'attractivité
- Religieux selon leur degré d'attractivité
- Lieux de loisirs selon leur degré d'attractivité

2- Circulation :

- Carrefours selon le trafic
- Tronçons de voies selon le trafic et la vitesse (vitesse moyenne aller-retour, infraction et agressivité)
- Passages à niveaux
- Lignes de Tramway

3- Population

- Densité de population
- Mouvements piétonniers

Deuxième piste de l'évaluation des ZIVAG

La première étape ressemble à celle de la première méthode, Ensuite, dans la deuxième étape, Thierry parle de la méthode de classification des Nuées Dynamiques (ND) spatiales. Avec cette méthode, on peut faire la spécialisation des données multiples qualitatives et quantitatives. Cette étape sera effectuée comme suit :

1- Exhaustif automatique (N fois)

2- La méthode Nuées Dynamique classe spécifié (sortie cartographiée).

3- On peut fixer le nombre de classes

4- Le type de classe par étalons de référence (possibilité de quantifier la surface), alors, rapporter les accidents résultants.

Enfin, concernant la pondération des critères, Dominique Fleury propose trois jeux de poids : le premier jeu de pondération sera de donner le même pourcentage aux deux grandes familles de critères (50 % de l'intensité urbaine, et 50 % de la circulation), la second, 70 % pour l'intensité urbaine et 30 % pour la circulation, enfin, à l'inverse 30 % pour l'intensité urbaine et 70 % pour la circulation. Créer des cartes et les comparer.

Compte-rendu de réunion, LMCU, 10 mars 2011

Présents

ARNAULT Martine (LMCU), BEAUMONT Arnaud (IFSTTAR), DEMEESTER Alexandre (LMCU), FLEURY Dominique (IFSTTAR), GODILLON Sylvanie (IFSTTAR), HAIDAR Mahran (IFSTTAR), LANTOINE Bruno (DDTM), LOPEZ Stéphane (DDTM), MEDJKANE Mohand (Université de Caen), PEYTAVIN Jean-François (IFSTTAR), POUCHAIN Marc (LMCU), POUILLAUE Laurence (LMCU), QUENY Stéphane (DDTM), VALCKE Quentin (IFSTTAR).

1. Présentation des accidents matériels Transpole, par Marc Pouchain

La base AALEAS (Accrochades Autobus en Ligne pour Etudes Analyses et Statistiques) recense tous les accidents matériels impliquant un bus Transpole. Elle est réalisée à partir des constats établis par les conducteurs auprès des responsables sécurité de leurs dépôts. Marc en présente le bilan 2010.

Les circonstances des accidents

- 54 % en section en courante
- 17 % en condition de luminosité dégradée
- 20 % dans des conditions d'adhérence dégradée (dont neige)

Répartition dans le temps

- Mensuelle : elle traduit l'influence des mois en 30 ou 31 jours et des vacances scolaires. En comparant avec les accidents corporels pour 2005-2008, on observe néanmoins un creux au mois de novembre pour les vacances de la Toussaint.
- Hebdomadaire : les accrochages moins nombreux le week-end traduisent la diminution du nombre de services.
- Quotidienne : elle suit la courbe des accidents corporels, avec 7h et 18h comme heure de pointe mais s'en démarque avec l'apparition du pic de 11h pour les accidents matériels.

Conflits et causes

- Bus contre véhicule léger : 439 accidents
 - 69 % : automobiliste présumé responsable.
Vitesse excessive ou inadaptée (22 %), doublement ou changement de file (19 %), non-respect de priorité (17 %)
 - 31 % : chauffeur de bus présumé responsable.
Heurts d'un véhicule en stationnement ou à l'arrêt (53 %), vitesse excessive ou inadaptée (37 %)
- Bus seul : 92 accidents
 - Heurts d'un obstacle inerte (72 %)
- Bus contre poids lourds : 47 accidents
 - 78 % : poids lourd présumé responsable
Heurts en croisement (46%), vitesse excessive ou inadaptée (27 %)
 - 22 % : chauffeur de bus présumé responsable
Heurts d'un camion (70 %), vitesse excessive ou inadaptée (30 %)
- Bus contre bus : 41 accidents
 - Accrochage d'un véhicule à l'arrêt (41%), vitesse excessive ou inadaptée (32 %)

Scénarios et manœuvres

- Le bus heurte un véhicule en stationnement ou à l'arrêt : 73 accidents
 - Le chauffeur se déporte pour croiser ou éviter un véhicule (34 %)
- Le bus heurte un obstacle inerte : 63 accidents
 - Obstacles heurtés : matériel anti-stationnement (37 %), matériel signalant l'arrêt (22 %)
 - Le chauffeur fait une erreur de trajectoire ou négocie mal un virage (27 %)
- Un automobiliste circule à une vitesse excessive ou inadaptée : 58 accidents
 - Collision arrière (69 %)

2. Présentation des travaux de MA, par Dominique Fleury

L'origine de l'implication sur le terrain lillois tient dans l'articulation des approches sécuritaire et géographie. Le travail s'effectue en partenariat avec les universités de Caen et de Strasbourg. Les aspects méthodologiques font partie des objectifs, dans le souci de faire avancer les outils. Les objets de travail sont les suivants :

La question des inégalités sociales et des risques routiers

Il s'agit d'une comparaison de ZUS et de zones de contrôle. 38 % de sur risque pour les habitants des ZUS. Sylvania continue à travailler sur ce sujet, aidé par Arnaud.

L'étude a été étendue à deux nouveaux couples ZUS/ZC afin de voir si l'on constate une diversité de risques par type d'habitat.

Des approches thématiques par mode : Bicyclette, Véhicules lourds, 2RM

- Le caractère urbain des accidents a été défini à partir des déplacements centripètes et centrifuges. Pas ou peu de différences ont été relevées pour les bicyclettes, 2RM, cyclomoteurs et motos. En revanche, le scooter apparaît comme un véhicule urbain.
- Approche sur piste cyclable : la proportion d'accidents impliquant vélos et 2RM par rapport à l'ensemble des accidents est plus importante sur ce type d'aménagement. Le rapport devrait être terminé à la fin du mois.

Travail sur la notion de ZIVAG : Zone d'Impliqués Vulnérables Accidentés Gravement

Il s'agit de déterminer les zones où la probabilité d'avoir des accidents est la plus élevée. (cf. p3). Leur identification est notamment utile dans la détermination des Zones 30.

Dimension économique

MA travaille avec deux économistes de Strasbourg sur la question de la structure économique, de la mobilité et des accidents. A partir d'essais de corrélation réalisés par Dominique et Jean-François, l'hypothèse est posée : la structure de l'emploi détermine-t-elle la structure de la mobilité pour raison d'emploi ?

3. Les principaux résultats « bus » de l'étude véhicules lourds, par Quentin Valcke

80 accidents de bus corporels ont été codés à partir des PV de 2001 à 2008. Les accidents de bus sont moins graves que les accidents poids lourds et ne représentent qu'1 % des accidents corporels au niveau national. A noter aussi l'implication indirecte des bus dans les autres accidents par le masque à la visibilité.

Principaux résultats

- L'effet des vacances scolaires est moins significatif que sur l'étude des accidents matériels 2010.
- Plus d'un accident sur 5 se produit le jeudi.
- Les heures de pointe sont : 10h, pic à 13h, fort pic à 17h, 20h.
- Les accidents avec les véhicules légers sont les plus nombreux (43 %). Les principales infractions sont le défaut de maîtrise et la vitesse inadaptée.
- Les conflits bus/piéton représentent 30 % de la totalité des accidents bus. De nombreux scénarios impliquent les piétons, souvent avec une prise d'information incomplète.
- Le piéton accidenté type est jeune ou âgé. 55 % sont des femmes.
- A plus de 90 %, le conducteur du bus ne commet pas d'infraction. L'impliqué antagoniste est davantage responsable.
- 35 % des accidents surviennent en carrefour, 22 % en section courante rectiligne
- Les chauffeurs de bus sont en grande majorité indemnes. En revanche, 40 % des impliqués antagonistes ont une blessure de sévère à mortelle.

Géographie des accidents

- Le SIG permet de définir l'environnement type pour chaque type d'accident. Les bus circulant dans des zones de fort niveau de trafic, on constate une surreprésentation des accidents dans les espaces centraux et résidentiels. Les accidents des poids lourds sont surreprésentés en périphérie.
- Les accidents ont lieu essentiellement à Lille, Villeneuve d'Ascq et Tourcoing.
- Les deux « poins noirs » à Lille sont le boulevard de la Liberté pour les conflits bus/piéton et Gambetta pour les conflits bus/VL.
- Les accidents surviennent majoritairement hors des voies aménagées, 14 % seulement ont lieu dans un couloir de bus.
- 55 % des accidents se produisent à moins de 50 m d'un arrêt. Ce résultat implique un effet « Lille » avec une probabilité d'accidents à proximité des arrêts d'autant plus forte que ceux-ci sont nombreux.

4. ZIVAGS : la pondération des critères, par Mohand Medjkane

Mohand évoque le choix de la méthode de représentation de l'intensité urbaine, qui, combinée aux vecteurs de circulation, caractérise une ZIVAG. Elle est définie par trois facteurs : la vie locale, les gros générateurs et les TC et leur combinaison pose la question de la pondération de ces facteurs.

On distingue deux niveaux de pondération :

- Pondération pour le critère intensité urbaine : influence homogène de chacun des facteurs ou poids porté à la hausse sur un des facteurs.
- Pondération pour la combinaison intensité urbaine – trafic : poids homogène pour chacun des critères ou déséquilibre (0.3 – 0.7) en faveur de l'un des deux critères.

Tests

- Variation de l'intensité et du trafic :

Poids égal : 40 %⁴³ dans la zone rouge

Poids sur l'intensité urbaine : 55 % dans la zone rouge

Poids sur le trafic : la majorité des accidents sont représentés dans la 2^e zone (des intensités moyennes)

- Variation des critères d'intensité urbaine :

Les résultats sont variés mais cette pondération impacte moins la hiérarchie des zones que celle faisant varier l'intensité et le trafic. En effet, si le poids est porté sur le trafic, et quelle que soit la pondération interne à l'intensité urbaine, les résultats sont inverses et très linéaires.

Marc Pouchain exprime sa préférence pour les représentations avec un poids fort porté sur la vie locale.

La prochaine réunion est prévue le lundi 11 avril 2011.

⁴³ ...des accidents corporels impliquant un piéton pour la période 2000-2008.

Compte-rendu de la réunion ATSEER – Strasbourg, 15/03/2011

Etaient présents :

René KAHN (Université de Strasbourg)
 Dominique FLEURY (IFSTTAR-MA)
 Thierry SAINT-GERAND (GEOSYSCOM)
 Eliane PROPECK – ZIMMERMANN (LIVE – Université de Strasbourg)
 Jean-Paul VILLETTE (Université de Strasbourg)
 Jean-François PEYTAVIN (IFSTTAR-MA)
 Sylvanie GODILLON (IFSTTAR-MA)
 Quentin VALCKE (IFSTARR-MA)

- *Analyse des bases de données et des documents de cadrage économique de la LMCU par René Kahn : Ressenti et interrogations pour une exploitation économique et une mise en relation avec les problématiques de sécurité routière.*

René Kahn fait d'abord part d'un besoin d'éclaircissement sur les bases de données pour pouvoir les exploiter. Il évoque un besoin de formatage de ces bases, d'une réorganisation des matrices en amont à laquelle pourrait collaborer directement Jean-Paul Villette, chargé de leurs traitements.

Par rapport aux documents réalisés par les instances du territoire métropolitain lillois, René Kahn relève un manque dans la définition des grandes orientations de développement, de la stratégie économique territoriale globale, dans l'organisation des instances de gouvernance et dans les objectifs des politiques de sécurité. Manques qui rendent difficile les liens à établir avec les travaux en sécurité routière. Dominique Fleury répond qu'il n'existe pas en France de stratégie d'aménagement mettant en œuvre des moyens directement consacrés à la sécurité routière.

René Kahn suggère que les stratégies de développement territoriales peuvent être repérées selon deux types de fonctions (modèle de Hoyt) : les fonctions « résidentielles » qui visent à satisfaire les besoins des populations locales, et les fonctions « basiques », exportatrices qui servent la compétitivité du territoire. Cette distinction peut s'avérer être une façon de problématiser l'analyse de ces documents qui ne donnent pas directement à se questionner sur les thématiques de travail. René Khan s'interroge d'ailleurs sur le lien entre économie territoriale et sécurité routière. Thierry Saint-Gérand répond que l'organisation de l'espace présente des caractéristiques particulières dans l'émission des flux et des déplacements qui vont être vecteurs d'accidents. La sécurité routière nécessite donc de saisir l'organisation du territoire, notamment au travers de ses activités économiques.

Dominique Fleury rappelle qu'en termes d'aménagement, on touche d'une part à la représentation mentale des espaces (tel espace (par exemple du fait de sa centralité) coûte plus à aménager qu'un autre) ; et de rappeler d'autre part le contexte général de la LMCU : il s'agit d'un territoire polycentrique, composé de 85 communes avec des affinités politiques différentes. Globalement, deux stratégies antagonistes cohabitent : à une stratégie de renforcement de l'axe Lille-Roubaix-Tourcoing-Villeneuve d'Ascq, notamment par les grands axes structurants, répond un objectif de répartition plus égalitaire pour chaque commune (ex. : une zone 30 par commune).

Mais plus généralement, Dominique Fleury pose le problème de la difficulté intrinsèque de l'aménagement face au défi de la sécurité routière (qu'est-ce que sécuriser ?) et émet donc des doutes dans l'évaluation du coût économique de l'aménagement dédié à la sécurité routière.

Eliane Propeck recentre la discussion sur les questions méthodologiques et interroge sur la méthode à utiliser dans le traitement et le croisement des données. Dominique Fleury rappelle l'importance d'avoir une vision par zones d'étude (9 couples ZUS/ZC) pour ne pas créer de redondances avec les travaux déjà réalisés dans les diagnostics territoriaux pour l'agglomération lilloise. Néanmoins, parce qu'il semble nécessaire d'avoir une profondeur et un cadrage plus global, Dominique Fleury propose à René Kahn d'écrire et d'approfondir ses réflexions qui apportent une expertise économiste sur les caractéristiques du territoire, en formulant des questionnements. L'idée étant de voir comment peut être problématisée la question de la sécurité routière lorsqu'elle est confrontée à une stratégie de développement économique.

Parce que la métropole lilloise constitue une échelle plus grande que les territoires régionaux sur lesquels sont appliquées habituellement les théories d'économie territoriale, René Kahn suggère la lecture de L. Davezies (*La République et ses territoires*) qui a élargi la théorie de la base à d'autres postes de richesse moins « productifs ». En effet, plusieurs dynamiques de territoire interagissent et créent des décalages entre la théorie (aménagement) et la pratique (sécurité routière). Dans cette situation, la sélection des données à exploiter est rendue délicate. Deux logiques opposées sont possibles : soit on intègre un maximum de données et on observe les résultats sans

a priori, soit on opère une sélection des données ex ante qui correspondent à la problématique de recherche. De plus, au-delà de ce choix, se pose le problème, que rappelle Jean-François Peytavin, de l'absence de pondération des données pour les rendre applicables aux échelles concernées.

Eliane Propeck appelle à clarifier la démarche de travail : prendre toutes les données à disposition nécessite une harmonisation. En reprenant la distinction soulevée par René Kahn, on pourrait définir les données répondant aux fonctions « résidentielles » et celles répondant aux fonctions « basiques ». Mais alors : quid des données ne rentrant pas dans ces catégories (le niveau de trafic...) ? Et par ailleurs une fonction peut être à la fois « résidentielle » et « basique », selon l'échelle choisie et le point de vue adopté. Il faudrait donc définir une typologie pour chacune des variables retenues, en déterminant des discriminants qui les feraient basculer dans une des deux catégories. Cette démarche aurait, pour René Kahn, le mérite de proposer une grille de lecture décryptante.

- *Présentation de l'analyse des données exploratoire par Jean-Paul Villette et discussion pour l'exploitation des données*

La méthodologie de traitement des données présentée par Jean-Paul Villette repose sur la constitution de Clusters (typologies) qui, pour chaque croisement de variables, détermine des surreprésentations et des sous-représentations de l'objet considéré (dans son exemple, les déplacements d'une zone d'étude à une commune).

Jean-François Peytavin précise que les combinaisons des variables déplacements / emploi-économie/ accidents, présentées dans le document « ZUS-Comm... », sont les plus utiles pour le projet. D'autres variables peuvent être éventuellement intégrées (celles à l'IRIS ou concernant la nature des réseaux...) ; des pondérations à la zone d'étude pourraient également être effectuées, mais cela nécessite de déterminer des dénominateurs communs.

Jean-Paul Villette propose de travailler conjointement avec Jean-François Peytavin sur la finalisation de la matrice de données et souhaiterait que les variables soient décrites textuellement, par libellés.

Prochaine réunion : 17 mai

Annexe 8 : Scénarios complémentaires

Scénarios complémentaires Bicyclette

Scénario complémentaire type 1

Chute/collision d'un cycliste suite à ou lors d'une manœuvre de dépassement (cycliste dépassant ou dépassé) (décrit sur la base de 42 cas)

Situation de conduite

Variante A : le cycliste est doublé (39 cas)

Un cycliste circule sur une voie urbaine le plus souvent ou sur une bande cyclable (6 cas). Un véhicule 2, le plus souvent un véhicule automobile, circule derrière lui sur la même voie, dans le même sens. Dans 10 cas au moins, il s'agit d'un poids lourd, et dans deux cas, d'un cyclomoteur.

Variante B : le cycliste double (3 cas)

Un cycliste circule derrière un véhicule motorisé qui ralentit ou circule lentement pour effectuer une manœuvre tournante (2 cas) ou en raison de la circulation dense (1 cas).

Situation d'accident

Variante A :

Le véhicule 2 entreprend le dépassement du cycliste par la gauche (38 cas). Dans un cas, le cycliste est au centre de la chaussée après avoir dépassé un véhicule de nettoyage de la voirie quand le véhicule 2 le dépasse par la droite. Lors de sa manœuvre, le véhicule se rabat prématurément (11 cas au moins dont 4 cas où il se rabat en raison de la présence d'un terre-plein central ou d'un aménagement routier, 1 cas où il rabat parce qu'un véhicule arrive en face et 1 cas où il se rabat parce qu'il est lui-même dépassé au cours de la manœuvre) ou ne se déporte pas suffisamment pour éviter le cycliste (12 cas au moins). Dans deux cas, le cycliste se déporte vers la droite au moment où il est doublé. 14 cas restent indéterminés.

Variante B :

Le conducteur de la bicyclette engage le dépassement du véhicule motorisé par la gauche dans deux cas, par la droite dans le dernier cas.

Situation d'urgence

Le plus souvent, aucun des deux protagonistes n'effectue de manœuvre d'urgence. Dans deux cas, le cycliste tente d'éviter la collision. Dans deux cas, le véhicule 2 effectue une manœuvre d'urgence pour éviter le cycliste. 25 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Variante A :

Le véhicule 2 percute la bicyclette, le plus souvent latéralement (25 cas au moins), avec l'arrière de son véhicule au niveau de la roue avant de la bicyclette (8 cas) ou avec son rétroviseur droit (8 cas). Dans 4 cas au moins, il accroche le guidon de la bicyclette et dans 5 cas, un poids lourd heurte la bicyclette avec sa remorque en se rabattant prématurément. Dans 3 cas au moins, il n'y a pas de choc : le cycliste perd le contrôle en tentant d'éviter la collision et chute.

Variante B :

Dans un cas, le cycliste heurte la remorque d'un camion effectuant une manœuvre tournante (la remorque se déporte, surprenant le cycliste). Dans un cas, le cycliste se rabat sur un poids lourd qu'il double parce qu'un autre véhicule (un bus) arrive en face. Dans le dernier cas, le cycliste, situé doublant un véhicule par la droite heurte son rétroviseur et chute.

Autres éléments explicatifs :

- Le véhicule circule rapidement : 1 cas
- Le cycliste roule en zigzaguant : 2 cas
- Le cycliste roule au centre de la chaussée : 1 cas
- Le cycliste se déporte sur la gauche pour changer de file : 1 cas
- Le véhicule 2 est lui-même doublé, ce qui l'amène à se rabattre : 1 cas

Dommages corporels :

Les dommages corporels sont souvent graves (un tiers des cas connus).

Scénario complémentaire type 11

Collision d'un cycliste suite à un déboîtement du fait de l'encombrement sur voie cyclable (ou autre) (décrit sur la base de 7 cas)

Situation de conduite

Une bicyclette circule sur une voie urbaine (2 cas), une voie cyclable (4 cas dont 2 cas de piste à double sens) ou un chemin de halage (1 cas). Un véhicule léger (4 cas), une autre bicyclette (2 cas) ou un deux-roues à moteur (1 cas) circule sur la même voie, dans le même sens dans 5 cas, en sens inverse dans 2 cas.

Situation d'accident

Le conducteur de la bicyclette effectue un écart en raison de l'encombrement de sa voie de circulation. Dans deux cas, il s'agit d'un arbuste qui empiète sur la voie et contraint à un écart, dans un cas d'un compresseur qui empiète sur la route, dans deux cas d'un engin de chantier ou d'un poids lourd stationné sur une voie cyclable, dans un cas d'une autre bicyclette arrêtée sur le bord de la route. Dans le dernier cas, le conducteur de la bicyclette n'effectue pas d'écart mais il est percuté par une autre bicyclette arrivant en sens inverse sur une piste à double sens, autre bicyclette qui effectue un écart. Le véhicule 2 engage un dépassement de la bicyclette (4 cas) ou est en train de la croiser (3 cas) alors que celle-ci déboîte. Dans un cas, le véhicule qui effectue le dépassement, un deux-roues à moteur, est lui-même dépassé par un véhicule léger, ce qui l'amène à se rabattre prématurément sur la bicyclette.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 2 tente d'éviter la bicyclette par une manœuvre d'urgence dans 1 cas. Dans 4 cas, il n'effectue aucune manœuvre d'urgence. 2 cas restent indéterminés. Le conducteur de la bicyclette n'a pas le temps de réagir dans tous les cas.

Situation de choc

Le véhicule 2 percute la bicyclette de façon arrière-latérale dans 4 cas (au niveau du rétroviseur extérieur droit dans 2 cas, de l'aile avant gauche dans 1 cas), ou frontalement (3 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Présence d'un deux-roues à moteur sur une voie non autorisée (chemin de halage) dans un cas.
- Masque à la visibilité du fait de la présence d'un arbuste dans 3 cas.
- Berges de canal non sécurisée favorisant la conduite au milieu du chemin dans un cas.

Domages corporels :

Les blessures sont généralement mineures ou modérées. Dans 5 cas, il s'agit d'hématomes et de douleurs à divers endroits du corps : visage, bassin, dos, et membres inférieurs. Dans un cas, le cycliste est gravement blessé (traumatisme crânien et fracture de la mâchoire). Dans un cas, le cycliste est indemne.

Scénario complémentaire type 13

Chute/collision d'un cycliste suite à un aménagement (ralentisseur, plaque d'égout....)
(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un conducteur de bicyclette circule sur une voie urbaine (deux cas) **ou sur une voie cyclable** (deux cas). Un véhicule motorisé circule derrière lui dans le même sens de circulation et s'apprête à le dépasser (2 cas). Dans un cas, un véhicule motorisé circule en sens inverse et s'apprête à croiser la bicyclette. Dans le dernier cas, le cycliste circule sur une piste cyclable ; aucun autre véhicule n'est impliqué.

Situation d'accident

Alors que le conducteur du véhicule motorisé engage son dépassement, le cycliste effectue brusquement un écart, en raison d'un aménagement de la chaussée ou de la bande cyclable (une plaque d'égout dans un cas, un ralentisseur dans un autre, une évacuation d'eau dans un troisième cas) ou d'un encombrement momentané situé à proximité de sa voie de circulation (un échafaudage dans un cas).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule n'effectue aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

La bicyclette percute le véhicule latéralement (2 cas). Dans un cas, la bicyclette fait un tel écart qu'elle percute frontalement un véhicule arrivant en face et circulant au milieu de la chaussée. Dans le dernier cas, le cycliste tente d'éviter la chute en posant violemment pied à terre.

Autres éléments explicatifs :

- Le conducteur du véhicule antagoniste circule au milieu de la route et percute la bicyclette de face (un cas)
- Présence de glissières en plastique délimitant la limite de la bande cyclable ayant favorisé la perte de contrôle du cycliste (un cas).
- Le cycliste est sourd (un cas)
- Le cycliste circule au milieu de sa voie de circulation (un cas)

Dommages corporels :

Les blessures du cycliste sont parfois graves (2 cas). Dans un cas, le conducteur de la bicyclette souffre d'une fracture costale, d'un traumatisme crânien et d'un hématome au niveau du nez nécessitant un méchage. Dans un autre cas, le cycliste souffre d'une fracture du tibia et du péroné. Dans les deux autres cas, les blessures sont légères. Dans un cas, le cycliste souffre simplement d'hématomes au niveau de la face. Dans l'autre cas, le cycliste souffre de contusions multiples.

Scénario complémentaire type 14

Chute/collision d'un cycliste suite à un problème technique (chaîne, lacet, pantalon...)
(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Une bicyclette circule sur une **voie de circulation** (trois cas) ou sur une **voie aménagée** (1 cas), parfois à l'approche d'une intersection (1 cas). **Un véhicule 2 est stationné** aux abords de la voie emprunté par le cycliste (2 cas) ou s'apprête à franchir l'intersection en provenance d'une autre voie.

Situation d'accident

Le conducteur de la bicyclette est déstabilisé par un défaut technique de son véhicule (2 cas : la roue avant se détache dans un cas, la chaîne déraille bloquant la roue arrière dans le second) **ou parce que quelque chose se prend dans un rouage de son véhicule**, entravant le fonctionnement de celui-ci (un lacet qui bloque la chaîne dans un cas, manteau « coincé » limitant les possibilités de freinage dans un cas).

Situation d'urgence

La bicyclette n'est plus contrôlable et le cycliste perd le contrôle de sa trajectoire. Aucune manœuvre d'urgence n'est entreprise.

Situation de choc

Le cycliste chute sur le sol (1 cas), ou sur un véhicule régulièrement stationné (2 cas) par l'arrière (1 cas) ou sur le côté (1 cas). Dans le dernier cas, il entre en collision avec le véhicule 2, qui franchit le carrefour en provenance d'une voie perpendiculaire.

Facteurs accidentogènes :

- vitesse élevée du cycliste (1 cas)

Autres éléments explicatifs :

- présence d'un trou sur la voie cyclable ayant favorisé la perte de la roue (1 cas)
- méconnaissance de l'état de la bicyclette achetée deux jours avant (1 cas)

Dommages corporels :

Les blessures sont variables : dans deux cas, elles sont légères (douleurs), dans deux cas, elles sont graves (traumatisme crânien dans un cas, fracture la mâchoire dans un cas). Le cycliste est blessé au visage et/ou à la tête dans trois cas, à l'épaule dans le 4^e.

Scénario complémentaire type 31

Collision arrière lors d'une manœuvre de tourne à gauche (cycliste heurté) – si ne peut être affecté en U15 et U38
(décrit sur la base de 7 cas)

Situation de conduite

Un cycliste, souvent âgé (4 cas) et de sexe féminin (6 cas), circule sur une voie urbaine (6 cas) ou sur une voie cyclable (1 cas). Un véhicule 2 (un véhicule léger dans 6 cas, un deux-roues à moteur dans 1 cas) circule derrière lui dans le même sens de circulation et s'apprête à le dépasser.

Situation d'accident

Le conducteur de la bicyclette indique son intention de changer de voie vers la gauche (1 cas), d'engager une manœuvre de tourne à gauche (2 cas) ou de traversée en direction du trottoir opposé (4 cas). Le conducteur du véhicule 2 perçoit le cycliste mais ne perçoit que tardivement cette intention. Dans un cas, il voit bien le cycliste tendre son bras mais ne comprend pas immédiatement l'indication du cycliste.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 2 prend une distance de sécurité pour doubler le cycliste, mais une distance insuffisante compte tenu de la manœuvre entreprise par le cycliste. Lorsqu'il prend conscience de l'intention du cycliste, il tente généralement une manœuvre d'urgence pour éviter le cycliste.

Situation de choc

Généralement, le véhicule 2 percute le cycle de façon arrière-latérale (4 cas), le plus souvent avec son aile avant droite (2 cas) ou avec son rétroviseur extérieur droit (2 cas). Dans un cas, il s'agit d'un motard qui percute le cycliste avec son bras. Dans 2 cas, le véhicule percute le cycle par l'arrière.

Facteurs accidentogènes :

- Age élevé du cycliste (deux retraités, deux autres cyclistes ayant plus de 50 ans) qui, par difficulté à tourner la tête, limite la prise d'information venant de l'arrière (2 cas) et qui évolue lentement.

Autres éléments explicatifs :

- Dans un cas, l'accident se produit de nuit (cycliste éclairé)

Dommages corporels :

Les blessures sont généralement importantes et situées majoritairement sur le côté gauche du corps du cycliste (6 cas), au niveau de la hanche et du bassin (3 cas), du membre supérieur (3 cas dont fracture de la clavicule gauche dans deux cas et luxation du coude dans un cas) ainsi que de la tête (4 cas, dont une hémorragie intracrânienne et deux traumatismes crâniens).

Scénarios complémentaires DRM

Scénario DRM type 1 : Circulation d'un véhicule en sens interdit (souvent sans s'en rendre compte) et collision avec un autre véhicule en intersection.

(décrit sur la base de 8 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (dans 6 cas une voiture particulière, dans 2 cas un DRM) **dont le conducteur est souvent non local** (4 cas) **emprunte une voie de desserte à sens unique en sens interdit sans s'en rendre compte** (5 cas dont 3 cas demi-tour dans une rue à sens unique), **il est à l'approche d'une intersection dans laquelle il souhaite poursuivre sa progression**. Dans 2 cas, le conducteur (local) est pressé et veut emprunter une portion de route en sens unique pour éviter un détour, dans 1 cas il n'est pas possible de déterminer pourquoi le conducteur (local) s'est engagé dans un sens interdit. **Un véhicule 2 souvent local** (7 cas) **circule sur la voie urbaine sur laquelle veut s'engager le véhicule 1 et est à l'approche de l'intersection**.

Situation d'accident

Le véhicule 1 s'engage dans l'intersection dépourvue de signalisation pour son sens de signalisation et ne perçoit pas le véhicule 2 qui survient.

Situation d'urgence

Les conducteurs des 2 véhicules n'effectuent aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Chaussée de desserte à double sens de circulation qui passe en sens unique sur une faible portion contribuant à emprunter la portion en sens interdit pour éviter un détour (1cas).
- Faible perceptibilité générale des DRM (6 cas).
- Conditions de travail des livreurs ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide et le franchissement d'une intersection alors que le DRM vient d'une rue en sens interdit (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Grande habitude des lieux pour le conducteur du véhicule 2 ayant contribué à ne prêter aucune attention à une intersection d'où logiquement personne ne peut survenir (7 cas).
- Caractère urgent du trajet pour le conducteur du véhicule 1 l'ayant amené à emprunter une rue en sens interdit pour éviter un détour (1 cas).
- Méconnaissance des lieux pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à une focalisation de son attention sur la recherche directionnelle et à la non perception du sens interdit (3 cas).
- Panique du conducteur du véhicule 1 qui s'est rendu compte qu'il circule en sens interdit ayant contribué à franchir très rapidement une intersection pour se retrouver sur une voie dans le sens normal de circulation (1 cas).
- Sentiment de priorité de la part du conducteur 1 lors du franchissement de l'intersection : du fait de l'absence de signalisation pour son sens de circulation, il pense bénéficier de la priorité à droite (2 cas).

Dommages corporels :

Dans 1 cas le conducteur du DRM est indemne. Les blessures sont mineures à modérées dans 3 cas (dont un passager), il s'agit de contusions et hématomes sur les membres supérieurs et inférieurs. Dans 4 cas les blessures sont plus sévères, on recense ici des fractures fermées nécessitant une immobilisation prolongée. Dans le dernier cas, il n'est pas possible de déterminer la gravité des blessures.

Scénario DRM type 2 : Deux-roues motorisé poursuivi par la police et se retrouvant en situation d'accident.

(décrit sur la base de 9 cas)

Situation de conduite

Un DRM (dans 5 cas un cyclomoteur, dans 4 cas une motocyclette) **circule sur une voie urbaine, et croise ou se retrouve à proximité d'un véhicule de police. Ce dernier tente de l'interpeller** (cette tentative d'interpellation est liée dans 5 cas au non port du casque par le conducteur du deux-roues, dans 1 cas à sa vitesse jugée excessive, dans un 1 cas à son comportement sur la chaussée (gymkhana), dans 1 cas à un cambriolage ayant eu lieu à proximité, dans le dernier cas le conducteur ne se sachant pas en règle prend la fuite à la vue d'un véhicule de police). **Par crainte d'être verbalisé, le conducteur du DRM accélère et prend la fuite. Il circule alors à une vitesse élevée.**

Situation d'accident

Le conducteur du deux-roues à moteur se retrouve confronté à une situation difficile à gérer compte tenu de sa vitesse. Dans 1 cas, le conducteur veut tourner à gauche dans une intersection. Dans 2 cas, le conducteur emprunte une voie à contre sens de circulation et se retrouve en situation d'interaction avec un autre véhicule. Dans 1 cas, le conducteur effectue un demi-tour alors que survient un cycliste. Dans 1 cas, le conducteur monte sur un trottoir pour atteindre un parc. Dans 4 cas, le conducteur a du mal à gérer son accélération.

Situation d'urgence

Le véhicule n'est le plus souvent plus contrôlable (6 cas).

Situation de choc

Le conducteur du deux-roues motorisé chute sur la chaussée (4 cas) **ou percute un obstacle fixe** (plots de stationnement dans 1 cas, borne électrique dans un cas). Dans un 1 cas, le DRM en contresens percute frontalement un véhicule, dans 1 cas il percute un cycliste et dans le dernier cas, il se couche sur la chaussée et vient percuter le véhicule de police.

Autres éléments explicatifs :

- Style de conduite ou pratiques démonstratives ayant contribué à circuler sur voies urbaines sans être en règle et/ou sans porter de casque (âge des conducteurs : 2 cas 17 ans ; 18 ans ; 20 ans ; 22 ans ; 2 cas 23 ans ; 27 ans ; 38 ans).
- Peur des conséquences d'un contrôle de police entraînant la « fuite à tout prix » dans 2 cas, pas de casque, dans 3 cas ni casque ni assurance, dans 2 cas pas de permis, dans 1 cas ni permis ni assurance, dans 1 cas pas de permis et véhicule volé), 5 des conducteurs sont déjà connus des services de police (1 cas indéterminé et 2 cas inconnus des services de police).
- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues leur permettant éventuellement de « semer » les véhicules de police.

Facteurs de gravité :

- Non port du casque, dans un cas le conducteur du DRM qui a chuté sur la chaussée est touché très sévèrement au crâne.

Dommages corporels :

Le conducteur est indemne dans un cas. Dans trois cas, les blessures sont légères. Il s'agit d'hématomes aux membres inférieurs et supérieurs ainsi que, dans un cas, d'une plaie ouverte à l'arcade sourcilière (non port de casque) entraînant la pose de 4 points de suture. Pour trois cas, les blessures sont plus sérieuses, une entorse du genou droit, pour le deuxième une fracture simple de l'avant bras due à la collision avec un poteau de signalisation et pour le troisième une fracture du tibia gauche. L'un des conducteurs n'ayant pas de casque est touché très sévèrement : 17 points de suture sur le crâne, clavicule et omoplate cassés, bassin fissuré. Enfin, dans le dernier cas le conducteur est touché à la jambe droite et aux cervicales mais il n'est pas possible de déterminer la gravité.

Scénario DRM type 3 : Perte de contrôle au cours d'une utilisation ludique d'un DRM.

(décrit sur la base de 9 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues motorisé (dans 6 cas un cyclomoteur, dans 3 cas une motocyclette) **circule sur une voie urbaine. Son conducteur entame une acrobatie** (6 cas : roue arrière dans 3 cas, tentative de se mettre debout sur la selle d'une motocyclette dans un cas, zigzag dans 1 cas) **ou fait du « gymkhana »** (3 cas).

Situation d'accident

Au cours de la manœuvre, le conducteur perd le contrôle du deux-roues.

Situation d'urgence

Le véhicule n'est le plus souvent plus contrôlable (7 cas). Dans 2 cas, le conducteur du véhicule freine fortement. Dans 1 cas, le conducteur donne un coup de guidon pour éviter la collision avec un véhicule circulant sur la voie d'en face.

Situation de choc

Le véhicule percute un véhicule en stationnement (3 cas dont un cas où le conducteur percute ensuite un poteau), **un véhicule en mouvement circulant en sens inverse** (3 cas), **un obstacle fixe** (1 cas un poteau, 1 cas un grillage) **ou chute sur la chaussée** (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin (8 cas : 14 ans, 16 ans, 17 ans, 18 ans ; 1 ayant 20 ans, 21 ans, 1 ayant 22 ans, 30 ans) ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite démonstratif pour « épater les copains ».
- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues permettant de réaliser des acrobaties ou des slaloms.
- Usage de deux-roues puissants (1 moto de 125 cm³, 2 motos cross 250 cm³, 1 moto 600 cm³) sans disposer du permis A (les 4 mêmes cas).
- Utilisation d'un véhicule volé (1 cas) ayant un usage ludique au sein du quartier (cross, gymkhana, acrobatie).

Facteurs de gravité :

- Présence d'un poteau de signalisation sur le bord de la chaussée et heurté par un véhicule en perte de contrôle (1 cas).
- Agressivité d'un véhicule circulant en sens inverse en cas de collision avec la tête du conducteur éjecté de son DRM (1 cas).
- Agressivité d'une attache remorque en cas de collision avec la tête du conducteur éjecté de son DRM (1 cas).
- Agressivité d'un véhicule en stationnement lors d'une collision en perte de contrôle en sortie de courbe (1 cas).
- Présence d'un muret en bordure d'une voie urbaine et heurté par le conducteur d'un véhicule après avoir percuté un véhicule en mouvement (1 cas).
- Non port du casque (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont graves dans 3 cas : fracture simple du poignet gauche (1 cas), fracture simple du poignet droit (1 cas), fracture du 1^{er} métacarpien gauche et plaie au genou avec fort délabrement cutané ITT 3 mois (1 cas). Dans 5 cas, les blessures sont très sévères, pour 3 cas, il s'agit de fractures ouvertes des membres inférieurs avec en plus pour un cas de lésions au visage dues au non port du casque (une ITT de 90 jours, les 2 autres cas sont indéterminés), chacun des 3 impliqués a percuté un obstacle (1 cas un véhicule en mouvement arrivant en face, 1 cas un véhicule en stationnement et dans le dernier cas le pilote a fini dans un poteau de signalisation). Les 2 autres cas sont tout aussi graves, dans 1 cas, on constate une rupture des ligaments croisés doublée d'une fracture du tibia suite à une perte de contrôle et au choc contre un grillage. Dans l'autre cas, le pilote subit un traumatisme crânien avec perte de connaissance, de multiples fractures, une contusion du poumon et une trachéotomie suite à une collision frontale avec un véhicule en mouvement. Le dernier cas est mortel.

Scénario DRM type 4 : Perte de contrôle d'un deux-roues à moteur en section rectiligne suite à son passage sur une zone glissante (chaussée humide, tache d'huile, etc.) ou déséquilibrante (trou, rails de chemin de fer, ralentisseur etc.)

(décrit sur la base de 26 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues motorisé circule sur une voie urbaine en section rectiligne.

Situation d'accident

Variante a (11 cas). **Le conducteur roule sur une zone où l'adhérence est réduite** (11 cas : chaussée verglacée dans 2 cas ; mouillée dans 7 cas avec en plus présence d'huile dans 2 cas, de débris alimentaires dans 2 cas, de feuilles mortes dans 1 cas ; chaussée sèche avec flaque d'huile dans un cas, 1 cas indéterminé), ce qui le déséquilibre.

Variante b (10 cas). **Le conducteur roule sur une zone où la chaussée est en mauvais état** (3 cas de trous, une bosse dans 1 cas) **ou sur un ralentisseur** (3 cas), **une plaque d'égout** (2 cas) **ou des rails de chemin de fer** (1 cas), ce qui le déséquilibre.

Variante c (5 cas). **Le conducteur freine sur les bandes blanches d'un passage piéton situé en amont d'un feu tricolore** (3 cas) **ou au contraire accélère sur les bandes blanches d'un passage piéton situé en aval d'un feu tricolore** (2 cas), ce qui, compte tenu des caractéristiques d'adhérence de la chaussée (chaussée mouillée dans les 5 cas), le déséquilibre.

Situation d'urgence

Le véhicule n'est le plus souvent plus contrôlable (23 cas). Dans 3 cas (variante b), le conducteur donne un coup de guidon pour tenter de se rééquilibrer.

Situation de choc

Le DRM chute sur la chaussée (17 cas). **Dans les autres cas, il percute un obstacle fixe** (3 cas un véhicule en stationnement dans 3 cas, rocher sur un terre-plein central dans 1 cas), **un véhicule arrêté sur la chaussée dans 3 cas, un véhicule en mouvement circulant en sens inverse dans 2 cas.**

Autres éléments explicatifs :

- Chaussée mouillée et/ou surface localement glissante ayant contribué à la perte de contrôle du DRM (16 cas).
- Mauvais état de la chaussée ayant favorisé la perte de contrôle du DRM (4 cas).
- Instabilité des DRM sur chaussée glissante (16 cas) et lors du passage d'« obstacles » (6 cas : rails de chemin de fer, plaque d'égout, dos-d'âne).
- Chaussée assez large en sens unique favorisant l'adoption de grande vitesse (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'une grosse pierre (décorative ?) au milieu du terre-plein central (1 cas).
- Non port du casque par un cyclomotoriste ayant entraîné des blessures très sévères au visage (1 cas).
- Aggressivité d'un bus en cas de collision (1 cas).
- Vulnérabilité du conducteur du DRM en cas de collision fronto-frontale avec un autre véhicule (2 cas) et du conducteur du DRM en cas de collision avec un véhicule en stationnement (3 cas).

Domages corporels :

Les blessures sont très sévères dans 4 cas. Dans 1 cas elles découlent de la collision du passager du DRM avec une pierre située sur le terre-plein central, l'abdomen et le thorax sont touchés : pneumothorax, vertèbres brisées, poumon décollé (6 mois d'ITT sous réserve et paraplégie flasque). Pour un autre cas, une chute sans casque a entraîné une fracture ouverte du nez, la brûlure du côté gauche de la face et une large plaie ouverte au menton. Les 2 derniers sont des chutes sur la chaussée ayant entraîné une luxation du genou gauche pour 1 cas et de multiples fractures de côtes pour l'autre cas. Les blessures sont sévères dans 6 cas incluant des traumatismes crâniens avec perte de connaissance initiale et diverses fractures, les cas les plus graves correspondant aux impliqués ayant percuté un véhicule en stationnement (2 cas) ou en mouvement (2 cas). 3 cas constituent des blessures sérieuses. On dénombre 12 cas de blessures légères, essentiellement des hématomes et contusions aux membres inférieurs et supérieurs. L'un des accidentés est indemne, enfin pour le dernier cas il est impossible de déterminer la nature de ses blessures.

Scénario DRM type 5 : Collision sur une piste cyclable entre deux deux-roues, dont au moins un DRM.

(décrit sur la base de 5 cas pour 8 impliqués à DRM conducteurs)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un cyclomoteur dans tous les cas) **circule sur une piste cyclable, souvent de nuit (3 cas).**
Un véhicule 2 (un cyclomoteur dans 3 cas, une bicyclette dans 2 cas) **circule en sens inverse.**

Situation d'accident

L'un des deux véhicules se déporte vers la gauche alors que l'autre véhicule survient. Dans 1 cas, le conducteur circule au milieu de la piste cyclable du fait du mauvais état de cette dernière et de la faible visibilité. Dans 1 cas, il semblerait que le mauvais état ponctuel de la chaussée soit directement à l'origine du déport du DRM. 3 cas restent indéterminés.

Situation d'urgence

Le plus souvent, les conducteurs ne perçoivent l'autre véhicule que très tardivement (ou au moment du choc) **et ne réalisent aucune manœuvre d'urgence** (4 cas). Dans 1 cas, le conducteur d'un DRM effectue un freinage tardif.

Situation de choc

Les deux véhicules se percutent.

Facteurs accidentogènes :

- Mauvais état du revêtement de la piste cyclable (3 cas : dans 1 cas il s'agit de nombreuses racines, dans 1 cas, il s'agit de nombreux nids de poules, dans le dernier cas, il est spécifié par les forces de l'ordre traitant l'accident que la piste cyclable est en mauvais état, sans plus de précisions néanmoins.
- Absence d'éclairage, de nuit de la piste cyclable (1 cas) ayant contribué à la non perception du deux-roues circulant en sens inverse.
- Etranglement des pistes cyclables générant des difficultés pour les usagers de deux-roues pour se croiser (5 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Fort vent latéral à même d'amener le véhicule à se déporter (1 cas).
- Inattention d'un conducteur « perdu dans ses pensées » (1 cas).
- Piste cyclable en forte pente entraînant une prise de vitesse importante pour le deux-roues qui descend et une baisse de la visibilité pour celui qui monte (1 cas).

Dommages corporels :

La gravité des blessures est très inégale. Dans 1 cas, les blessures sont mortelles pour l'un des impliqués et sévères pour celui d'en face. Dans 1 cas, les blessures sont sévères pour un conducteur tandis que l'autre est indemne. Pour 3 impliqués, les blessures sont modérées et se localisent sur les membres inférieurs et supérieurs. Le dernier conducteur est indemne ainsi que son passager. Enfin, les deux cyclistes impliqués présentent des fractures (fractures membres inférieurs et supérieurs avec pour l'un des deux une ITT de 2 mois).

Scénario DRM type 6 : Un véhicule dépasse un DRM, lors du dépassement les deux véhicules s'accrochent et le conducteur du DRM chute.

(décrit sur la base de 35 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un cyclomoteur dans 33 cas, une motocyclette dans 2 cas, une voiture particulière dans 1 cas) **circule sur une voie urbaine généralement large** (28 cas). **Un véhicule 2 circule en aval** (dans 1 cas un deux-roues moteur).

Situation d'accident

Le véhicule 2 engage le dépassement du véhicule 1. Lors de la manœuvre de dépassement, le véhicule 2 se rabat trop tôt et touche le véhicule 1 ou le véhicule 1 se décale vers la gauche et vient percuter le véhicule 2.

Situation d'urgence

Le véhicule 1 n'est le plus souvent plus contrôlable (32 cas). Dans 2 cas le conducteur du DRM chute sur la chaussée pour éviter la collision avec le véhicule 2.

Situation de choc

Le DRM chute sur la chaussée (30 cas), dans 5 cas il percute un véhicule en stationnement.

Elément notable :

- Délit de fuite du véhicule 2 dans 20 cas.

Autres éléments explicatifs :

- Chaussée assez large favorisant l'adoption de grande vitesse ainsi que les manœuvres de dépassement.
- Instabilité des DRM entraînant la perte de contrôle du véhicule dès lors qu'il y a un contact avec un autre véhicule.

Dommages corporels :

Dans 3 cas le conducteur du DRM est indemne. Les blessures sont modérées (contusions) dans 23 cas et se répartissent sur les membres inférieurs et supérieurs (dans 2 cas, la colonne vertébrale est aussi touchée). Ces blessures modérées entraînent des ITT : dans 2 cas, 1 jour ; dans 1 cas, 4 jours et dans 2 cas, 7 jours. Les blessures sont plus sévères dans 6 cas impliquant un traumatisme crânien avec perte de connaissance et diverses fractures. Dans 3 cas, il est impossible de déterminer la nature et la gravité des blessures.

Scénario complémentaire Véhicules Utilitaires

Collision en intersection entre un véhicule utilitaire prioritaire (souvent en intervention) avec gyrophares et sirène actionnés et un autre véhicule (ou un piéton traversant).

(Décrit sur la base de 5 cas)

Situation de conduite

Un véhicule utilitaire 1 prioritaire (dans 2 cas, un véhicule des sapeurs-pompiers, dans 3 cas, une ambulance), **en intervention** (dans 4 cas), dont le conducteur, local, **a actionné ses gyrophares et sa sirène** (dans un cas, le conducteur les a actionnés abusivement pour se frayer un passage dans la circulation) **à l'approche d'une intersection dans laquelle il souhaite poursuivre sa progression**, le plus souvent au ralenti, **alors que le feu tricolore est au rouge fixe**. Le véhicule utilitaire circule **sur une chaussée large** (3 voies dans 2 cas, 2 voies dans 3 cas). **Un véhicule 2** (véhicule léger dans 4 cas) **circule sur la voie urbaine que souhaite franchir le véhicule 1 et est à l'approche de l'intersection**. Dans un cas, il s'agit d'un piéton qui s'apprête à traverser la voie sur laquelle le véhicule 1 souhaite poursuivre sa progression.

Situation d'accident

Le véhicule 2 s'engage dans l'intersection au feu vert et ne perçoit pas le véhicule 1 qui survient.

Situation d'urgence

Les conducteurs des deux véhicules n'effectuent aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Collision fronto-latérale

Facteurs accidentogènes :

- Non perception du véhicule utilitaire par le conducteur du véhicule 2, souvent lié à des obstacles visuels (1 bus ou 1 camion dépassé par la gauche par le véhicule 1, ou les bâtiments à l'angle d'une rue étroite) (3 cas).
- Perception tardive du conducteur du VU d'un piéton traversant à cause de la densité du trafic (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Moindre attention du conducteur (ou piéton) du fait du sentiment prioritaire généré par le feu vert (5 cas).
- Conduite en situation d'urgence du conducteur du VU en intervention (4 cas).
- Largeur de la voirie qui favorise un franchissement rapide de l'intersection par le conducteur de l'un des deux véhicules (4 cas).

Domages corporels :

Dans tous les cas recensés, les conducteurs du véhicule utilitaire sortent indemnes de l'accident. Les blessures de l'impliqué antagoniste sont modérées dans trois cas ; il s'agit de contusions et d'hématomes sur les membres supérieurs ou à la face. Dans deux cas, les blessures sont sévères avec des traumatismes crâniens avec perte de connaissance, plus, pour le cas du piéton, des fractures au poignet et au nez.

Scénario complémentaire Poids Lourd

Un poids lourd double une bicyclette et l'accroche en déboîtant ou en se rabattant.

(Décrit sur la base de 6 cas)

Situation de conduite

Un poids lourd (un semi-remorque dans 3 cas, un camion porteur seul dans 3 cas) **circule sur une voie urbaine** (dans 3 cas une voie à double sens de circulation, dans 2 cas sur une voie large à l'approche d'une intersection, dans 1 cas sur un giratoire) **et s'apprête à doubler par la gauche un cycliste adulte, qui progresse dans le même sens de circulation.** Dans 1 cas, le conducteur du camion est belge ; dans 2 cas, il réside dans la région Nord-Pas-de-Calais ; dans 3 cas, il réside dans la Communauté Urbaine de Lille. **Le conducteur effectue un trajet professionnel de livraison** et connaît l'itinéraire pour se diriger sur le lieu de sa livraison.

Situation d'accident

En doublant, le poids lourd accroche le cycliste. Dans 3 cas, il heurte le cycliste lors de son rabattement ; dans 2 cas, en redémarrant au feu ; dans un cas, la porte de la benne du camion s'ouvre par accident et heurte le cycliste au niveau de la nuque.

Situation d'urgence

Le cycliste perd l'équilibre, tandis que le poids lourd ne réalise aucune manœuvre d'urgence. Dans 2 cas, le conducteur est alerté de l'accident par un piéton quelques mètres après le choc, dont il ne s'est pas rendu compte.

Situation de choc

Le cycliste chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Rabattement prématuré du poids lourd après avoir doublé le cycliste, en raison d'une mauvaise appréhension de la longueur du véhicule (2 cas).
- Problème de perception du cycliste. Le conducteur ne se rend pas compte du choc (2 cas). et/ou évoque un problème d'angle mort (2 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Rabattement d'urgence du poids lourd à cause de la présence de plots sur la chaussée (1 cas).
- Perte d'équilibre du cycliste qui coince son guidon dans la bâche de la remorque au moment de redémarrer au feu (1 cas).
- Ouverture accidentelle de la porte de la benne qui heurte le cycliste.

Dommages corporels :

Le conducteur de poids lourd est indemne. Dans un cas, le cycliste est blessé modérément (coup à la nuque) ; dans 4 cas, les blessures sont sévères ou très sévères, on recense ici des plaies importantes, des fractures fermées et ouvertes des membres supérieurs et un traumatisme crânien ; dans un cas, il n'est pas possible de déterminer la gravité des blessures.

Scénario complémentaire Bus

Piéton souhaitant rattraper un bus, qui s'apprête à quitter un arrêt, chute et se fait écraser.

(Décrit sur la base de 5 cas)

Situation de conduite

Un piéton rattrape un bus qui s'apprête à quitter une station de bus (dans 4 cas, l'arrêt de bus se trouve en pleine voie, dans un cas, il s'agit d'un arrêt de bus en encoche) **sur une voie urbaine** (à double sens de circulation dans 3 cas, à sens unique dans un cas) **ou sur une route nationale**. Dans 4 cas, **le piéton arrive à hauteur du bus en courant** (de l'arrière droit dans 3 cas, de l'avant droit dans 1 cas) **et tape sur l'une des portes du bus pour prévenir le conducteur de son intention de monter** dans le véhicule. Dans le dernier cas, le piéton est en état d'ébriété et le conducteur ne souhaite pas le laisser entrer.

Situation d'accident

Le bus entame sa manœuvre tandis que le piéton trébuche. Dans 4 cas, le chauffeur ne s'est pas aperçu de la présence du piéton.

Situation d'urgence

Le conducteur du bus n'effectue pas de manœuvre d'urgence et continue sa progression.

Situation de choc

Le piéton chute sur la chaussée et se fait écraser les membres inférieurs (4 cas) **ou les membres supérieurs** (1 cas) par les roues avant droit (2 cas) ou arrière droit (3 cas) du bus.

Facteurs accidentogènes :

- Concentration du conducteur de bus sur l'état de la circulation dans laquelle il souhaite s'insérer qui ne remarque pas la chute du piéton (4 cas).
- Etat de précipitation du piéton qui peut expliquer la perte d'équilibre (4 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Etat d'ivresse manifeste qui explique la perte d'équilibre (1 cas).
- Encombrement de l'arrêt par un véhicule qui oblige le conducteur à stationner après la station et qui surprend l'usager piéton remarquant tardivement la présence du bus (1 cas).

Domages corporels :

Dans 1 cas, la blessure est sérieuse (écrasement de la main) ; dans 3 cas, les blessures sont sévères, avec des fractures fermées des membres supérieurs ; dans un cas, il n'est pas possible de déterminer la gravité de la blessure.