



- **Présentation de l'équipe**

- Faculté des sciences – Département des sciences géographiques

- **Unité de géomatique**

- (# climatologie, géomorphologie, géographie économique et sociale)*

- Personnel : 4 professeurs, 15 chercheurs, 2 administratifs t.p.

- Charge d'enseignement :

- » Géomatique : en sciences, sciences appliquées, archéologie...

- » Géométrie (géomètres-experts) - spécificité

- Domaines de recherche :

- » Référentiels géographiques : géodésie, cartographie mathématique

- » Acquisition de données : topographie, GNSS, photogrammétrie, télédétection

- » **Gestion et traitement des données** : systèmes d'information géographique, analyse spatiale, cartographie



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 2

- Marie Trotta
 - Ms sciences géographiques, orientation géographie économique et sociale
 - Aspirante F.R.S – FNRS
 - Thèse de doctorat en cours : Profilage géographique
- Jean-Paul Kasprzyk
 - Ms sciences géographiques, orientation géomatique et géométrie (géomètre)
 - Assistant
 - Thèse de doctorat en cours : S-OLAP raster
- Jean-Paul Donnay
 - Professeur ordinaire, Dr. Sc., Ms. Sc.Ap., fondateur de l'unité de géomatique
 - Cartographie mathématique et numérique, conception et implémentation de SIG, analyse spatiale

<http://www.geo.ulg.ac.be/cms/>



Origine des travaux en cartographie criminelle à l'Unité de géomatique de l'ULg



• Cellule « Tueurs du Brabant » 2006

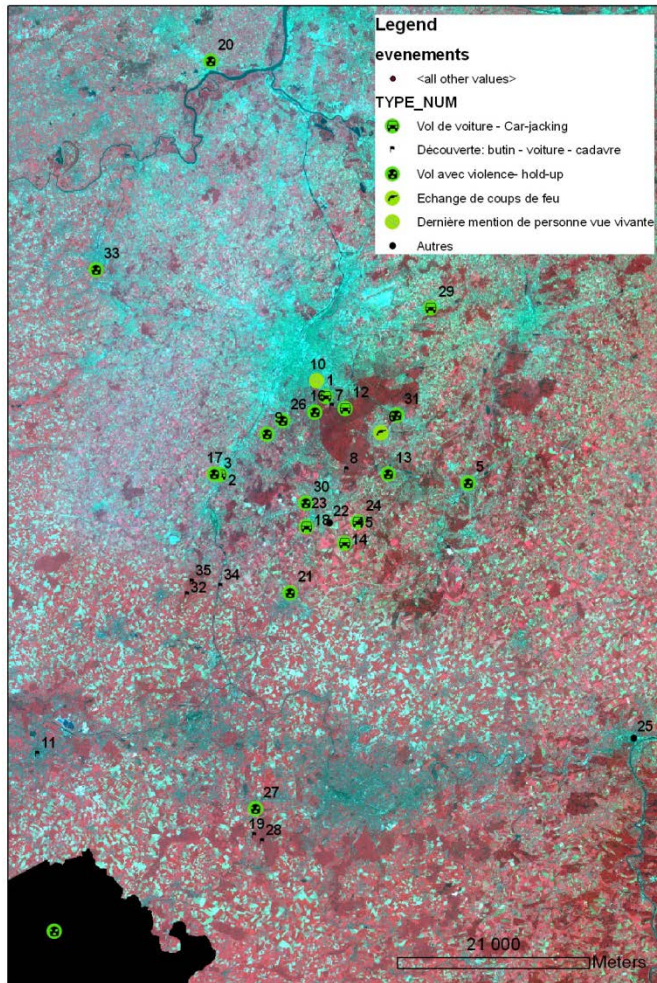
- Reconstitution des déplacements possibles d'un Peugeot 504 ayant participé à plusieurs faits criminels
- Donnée originale : kilométrage parcouru par le véhicule
- Spécificités de l'analyse :
 - Géolocalisation des faits criminels + analyse descriptive
 - Utilisation du **réseau de voiries** numérisé + **temporalité**
 - Exploitation des données géographiques en **mode maillé**
 - Algorithme de propagation
 - Création de « **surfaces de coût** / probabilité »
 - Développement de **scénarios** :
 - Avec ou sans repérage sur chaque fait
 - Prise en compte de données géographiques secondaires dans un **modèle multicritère** : occupation du sol, proximité des entrées/sorties d'autoroutes...



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 5



Typologie

7 vols de voiture et *car-jacking* (Type 1)
11 découvertes (armes, etc.) (Type 2)
13 vols avec violence et *Hold-up* (Type 3)
4 autres types d'événements
Total : 35 cas

Données propres au cas de la Peugeot 504

12 : vol de la Peugeot à Watermael-Boisfort (28/01/83)

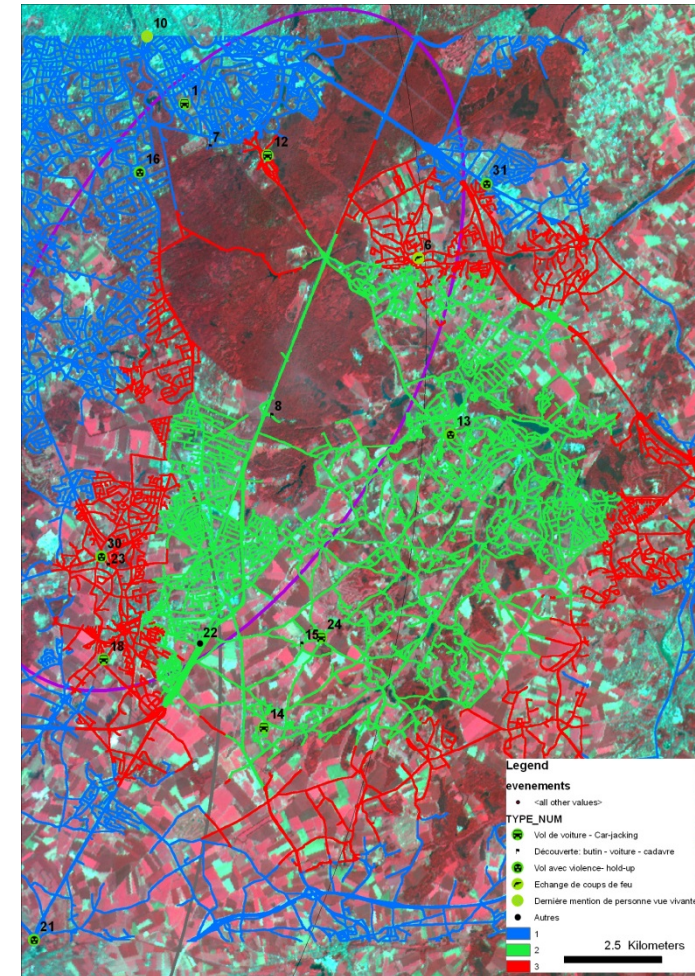
13 : Hold-up de Genval (11/02/83)

14 : Car-jacking de la VW (14/02/83)

15 : Abandon de la Peugeot (15/02/83)

+ Itinéraire de fuite du hold-up de Genval (direction Overijse)

+ Kilométrage approximatif effectué par le véhicule entre les événements 12 et 15
~ 100 km



Résultat classé d'un scénario



- « Reconstitution des déplacements d'un groupe de criminels en série et localisation de leur origine »
 - Validation méthodologique demandée par la Police
 - Mémoire de Kenneth Broxham
 - Objet d'un chapitre de livre paru en novembre 2012.
 - *Kasprzyk JP, Trotta M, Broxham K, Donnay JP (2012), Reconstitution of the journeys to crime and location of their origin in the context of a crime series. A raster solution for a real case study. In: Leitner M (ed.) Crime Modeling and Mapping Using Geospatial Technologies, Springer*
 - Intérêts du travail:
 - Approche raster
 - Approche opérationnelle
 - Pas d'utilisation de modèle calibré sur des cas résolus
 - Utilisation d'une distance le long d'un réseau routier
 - Pas de distance euclidienne, distance de Manhattan



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 7

- Données

ID	Date	Heure	Événement
1	05/05/30	9:00	Car-jacking d'une première voiture
2	05/05/31	16:00	Hold-up d'un supermarché
3	05/06/02	7:00	Comportement suspect avec la première voiture
4	05/06/03	2:00	Car-jacking d'une seconde voiture
5	05/06/03	?	Abandon de la première voiture
(6)	05/06/03	15:00 pm	Découverte de la première voiture

- Distance totale parcourue avec la première voiture : environ 100 km
- Chaque événement localisé par adresse postale → conversion en coordonnées Lambert
- **But** : délimiter une zone de recherche du lieu où les criminels cachaient la voiture entre leurs méfaits

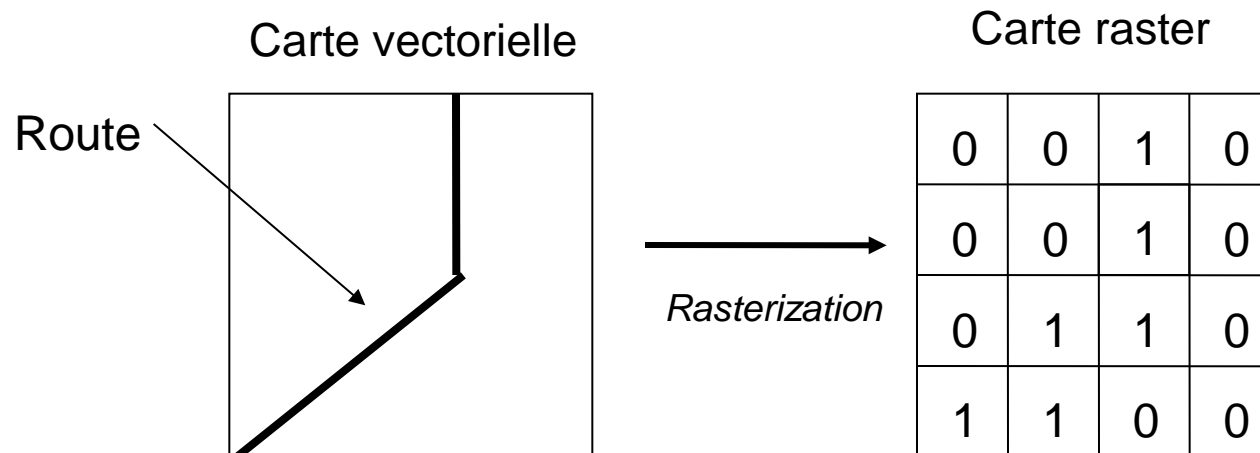


- Rasterisation du réseau routier

- Carte maillée ou raster

- Espace structuré en une matrice de cellules (ou pixels) organisées en lignes et colonnes
- Chaque cellule contient une valeur qui représente une information

- Rasterisation = conversion de données vectorielles en mode raster



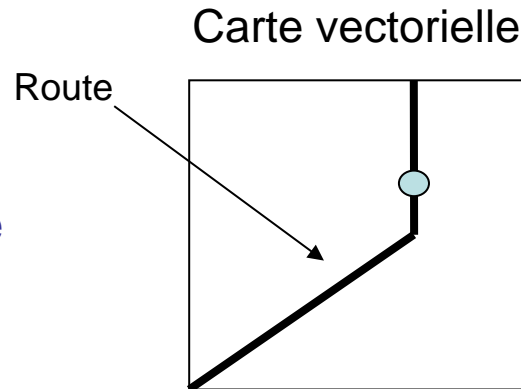
- Résolution = 20 m

- Compromis entre précision géométrique, taille de la zone d'étude et rapidité des traitements



- Construction de surfaces de coût

1 événement
→ une surface de coût



Rasterization

Carte raster binaire

0	0	1	0
0	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	0

Reclassification

Carte raster reclassée

-1	-1	20	-1
-1	-1	20	-1
-1	20	20	-1
20	20	-1	-1

Propagation

Surface de coût

-1	-1	20	-1
-1	-1	0	-1
-1	28	20	-1
56	48	-1	-1

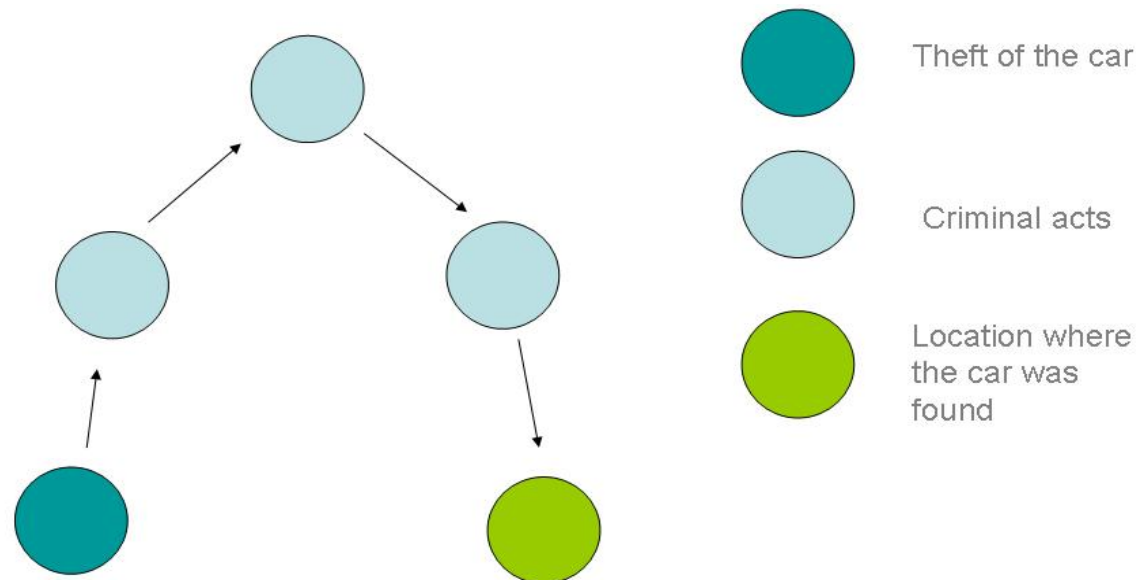
Valeur d'un pixel

= distance du pixel par rapport à la source en suivant le chemin le plus court le long du réseau routier



• Scénario 1

- Les malfaiteurs ont voyagé d'un événement au suivant sans passer par une cache
 $\min(\text{SC1} + \text{SC2}) + \min(\text{SC2} + \text{SC3}) + \min(\text{SC3} + \text{SC4}) + \min(\text{SC4} + \text{SC5})$
= « Loop journey » = scénario 1 = 86 km
- 86 km < 100 km → scénario rejeté

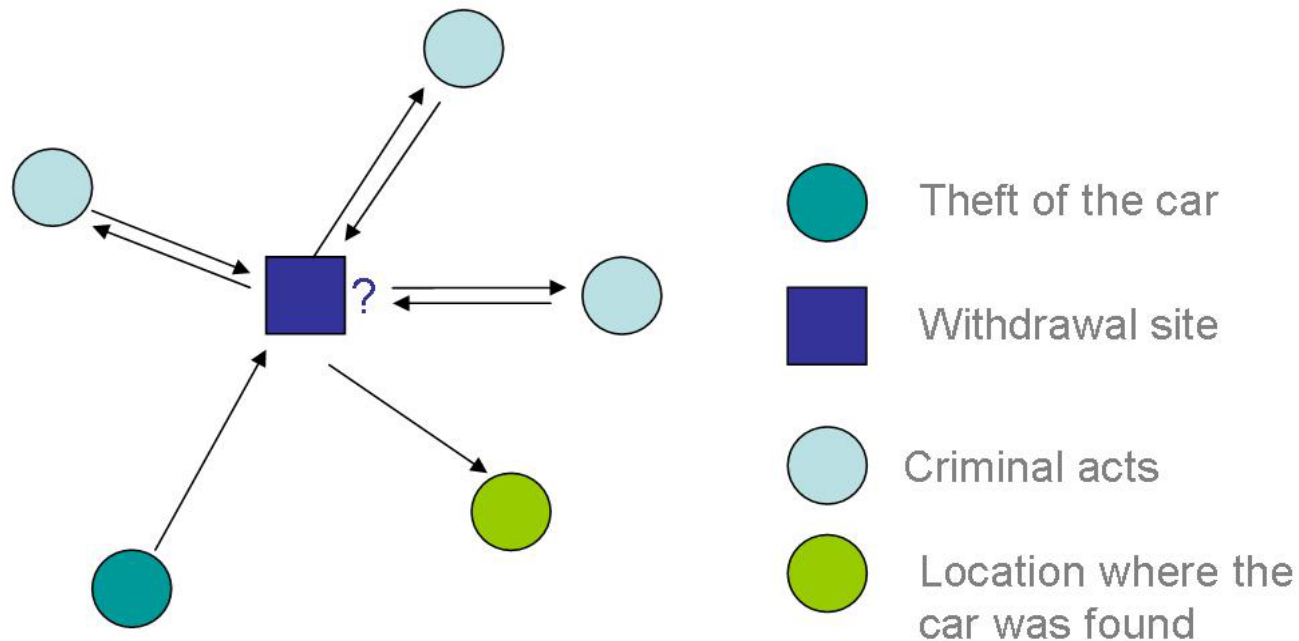


Respect de la chronologie des faits



• Scénario 2

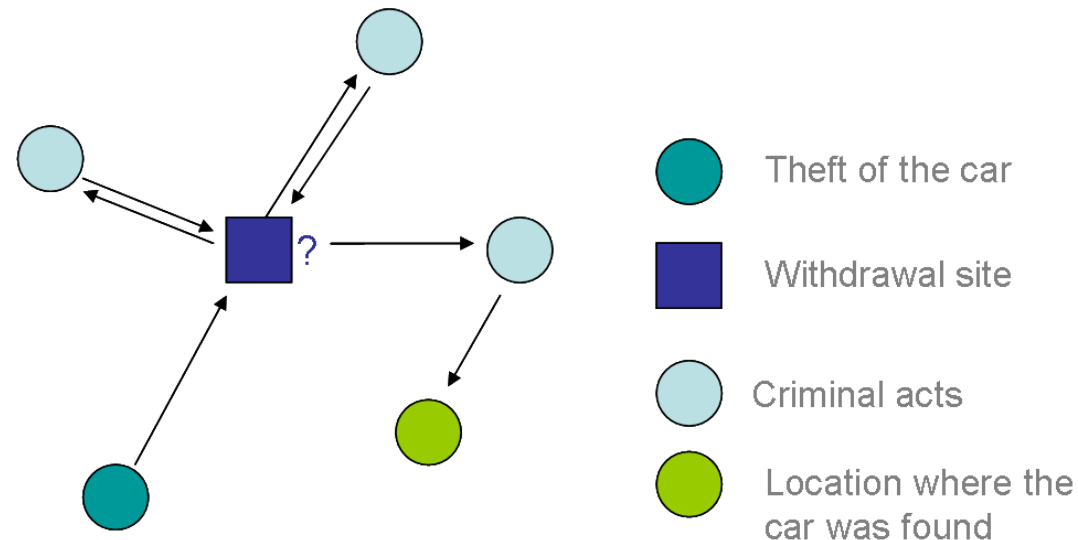
- Les malfaiteurs sont passés par une cache entre les événements 2, 3 et 4
SC1 + 2.SC2 + 2.SC3 + 2.SC4 + SC5 = scénario 2
- Min(scénario 2) proche de 100 km → scénario possible





• Scénario 3

- Les malfaiteurs ne sont pas passés par la cache avant d'abandonner la voiture (événement 5)
- Plus plausible car la voiture a été retrouvée peu de temps après l'événement 4 (SC1 + 2.SC2 + 2.SC3 + SC4) + min(SC4 + SC5) = scénario 3
- Min(scénario 3) proche de 100 km → **scénario validé**
- Les pixels ayant une valeur proche de 100 km dans la surface de coût résultante constituent la zone de recherche de la cache



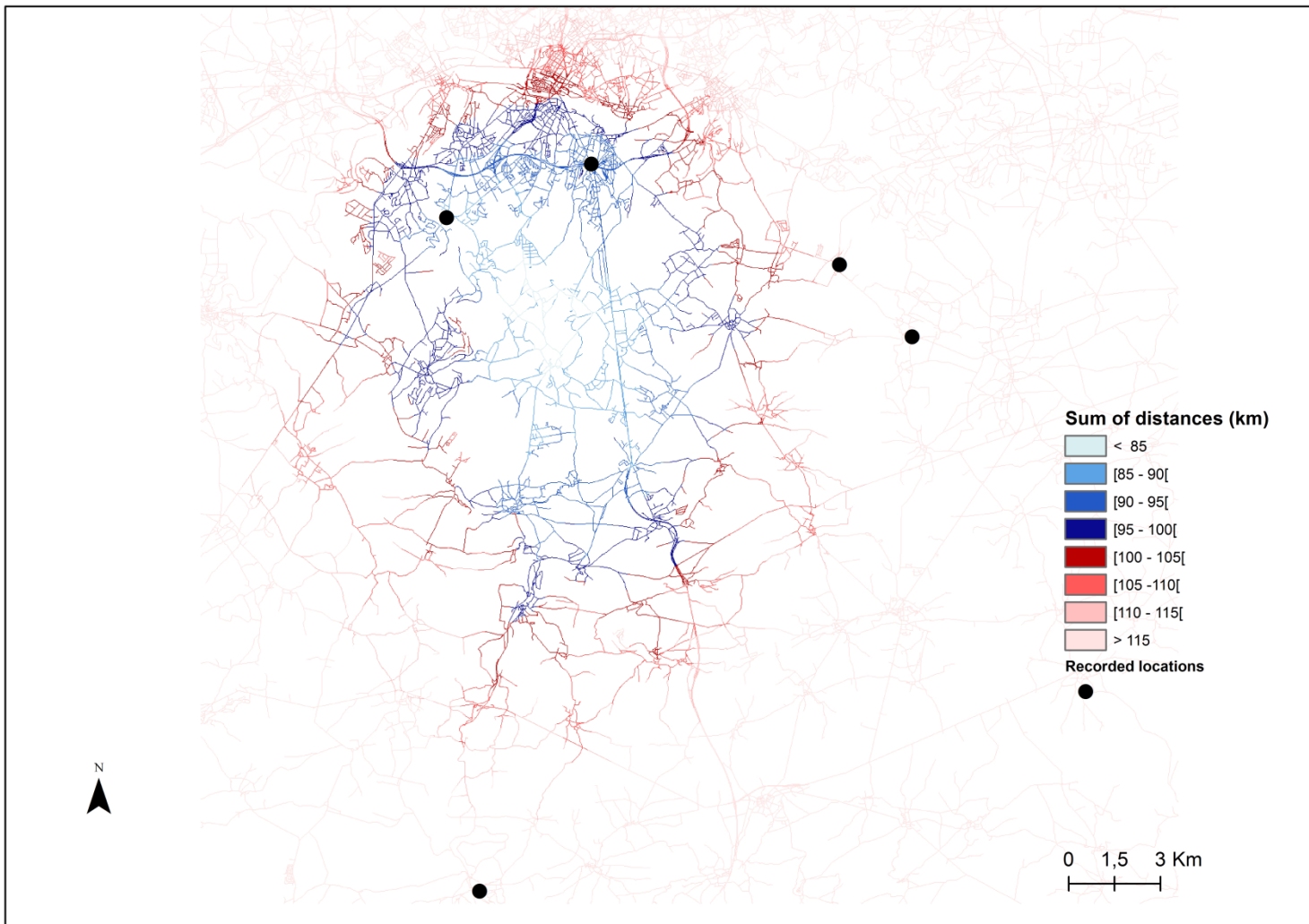


Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

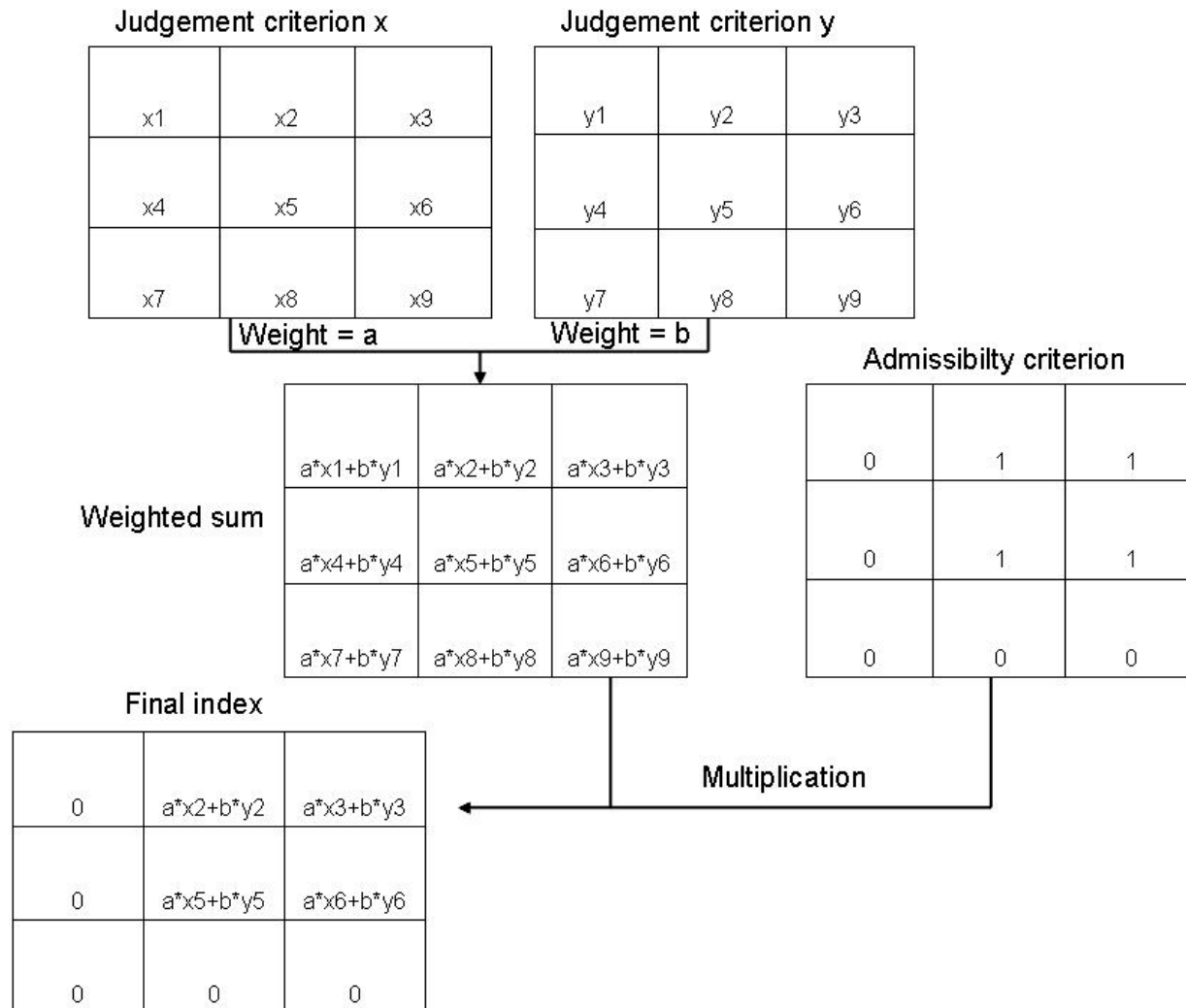
Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 14

- Zone de recherche trop vaste...





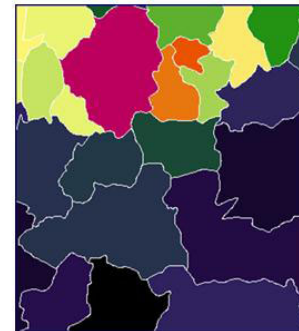
- Réduction de la zone de recherche: analyse multicritère



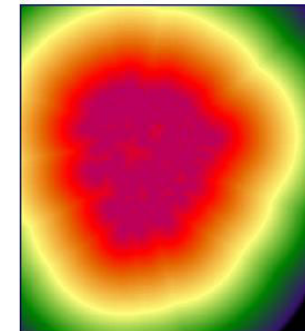


• Construction de l'indice final

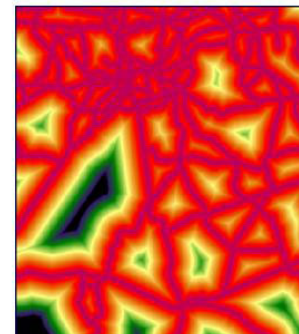
- Facteurs: valeur d'un pixel = entier compris entre 0 et 255
 - F1: intégration du caractère rural (poids = 0.1)
 - F2: proximité des routes principales (poids = 0.2)
 - F3: intégration du scénario 3 (poids: 0.7)
- Contrainte (C): image binaire (0,1)
 - C: la cache doit être dans un espace bâti.
- **Indice final =**
 $(0.1 * F1 + 0.2 * F2 + 0.7 * F3) * C$



Factor 1: rural character



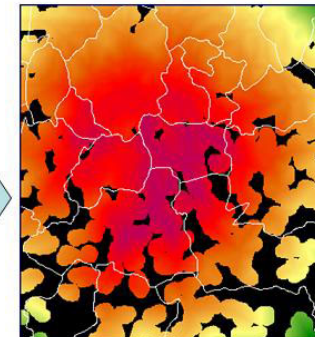
Factor 3 : integration of the scenario



Factor 2: main road proximity



Constraint: developed site

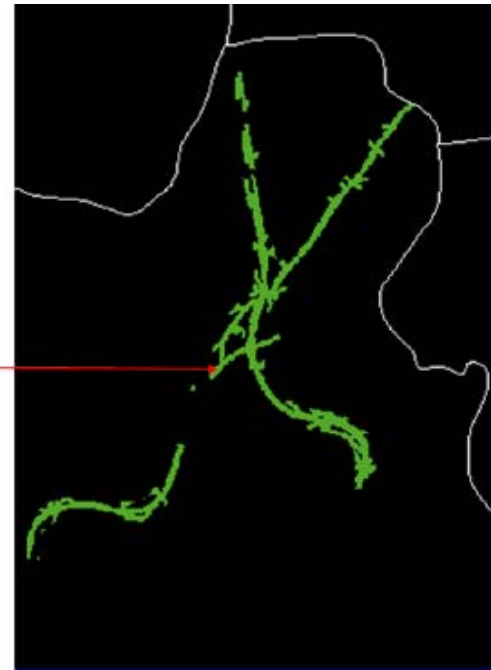
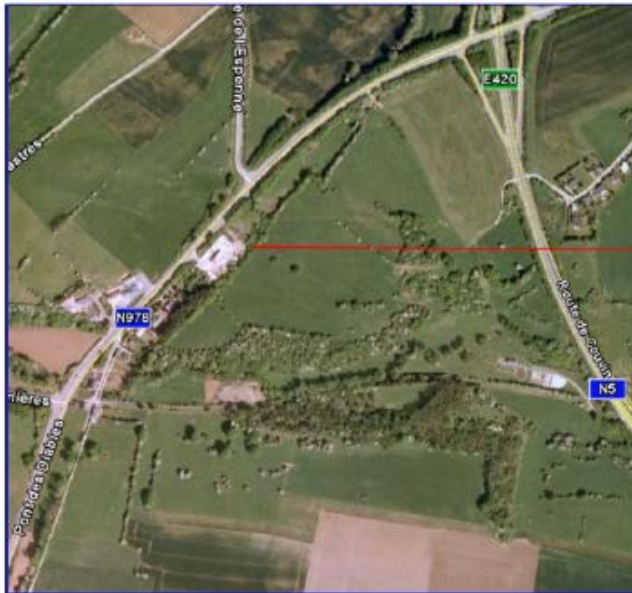


Result : performance index



• Validation

- Classification de l'image résultante
 - on ne conserve que les pixels avec un score supérieur à 251 (/ 255)
- La zone de recherche ne concerne plus qu'une petite portion de route dans laquelle la Police confirme la présence de la cache.





Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 18

– Publicité

RTL.be

L'enquête se poursuit

Selon le procureur du Roi de Mons, les indices de culpabilité ont été révisés à l'aide de méthodes scientifiques ainsi qu'à l'analyse minutieuse des auditions des victimes et à l'examen géographique des faits commis. L'enquête se poursuit.

reflexions
ULg, source de savoirs Le site de vulgarisation scientifique de l'Université de Liège.

Accueil Glossaire Vidéotheque

Terre Espace Vivant Pensée **Société** Sciences

Anthropologie
Criminologie
Droit
Economie

Enquêtes policières à la carte [Twitter](#)
10/01/13
Des géomaticiens de l'Université de Liège ont appliqué une méthode numérique de crime mapping (cartographie criminelle) à la simulation d'une enquête policière. Une simulation basée sur des faits réels, à savoir une série de méfaits orchestrés par une seule bande à l'aide d'une seule voiture. Sur base d'informations divulguées par la police fédérale, ils devaient imaginer le scénario de la série de méfaits et représenter sur une carte les zones pouvant être impliquées.

le 15^e jour du mois
15^e JOUR DU MOIS
Mensuel de l'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

Janvier 2013 - N°220 [Consultez nos archives](#) Rechercher dans le 15e

Nos rubriques

- > Aujourd'hui à l'ULg
- > Points de vue
- > Recherche
 - > Cartographie criminelle
 - > Modèle social
 - > Halal à la cantine
 - > Abandonner son "4 façades"
 - > Une société en transition

Une nouvelle méthode de profilage



Depuis longtemps aux Etats-Unis et au Canada, un service de géographes pour évaluer les risques de crimes en série. Le "crime mapping" est né dans les années 1980, dans le cadre de la criminologie environnementale dont le but est d'identifier les typologies de crimes et de criminels, les zones à risque, les potentiels d'agression, etc. En Belgique, ce service s'intéresse aussi à cette discipline et aux travaux de recherche dans le service de géomatique du Pr Jean-Paul Donnay en faculté de Sciences.

La Meuse - Liège, 25/01/2013, page/bladzijde 11

L'ULg « piste » les criminels et violeurs en série

Grâce au « Crime mapping », nouvel outil





Évolution des recherches



• Évolution des recherches

– Constats :

- Nécessité de disposer de données sur des « séries » de faits criminels
 - Localisation + temporalité
- Faits suffisamment graves pour que l'enquête enregistre les données requises avec précision et puisse faire le lien entre les faits d'une série

– Conclusions :

- Nécessaire retour sur les **théories de la criminologie** :
 - Criminologie « environnementale » et « profilage géographique »
 - » Comportement des criminels : maraudeurs / navetteurs
 - » Modèle de décroissance de la probabilité de résidence de l'auteur avec la distance aux sites de crimes
 - » Caractérisation des sites de crimes : générateurs / attracteurs
- Nécessaire approfondissement des **méthodes d'analyse spatiale** :
 - Théorie des graphes; régressions géographiquement pondérées; analyse spatio-temporelle; etc.



- Nécessaire amélioration de l'**accès aux données** :
 - Structuration et intégration de l'information
 - Entrepôts de données spatio-temporelles
 - Requêtes spatio-temporelles spécifiques (S-OLAP) et exploratoires (data mining)

- **Propositions de sujets de thèses de doctorats et de mémoires de masters**
 - Collaboration avec le service de criminologie de l'ULg
 - Recherche de données répondant aux critères d'analyse

- **Nouvelles opportunités** :
 - Contact du commissaire Marc SIMON (Analyse criminelle opérationnelle) :
 - Identification de la problématique des viols
 - Demande d'intervention sur des cas concrets :
 - Cas de Erquelinnes – Maubeuge
 - Cas de Diest – Aarschot – Leuven



- **Mémoires de Masters en géomatique & géométrie**
 - Ken Broxham (2007)
 - Évaluation de la méthodologie appliquée à une simulation au sud de Charleroi
 - Stéphanie Cornet (2010)
 - Récolte de données et premiers traitements sur le cas des viols « Erquelines – Maubeuge »
 - Thierry Colson (2012)
 - Sites attractifs de la criminalité – analyse au niveau communal (Belgique) pour différentes catégories de crimes et délits
 - Rosemonde Léonard (2013)
 - Caractère attracteur / générateur des sites criminels – analyse fine sur base de cas résolus (viols – VICLAS)
- **Thèses de doctorat**
 - Marie Trotta (2010)
 - Jean-Paul Kasprzyk (2009)

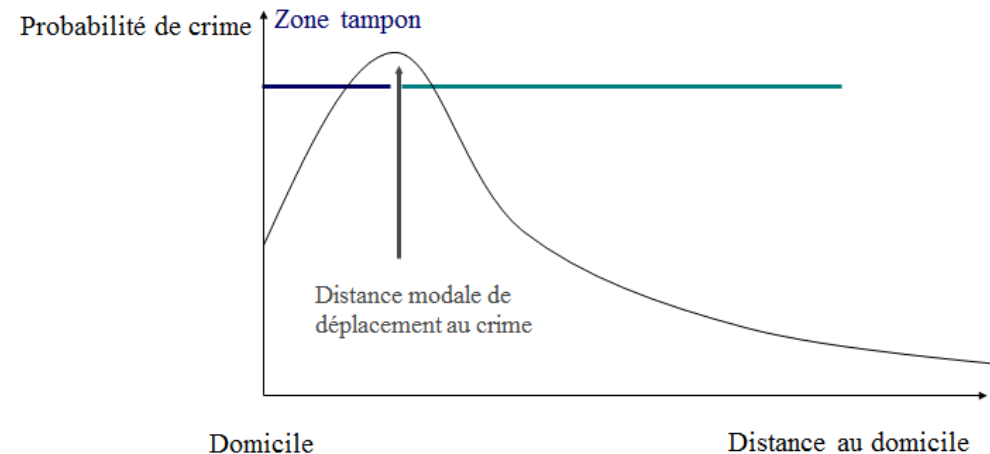


Criminologie environnementale et profilage géographique



• Criminologie environnementale

- L'environnement géographique des sites de crimes peut éclairer l'investigation criminelle
- Approche empirique, utilisant des séries criminelles résolues pour déterminer, généralement par voie statistique, des règles et des relations
- **Règle principale :**
 - Existence d'une friction s'exerçant sur la distance séparant le site du crime du lieu de résidence du criminel :
 - Le criminel a d'autant moins de chance de provenir d'un lieu (résidence ou « point d'ancrage ») que ce dernier est éloigné du site de crime
 - Validée sur de longues séries criminelles **résolues** en Amérique du Nord (démarche inductive)





- **Profilage géographique**

- Méthode utilisant l'emplacement d'une série de crimes attribués à un même contrevenant afin de déterminer la résidence (ou point d'ancrage) de celui-ci
 - Relie des théories de criminologie de l'environnement, telles que la théorie de l'activité routinière ou celle du choix rationnel, avec les techniques d'analyse spatiale offertes par les logiciels - systèmes d'information géographique, telles que les statistiques centro-graphique et les fonctions de décroissance de la distance
- Doit rechercher la résidence ou le point d'ancrage du criminel dans le cas de séries **non résolues**
 - Applicable dans des **conditions favorables** qui ne peuvent être inférées qu'au départ des caractéristiques des crimes enregistrés
 - Doit donc s'appuyer sur un **modèle** et sur des **hypothèses** limitant ou favorisant son application (démarche hypothético-déductive)



- **Conditions favorables et hypothèses**
 - **Existence de séries**
 - Nombre minimum de faits? 3 à 5 selon les auteurs
 - Critères d'appartenance à une série ? signatures (ADN...), modus operandi
 - Qualité / importance de l'enquête sur les faits répertoriés
 - » Gravité des faits
 - Variabilité des critères selon la durée de la série ? résidence, occupation
 - **Maraudeurs / navetteurs** (braconniers / chasseurs) :
 - Les premiers commettent leurs crimes à proximité de leur « résidence » (ou autre point d'ancrage : lieu de travail...)
 - Les seconds peuvent effectuer de longs déplacements pour agir
 - Le profilage géographique ne semble pouvoir s'appliquer qu'aux maraudeurs
 - Distinction floue ?
 - Modèles géométriques élémentaires
 - Temps minimum entre deux événements successifs
 - Distance maximale parcourue

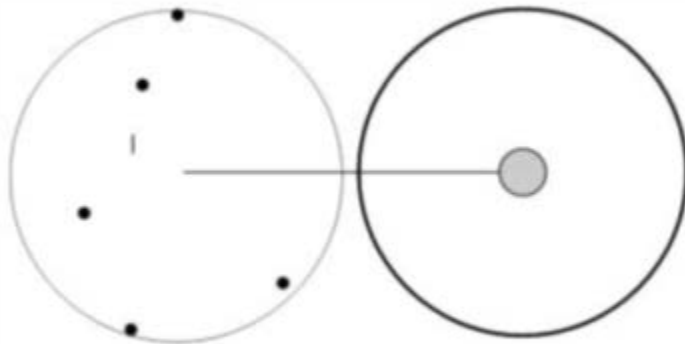


Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

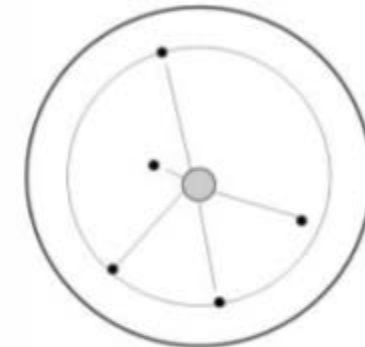
JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 27

Commuter



Marauder



Source: Meaney, 2004

○ Home Range ● Offender Base ○ Criminal Range ● Offences



– Préméditation / opportunité

- Préméditation suppose de multiples choix préalables :
 - Victime (précise ou type précis de victime), lieu et moment, itinéraires à suivre pour rejoindre ou quitter le site du crime à un moment déterminé (repérages)
- Opportunité : lieux et moments sont aléatoires
 - Aucune logique spatiale
 - Tout au plus, peut-on considérer que les crimes opportunistes sont commis dans un milieu peu risqué pour le criminel, soit généralement dans un environnement spatial connu de celui-ci

– Caractéristiques temporelles

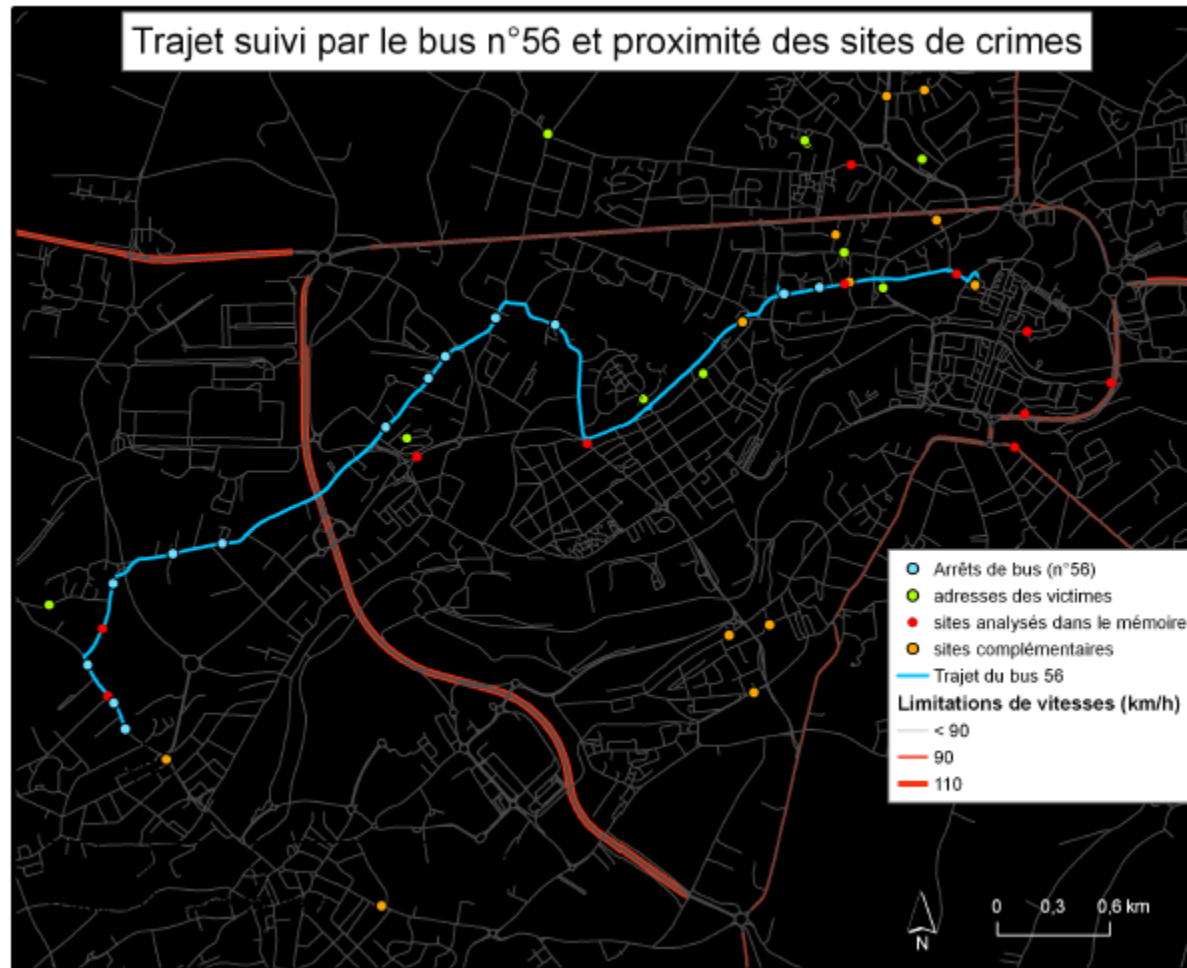
- Moment du crime :
 - Oppositions jour/nuit, semaine/week-end, saison touristique/morte saison...
 - Corrélation d'horaires : travail, transports
- Chronologie des événements : ordre des faits, durée entre les faits
- Regroupements spatio-temporels : rôle de site attracteur périodique



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 29



Corrélation trajet – horaire de bus Maubeuge



- **Environnement des scènes de crimes**
 - Transposition délicate entre USA et Europe
 - Densité du réseau de communication et de population
 - » Solution « noyée » dans de trop fortes densités
 - Forme du réseau de voirie (vs. distance à vol d'oiseau)
 - Sites **générateurs / attracteurs / neutres**
 - Différenciation à plusieurs niveaux hiérarchiques :
 - » Générateurs : effet de « masse »
 - » Attracteurs : effet de rareté, de spécificité
 - Neutres : zones idéales d'applicabilité des techniques spatio-temporelles
- **Caractéristiques propres au criminel**
 - Âge, expérience, connaissance des lieux
 - Mode de transport
 - Niveau socio-économique



- **Hypothèses originales**

- Approche spatio-temporelle implémentée dans un environnement SIG
- **Deux nouvelles heuristiques :**
 - Minimisation de la variance dans les déplacements des criminels
 - Fonction variable de décroissance de la distance en fonction de l'attractivité des sites de crimes
- **Implémentation originale :**
 - Approche « maillée » (raster)
 - Propagation des distances / temps le long du réseau de voirie
 - Modélisation de l'attractivité des lieux – avec stratification temporelle - par autocorrélation spatiale et régression géographiquement pondérée
 - **Validation**
 - Constructions d'indicateurs permettant de comparer les différentes hypothèses
 - Utilisation de séries résolues en confirmation des hypothèses



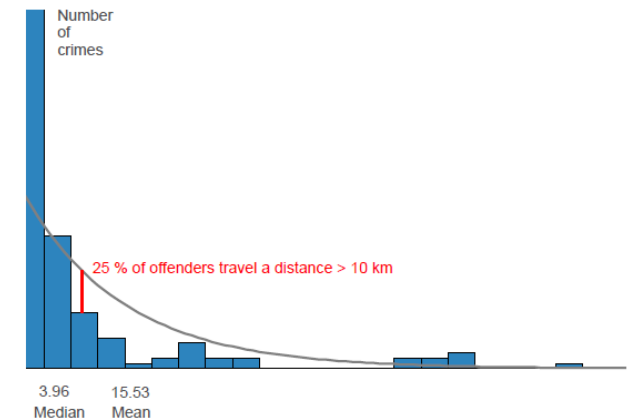
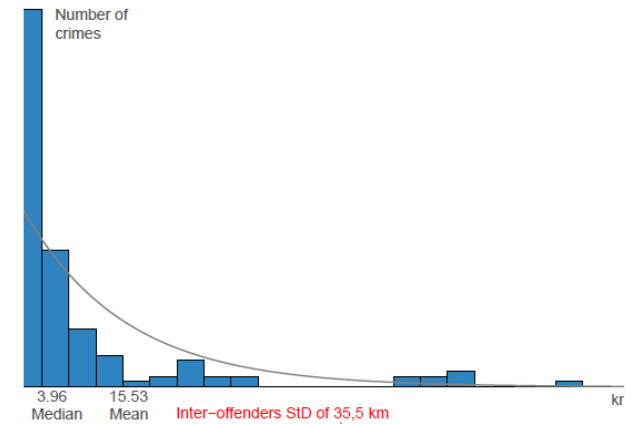
• Minimisation de la variance des déplacements

– Constatations :

- L'hypothèse classique de « décroissance avec la distance » utilise des cas résolus multiples pour calibrer le modèle.
- Or :
 - Il existe de très grandes variations de distances franchies selon les criminels
 - » Plus grandes que les variations de distances franchies par un même criminel
 - Une majorité de distances sont courtes (intra-urbaines)

– Hypothèse :

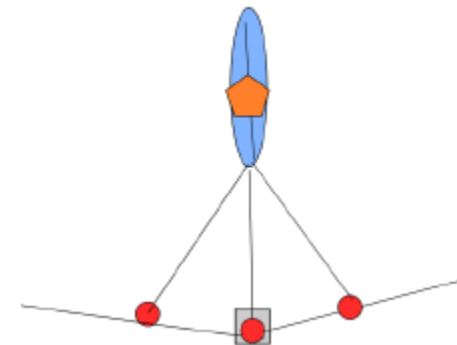
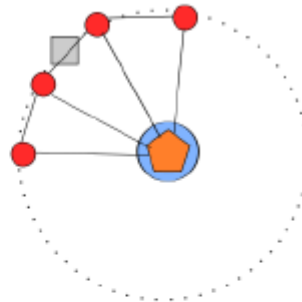
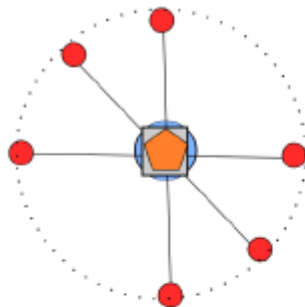
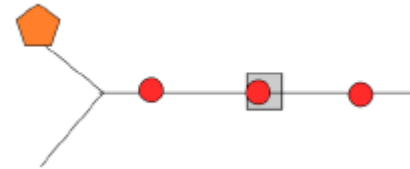
- Par son comportement répétitif, un criminel tend à minimiser la variance dans ses déplacements





– Configuration du graphe :

- Pas de colinéarité entre les sites
- Disposition « en étoile » :
 - Aussi favorable à l'hypothèse de la friction de la distance
- Dispositions originales favorables à la minimisation de la variance :



● Offence location

⬠ Anchor point

● Best solution of MOV

⬠ Best solution of distance decay



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

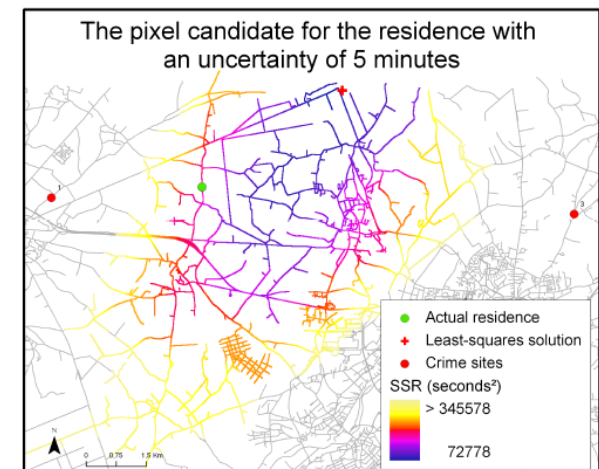
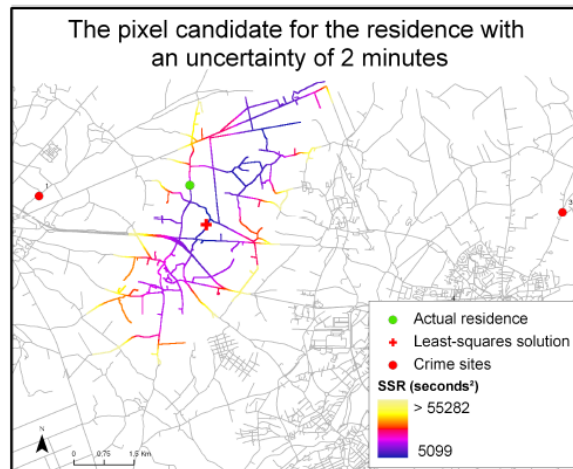
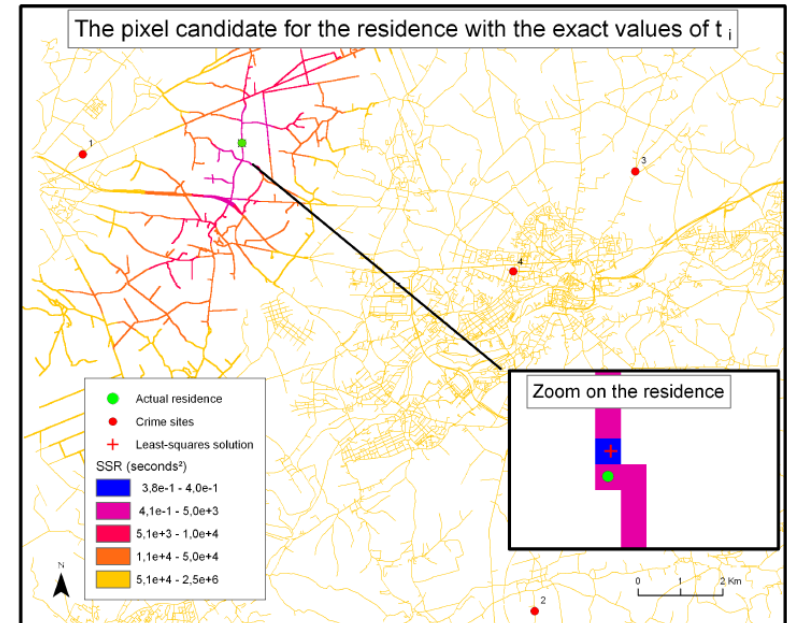
Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 35

– Intérêts :

- Utilise les seuls trajets propres à une série
- S'affranchit de la dualité maraudeur / navetteur (dans une large mesure)

– Limite :

- Réclame des données précises, en particulier si on travaille sur les temps de trajets, plutôt que sur les distances
- Suppose une attractivité similaire des sites de crimes





- Sites attracteurs / générateurs et neutres

- Attracteur :

- L'attractivité est un concept défini dans le domaine des études urbaines (hiérarchie, hinterland), transposé en criminologie environnementale :
 - Les lieux offrant le plus d'opportunités recrutent des criminels acceptant de franchir de plus grandes distances
 - » Corrélativement, de tels lieux sont aussi ceux où la proportion de crimes commis par des résidents est relativement plus faible
- Les lieux attracteurs sont ceux qui sont **bien connus des criminels** pour offrir des opportunités de crimes (~ → préméditation)
- *Attractivité relative : liée à la facilité / propension qu'a un criminel de se déplacer (non mesurable)*

- Générateur :

- Lieux attirant un grand nombre de gens pour des raisons non liées à des motivations criminelles
- Mais l'effet de masse garantit la présence de victimes potentielles et réduit la vigilance des « gardiens » (~ → opportunisme)



– Neutre :

- Les places neutres sont celles ne créant pas d'opportunités criminelles particulières et ne drainant pas vers elles les populations d'une manière générale.
- Si un crime se produit dans de telles places neutres, il est hautement probable qu'il soit commis par un résident
 - La règle de **décroissance de la distance** semble indiquée pour modéliser le déplacement de tels criminels dans ce type de contexte

– Décroissance de la distance vis-à-vis d'un site attracteur / générateur ?

- La pente de la fonction traduisant la décroissance avec la distance varie avec le niveau d'attractivité des lieux : plus le lieu est attractif, plus la pente est faible
 - La probabilité de voir un crime commis dans un lieu attracteur ou générateur est plus élevée que dans une place neutre
 - Tandis que la distance franchie par le criminel tend à croître proportionnellement à l'attractivité du l'endroit où le crime a lieu



– Variations selon l'échelle spatiale

- Une ville présentant des fonctions potentiellement très attractives, au niveau national par exemple, présente aussi, parallèlement, des fonctions banales dont l'attractivité est réduite au niveau d'un voisinage local
- Une grande ville peut présenter simultanément un caractère générateur (hyper-centre), attractif (quartier spécialisé) et neutre (quartier résidentiel)

– Variations selon l'échelle temporelle

- Une localité a priori peu attractive peut présenter occasionnellement ou périodiquement une attractivité très supérieure à ce qu'elle présente le reste du temps (marché, foire, sites touristiques en saison, etc.)
- L'attractivité (ou le caractère générateur) d'un site change selon les moments de la journée (jour / nuit) et les jours de la semaine (jours ouvrés ou non)



– Questions méthodologiques

- Caractérisation de l'attractivité
 - Selon le type de crimes ou délits
 - Sur base de quelles variables (données) ?
 - Ubiquité et pérennité du caractère attractif ?

- Délimitation du site caractérisé comme attractif
 - Problème classique du MAU (Modifiable Areal Unit)
 - » Échelle spatiale, trop grande ou trop petite
 - » Trop grande variation des variables entre unités spatiales
 - » Continuité / discontinuité spatiale arbitraire
 - » Ambiguïté spatiale (constatation du délit, transit...)

- Calibration du modèle de décroissance avec la distance, sur des cas résolus
 - Faible nombre de séries exploitables (par type de crimes)
 - Prise en compte des variables de déplacement (accessibilité...)



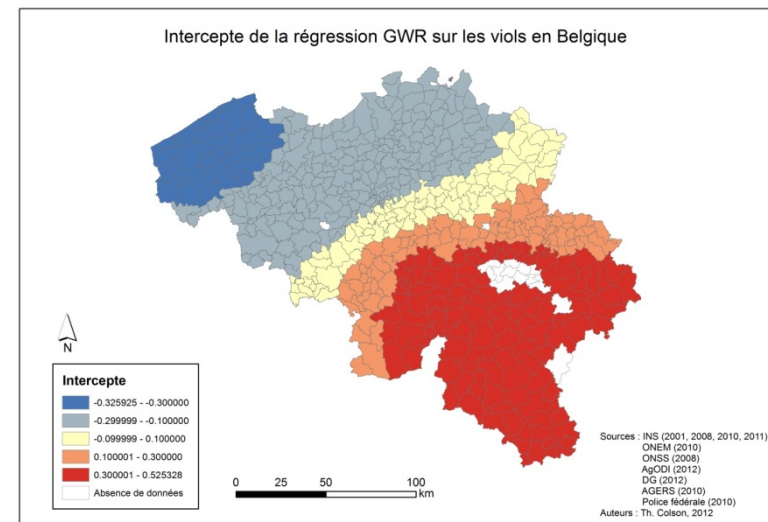
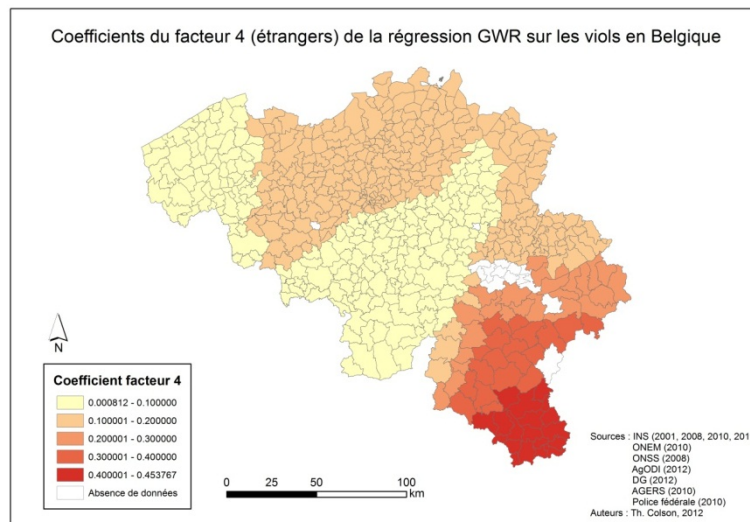
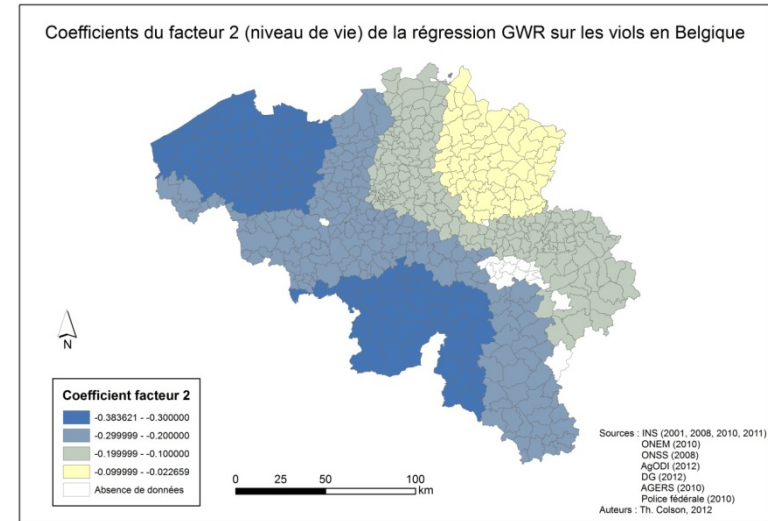
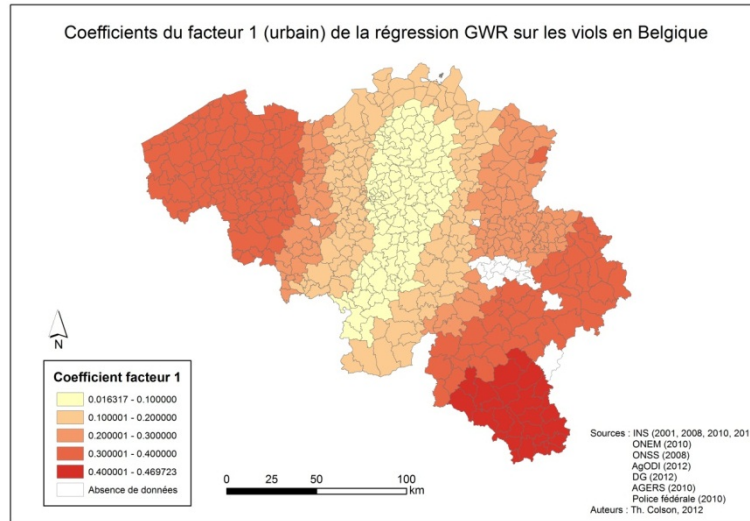
- **Première approche** (mémoire Th. Colson, 2012)
 - Niveau communal en Belgique
 - Faits de drogue, petite criminalité, viols
 - Méthodologie :
 - Analyse en composantes principales (ACP) sur les variables démo-socio-économiques des communes
 - Régression géographiquement pondérée (GWR) entre les facteurs issus de l'ACP et les taux de criminalité par catégorie
 - Identification des rôles générateurs / attracteurs des communes sur base des coefficients et interceptes de régression
 - Résultats
 - Faits de drogue à séparer du reste (biais sur le lieu de constat du délit)
 - Petite criminalité et viols :
 - » Identification de critères des communes génératrices
 - » Identification partielle des critères d'attractivité
 - » Problème d'échelle (MAU) sensible : à rééditer à un autre niveau d'analyse



Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 41



Variation spatiale des facteurs explicatifs et de l'intercepte de la régression – cas des viols



Analyse criminelle et informatique décisionnelle



- **Analyse criminelle**

- « *Utilisation de techniques informatiques pour schématiser et analyser les données d'enquêtes complexes afin d'identifier des relations entre événements* »
 - Télécommunication, données bancaires, e-mails, données démographiques, données géographiques
- Caractère **hétérogène** des données utilisées en analyse criminelle :
 - contenu
 - source
 - forme
- Croisement des données à travers des dimensions thématiques, temporelles et spatiales

➔ **Pertinence d'un outil informatique permettant l'intégration, le stockage et l'exploitation des données spatio-temporelles : entrepôt de données**



• Entrepôt de données

- Base de données **intégrant** des données de sources diverses afin d'en obtenir une vue compréhensible
- Outil d'**aide à la décision**
 - Informatique décisionnelle (« Business Intelligence »)
- Structure **multidimensionnelle**
 - Privilégie l'analyse, et non l'aspect transactionnel
- Différents niveaux d'**agrégation** des données
- Outil d'**archivage**
 - Dimension temporelle indispensable
- Composante spatiale → entrepôt de données spatiales

• Exploitation de l'entrepôt

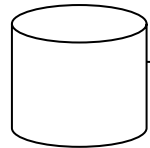
- Cube de données (serveur)
 - (S)OLAP
 - Fouille de données (« data mining »)



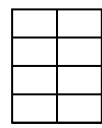
Exemple d'architecture décisionnelle « open source »

Base de données

ViCLAS



Fichier Excel



JAVA

ETL

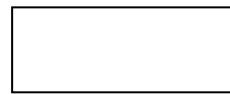


SQL

Entrepôt de données



Shapefiles

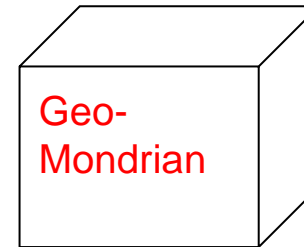


SQL /
MDX

OLAP



Cube de données



HTML

MDX

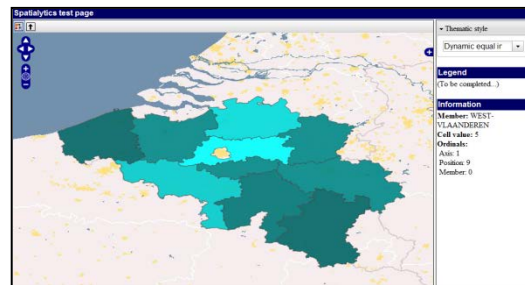
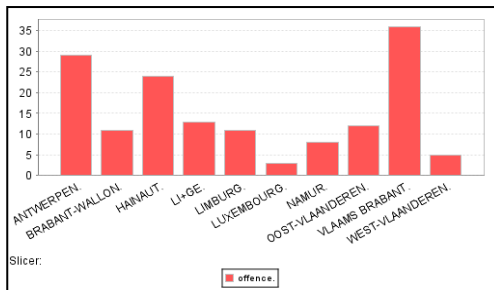
MDX

SOLAP

HTML

SOLAP
Layer

	Mesures
offence place	offence
+ANTWERPEN	29
+BRABANT-WALLON	11
+HAINAUT	24
+LI+GE	13
+LIMBURG	11
+LUXEMBOURG	3
+NAMUR	8
+OOST-VLAANDEREN	12
+VLAAMS BRABANT	36
+WEST-VLAANDEREN	5



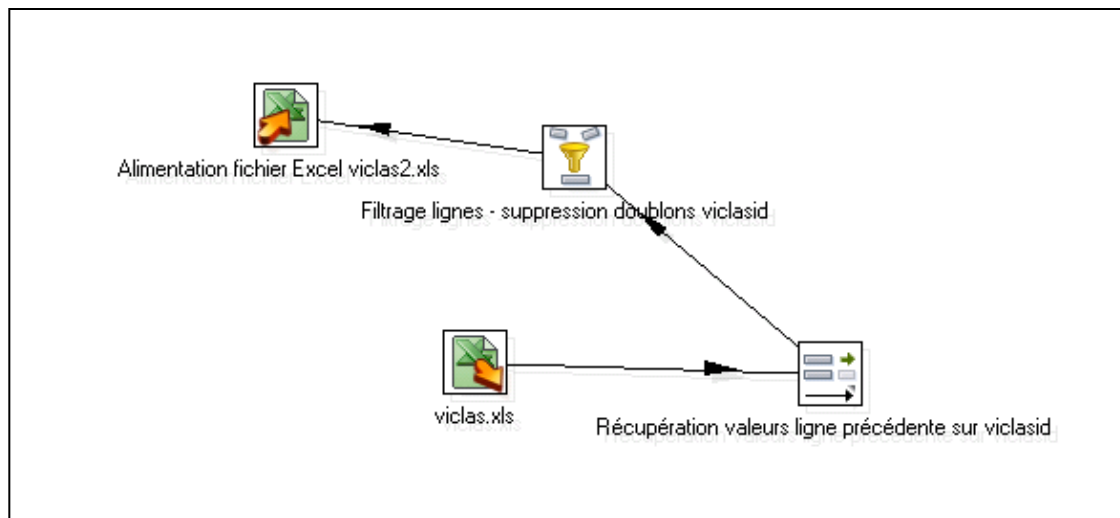


Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

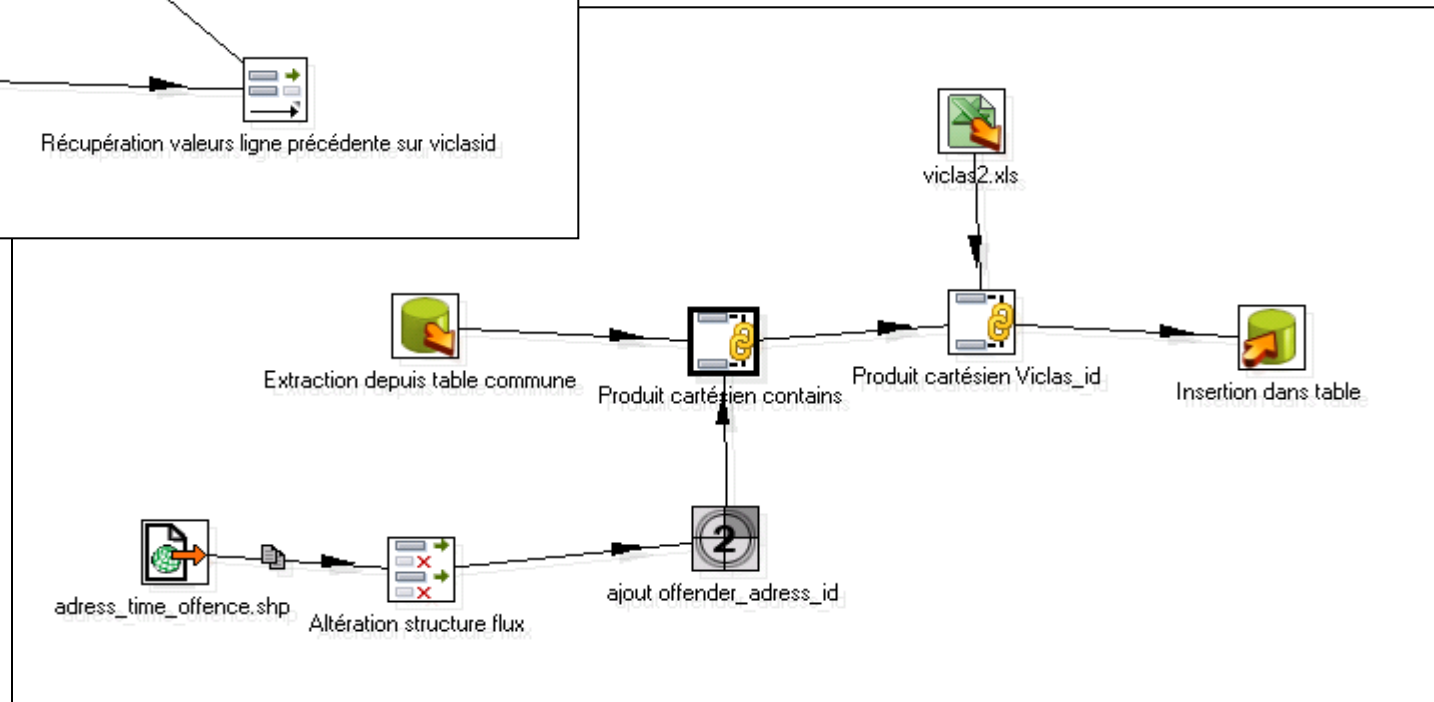
JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 46

- Intégration dans un entrepôt de données spatiales
 - Outil permettant une intégration de données automatique = ETL

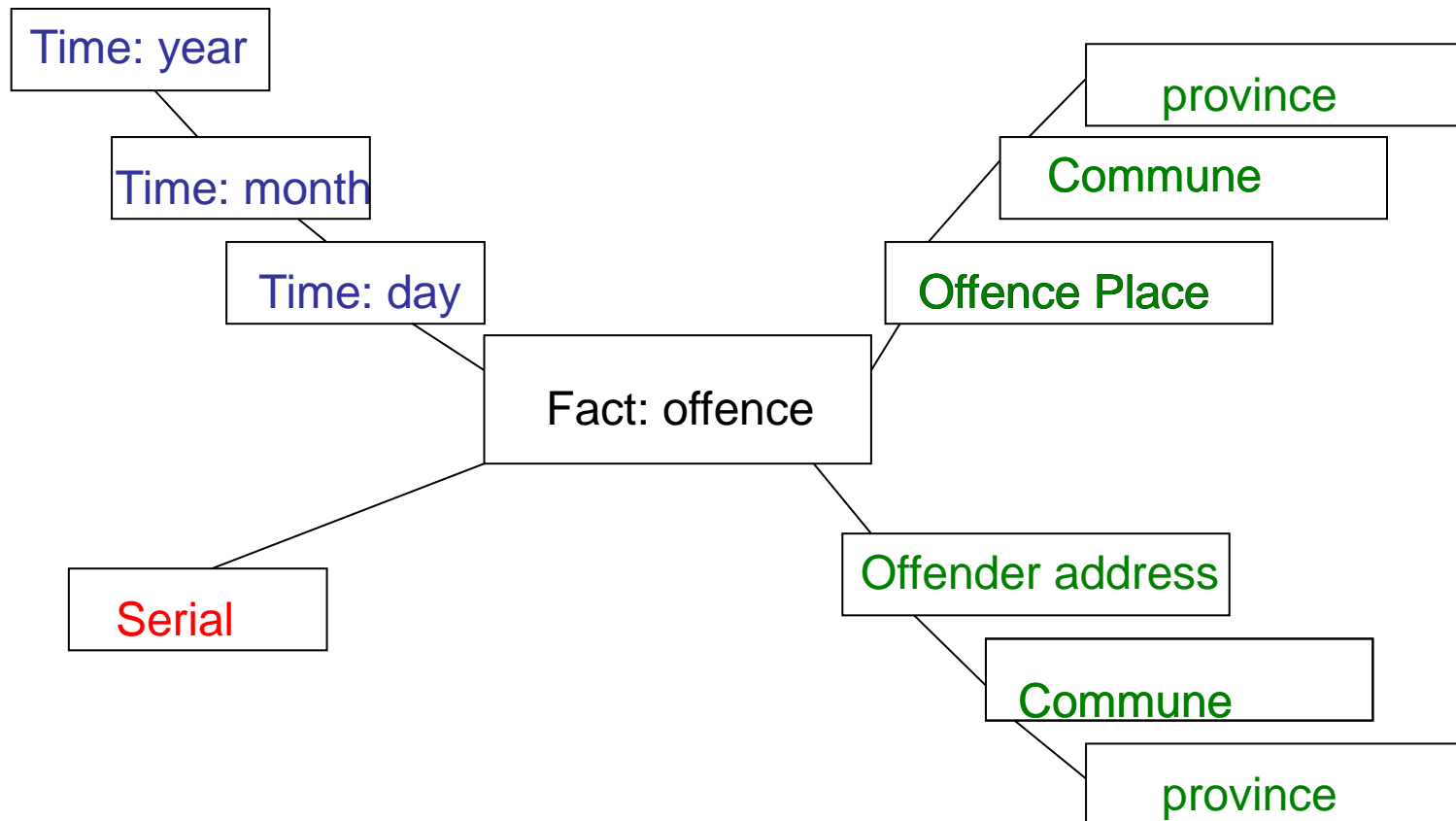


Routines d'intégration issues du logiciel GeoKettle





- Structure multidimensionnelle des entrepôts de données
 - Une mesure est agrégée selon les membres d'une dimension

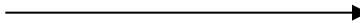




- Interface OLAP: tables de pivot

	Mesures
offence place	offence
+ANTWERPEN	29
+BRABANT-WALLON	11
+HAINAUT	24
+LI+GE	13
+LIMBURG	11
+LUXEMBOURG	3
+NAMUR	8
+OOST-VLAANDEREN	12
+VLAAMS BRABANT	36
+WEST-VLAANDEREN	5

drill down



	Mesures
offence place	offence
-ANTWERPEN	29
+ANTWERPEN	11
+BUGGENHOUT	1
+LIER	3
+MALLE	2
+MOL	3
+MORTSEL	1
+OLEN	1
+RANST	2
+SCHILDE	4
+ZANDHOVEN	1
+ZOERSEL	
+BRABANT-WALLON	11
+HAINAUT	24
+LI+GE	13
+LIMBURG	11
+LUXEMBOURG	3
+NAMUR	8
+OOST-VLAANDEREN	12
+VLAAMS BRABANT	36
+WEST-VLAANDEREN	5



- Interface OLAP: tables de pivot

	Mesures
offence place	offence
-ANTWERPEN	29
+ANTWERPEN	11
+BUGGENHOUT	1
+LIER	3
+MALLE	2
+MOL	3
+MORTSEL	1
+OLEN	1
+RANST	2
+SCHILDE	4
+ZANDHOVEN	1
+ZOERSEL	
+BRABANT-WALLON	11
+HAINAUT	24
+LI+GE	13
+LIMBURG	11
+LUXEMBOURG	3
+NAMUR	8
+OOST-VLAANDEREN	12
+VLAAMS BRABANT	36
+WEST-VLAANDEREN	5

drill through

serie	year	month	day	time offence	province	commune	place	province_0	commune_0	place_0	offence
7	1977	01	01		ANTWERPEN	MOL	MOL	ANTWERPEN	MOL	MOL	1
7	1980	01	01		ANTWERPEN	MOL	MOL	ANTWERPEN	MOL	MOL	1
7	1996	01	01		ANTWERPEN	MOL	MOL	ANTWERPEN	MOL	MOL	1

Page 1/1 Lignes/page 10



- Interface OLAP: tables de pivot

Slice (time)

	Mesures
offence place	offence
+ANTWERPEN	29
+BRABANT-WALLON	11
+HAINAUT	24
+LI+GE	13
+LIMBURG	11
+LUXEMBOURG	3
+NAMUR	8
+OOST-VLAANDEREN	12
+VLAAMS BRABANT	36
+WEST-VLAANDEREN	5

Slice (serie)

	Mesures
offence place	offence
+ANTWERPEN	8
+BRABANT-WALLON	6
+HAINAUT	6
+LI+GE	1
+LIMBURG	
+LUXEMBOURG	
+NAMUR	
+OOST-VLAANDEREN	3
+VLAAMS BRABANT	16
+WEST-VLAANDEREN	

Slicer: [year=2009]

	Mesures
offence place	offence
+ANTWERPEN	
+BRABANT-WALLON	
+HAINAUT	
+LI+GE	
+LIMBURG	
+LUXEMBOURG	
+NAMUR	
+OOST-VLAANDEREN	3
+VLAAMS BRABANT	
+WEST-VLAANDEREN	

Slicer: [serie=25] [year=2009]



- Interface OLAP: tables de pivot

Add dimensions

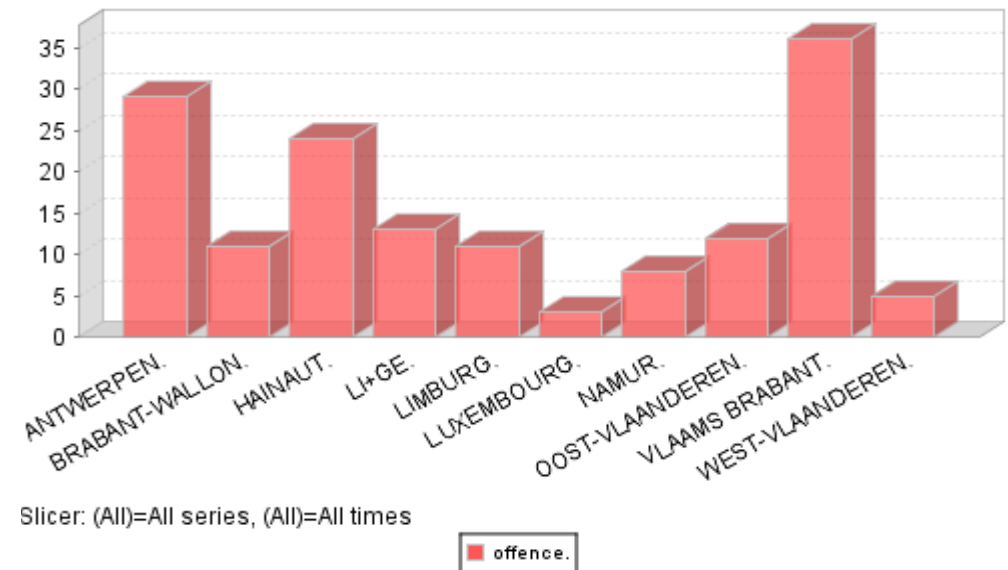
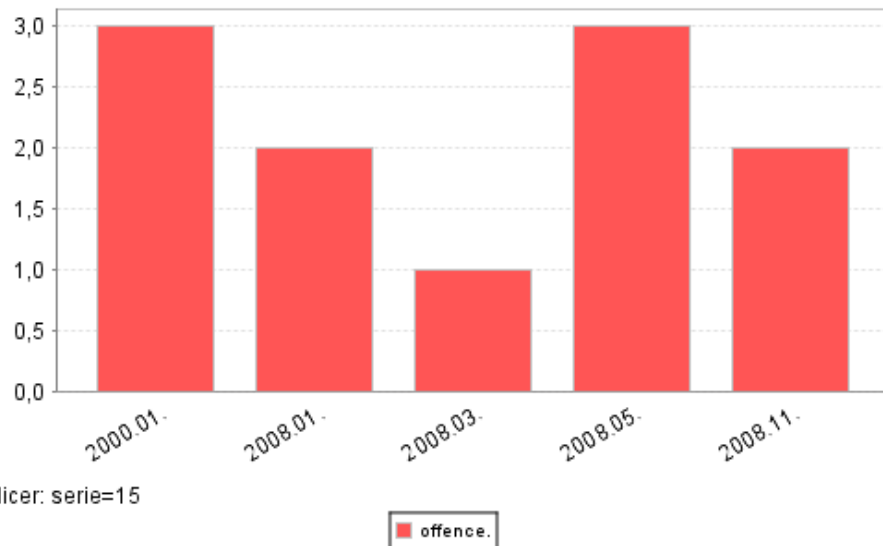
			Mesures
offence place	serie	time	offence
+ANTWERPEN	-All series	-All times	29
		+1977	1
		+1980	1
		+1996	1
		+2005	2
		+2004	3
		+2006	3
		+2009	8
		-2008	10
		+03	1
		+06	1
		+09	1
		+10	1
		+07	6
	2	-All times	6
		+2006	1
		+2005	2
		+2004	3
	4	-All times	1
		-2008	1
		+03	1
	7	-All times	3
		+1977	1
		+1980	1
+1996		1	

Add measures

	Mesures	
offence place	offence	Sexual Assault
+ANTWERPEN	29	26
+BRABANT-WALLON	11	11
+HAINAUT	24	21
+LIMBURG	11	11
+LUXEMBOURG	3	3
+NAMUR	8	8
+OOST-VLAANDEREN	12	12
+VLAAMS BRABANT	36	36
+WEST-VLAANDEREN	5	5
+LI+GE	13	12



- Interface OLAP: export de graphiques



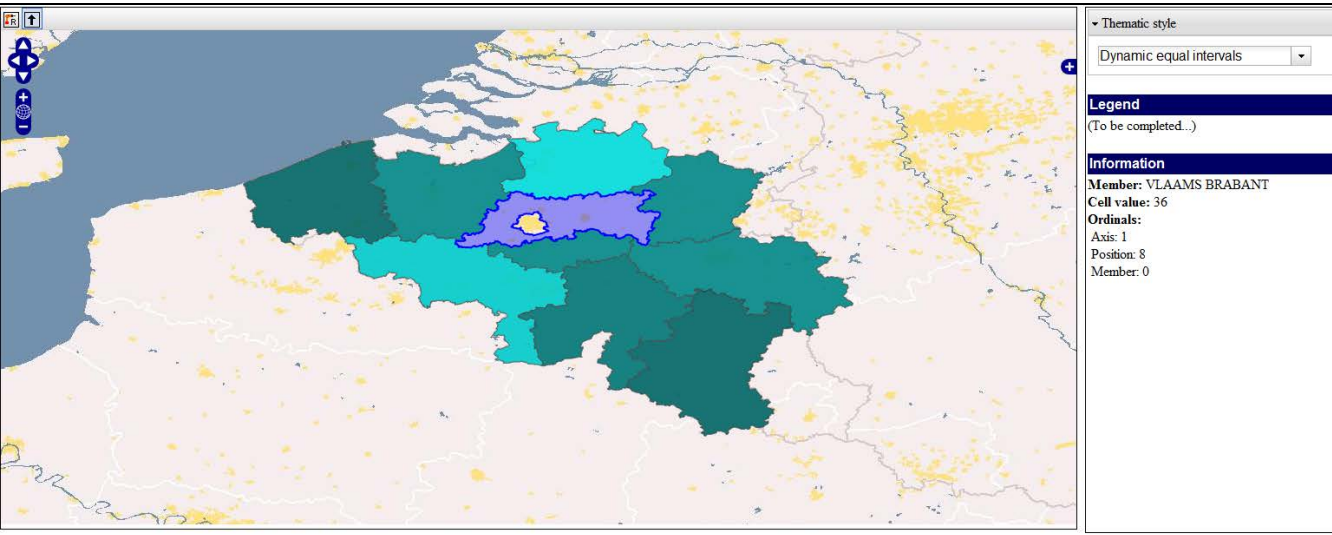


Méthodologie de recherche en cartographie criminelle

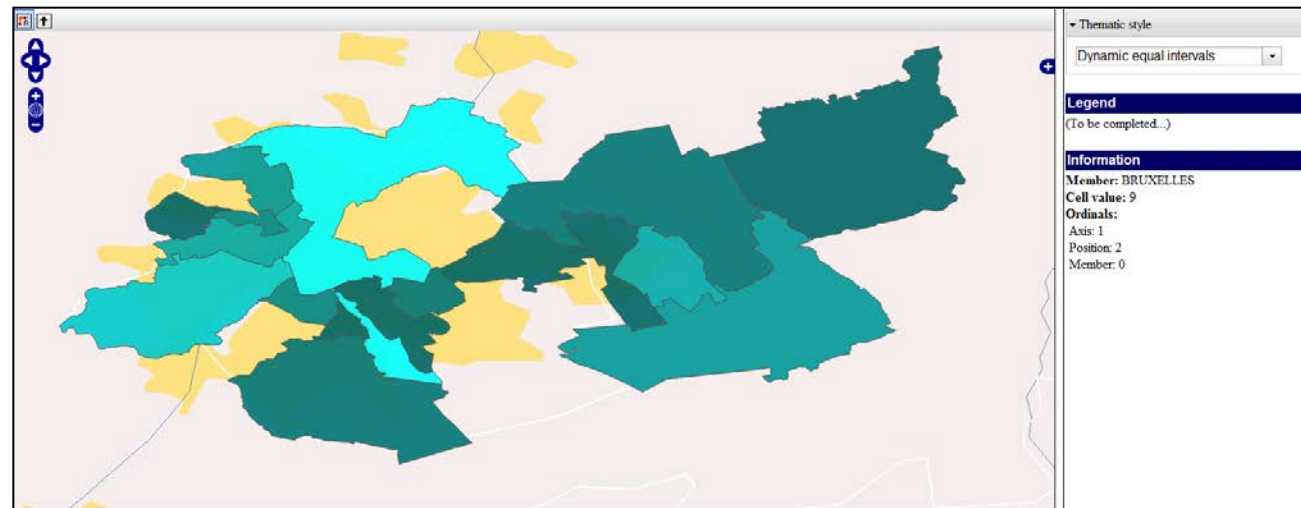
JP Donnay – M Trotta – JP Kasprzyk

Police judiciaire, Liège, 26 avril 2013 53

- Interface SOLAP: carte



Spatial drill down





• Caractéristiques d'une interface SOLAP

- Conviviale et intuitive
 - « Point & clic »
- Temps de réponse rapide
- Visualisation et interaction avec l'utilisateur sous formes de :
 - Tableaux
 - Graphiques
 - Cartes
- Devrait intégrer toutes les fonctions d'un SIG classique, combinables aux opérations de type SOLAP
 - SOLAP-SIG intégré
 - C'est ici que se situe ma thèse de doctorat
 - Approche raster très peu utilisées dans le SOLAP :
 - » Permet la gestion de mesures spatialement continues
 - » Intégration de nouveaux objets spatiaux dans une analyse SOLAP
 - » Résout la problématique des « membres spécifiques »