
L'ANALYSE DESAGREGEE : UN LUXE OU UNE NECESSITE ?

APPLICATION A L'ANALYSE DES GENERATEURS DE DEPLACEMENTS A L'ECHELLE URBAINE

Thomas THEVENIN : THEMA UMR 6049 du CNRS, Université de Franche-Comté

Email : thomas.thevenin@univ-fcomte.fr

RÉSUMÉ. L'approche désagrégée est trop souvent négligée pour analyser les générateurs de déplacements à l'échelle urbaine. Or, les générateurs de déplacements constituent de véritables instigateurs des mouvements dans la vie urbaine. Les lieux de travail, les centres commerciaux ou encore les lieux de loisirs attirent et génèrent quotidiennement des déplacements. Il est donc essentiel de les localiser finement et d'identifier leurs caractéristiques afin d'améliorer les réseaux de transport. L'objectif de cet article est de présenter une méthode d'analyse désagrégée des générateurs de déplacements à l'échelle urbaine. Pour cela, une présentation des grands principes de l'approche désagrégée sera exposée dans un premier temps. Ensuite, la structure du système d'information géographique sera détaillée. Enfin les méthodes, développées précédemment, seront illustrées dans un exemple d'application : la localisation optimale des stations d'une ligne de tramway actuellement à l'étude sur Besançon.

ABSTRACT. Desaggregate approach is often ignored for trip generator analysis at the urban scale. However, trip generators constitute real instigators of circulation in the urban life. The working place, the shopping malls or leisure places generate every day trips. Therefore, it's essential to localize and to identify accurately their characteristics in order to improve public transport network. The aim of this paper is to present a method for trip generators analysis at the urban scale. We will present, in a first time, the principles of desaggregate approach. Then, the structure of the geographical information system will be related. Finally the methods, developed previously, will be illustrated in an example : the optimal location of stations for the upcoming tramway of Besançon.²

MOTS CLEFS : Générateurs de déplacement, Transport public, SIG, Analyse exploratoire, Semis de points, Echelle infra-urbaine

KEY WORDS : Trip Generation, Public Transport, GIS, Exploratory analysis, Point pattern analysis, Urban scale.

Le choix de l'unité spatiale à étudier est une question inévitable dans tous les domaines de la recherche scientifique. Pour le géographe la collecte de l'information constitue souvent un travail long et fastidieux, c'est pourquoi une étude à une échelle fine, que l'on nommera ici analyse désagrégée, peut apparaître comme un véritable "luxe". Il est ainsi essentiel d'évaluer la nécessité d'un tel travail en regard de son objet d'étude. Cet article pose la question de l'échelle d'observation pour analyser le système de transport à l'échelle urbaine. Le domicile, le lieu de travail ou encore les lieux de loisirs et d'achats produisent quotidiennement des mouvements de population qui façonnent l'utilisation des infrastructures de transport. Quelle unité spatiale faut-il choisir pour analyser ces générateurs de déplacements ? Après avoir essayé de répondre à cette question nous verrons comment structurer cette information dans un SIG. Les méthodes mises en œuvre permettront ensuite d'exposer un cas concret : la localisation optimale d'un tramway, actuellement à l'étude sur Besançon.

1 Le choix de l'unité spatiale dans l'analyse des transports publics

1.1 Les limites de l'approche traditionnelle

Depuis les années 70, l'analyse de l'offre et de la demande de transport s'effectue traditionnellement par une approche agrégée (QUINET, 1998). Cette démarche consiste, dans un premier temps, à découper l'aire géographique étudiée en zones. Afin de mesurer la distance qui sépare ces nouvelles entités, il faut ensuite définir leur centre représentatif, en assimilant la population d'un îlot (ou d'une commune) à une masse unique, le centroïde, située au barycentre de chacune de ces zones. Une fois le système zonal constitué, il s'agit, dans une deuxième étape, de définir le niveau de service du réseau de transport collectif. Pour chaque ligne, il est alors nécessaire de décrire le temps de parcours, le temps de correspondance ainsi que la fréquence moyenne pour une période donnée.

L'approche agrégée a l'avantage d'exiger peu d'informations, mais cette méthode pose un certain nombre de problèmes qu'il convient d'exposer. Tout d'abord, le découpage en zone postule une répartition homogène de la population sur le territoire, ce qui est loin d'être vérifié (PUMAIN, 1997). Ensuite, la perte d'informations occasionnée par ce procédé interdit l'étude de certains phénomènes comme l'analyse d'une chaîne de déplacements ou encore l'observation des flux situés à l'intérieur des zones. En ce qui concerne l'offre de transport, la dimension temporelle est fondée sur des valeurs moyennes or il est impossible de concevoir un service de transport collectif sans se référer à des valeurs réelles (THORLACIUS, 1998). L'organisation d'une correspondance entre deux bus ne peut s'effectuer sans connaître précisément l'horaire de passage des deux véhicules. Il paraît donc essentiel d'utiliser des informations temporelles précises pour coordonner les services de transport. L'approche agrégée semble très adaptée pour étudier le système de transport à une échelle globale, cependant notre objet d'étude se situe à une échelle locale, c'est pourquoi l'utilisation de données fines sera privilégiée dans ce travail.

1.2 Le principe de l'approche totalement désagrégée

Le concept d'approche totalement désagrégée est apparu dans les années 80 au cours d'une réflexion menée conjointement par le groupe MADITUC (école polytechnique de Montréal) et la société des transports de la communauté urbaine de Montréal (CHAPLEAU, 1992). Nous nous sommes inspiré de ces travaux afin d'adapter ce concept à notre problématique. L'approche totalement désagrégée diffère des approches classiques par la finesse des informations qu'elle met en œuvre. Trois niveaux de désagrégation de l'information ont ainsi été dissociés dans ce travail :

- **désagrégation spatiale** : cette méthode s'affranchit des centroïdes de zones pour une localisation précise des générateurs de déplacements dans un système de référence géographique
- **désagrégation des caractéristiques socio-économiques** : il s'agit de redistribuer les informations collectées à l'échelle de l'îlot en tenant compte de la répartition de la population
- **désagrégation du réseau de transport public** : chaque véhicule en circulation doit être décrit en fonction de ses horaires de passage aux stations

Ces informations d'ordre spatial et temporel nous ont conduit à développer un système d'information géographique dédié à l'analyse des transports collectifs (SIG-TC).

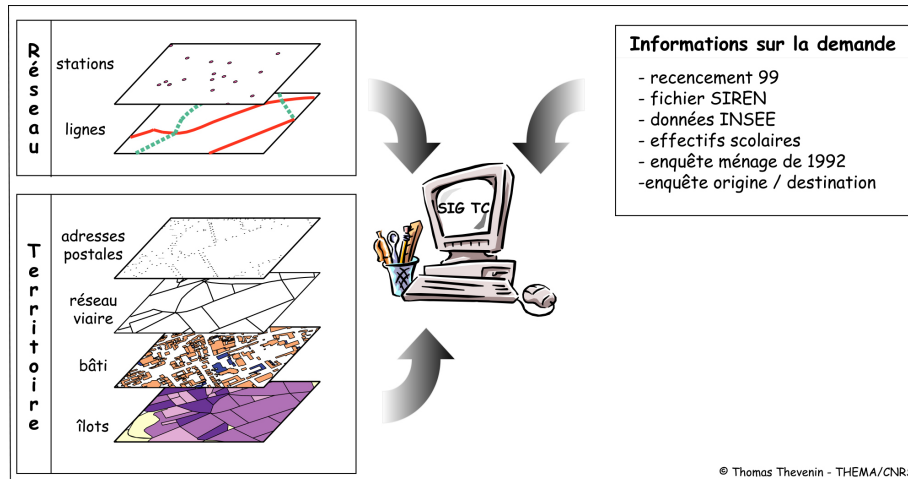
2 Constitution du SIG-TC

2.1 Acquisition des données

La construction du SIG-TC a été développée sur la base de trois sources de données. Les informations concernant la demande de transport ont été constituées à partir des données INSEE. Cette base de données a été complétée par "l'enquête ménage", ainsi que par les enquêtes "montées-descentes" fournies par la Compagnie

des Transports de Besançon (CTB). Cet exploitant nous a permis d'intégrer dans le SIG-TC les stations, la géométrie du réseau, sans oublier les horaires de passage des bus. Enfin, les informations territoriales, communiquées par la Ville de Besançon, concernent les limites administratives (îlots, quartiers), la localisation précise du bâti, ainsi que les adresses postales des 17 000 foyers bisontins. Il s'agit maintenant de structurer les données dans le SIG-TC.

Figure 1 : Les 3 types informations du SIG-TC

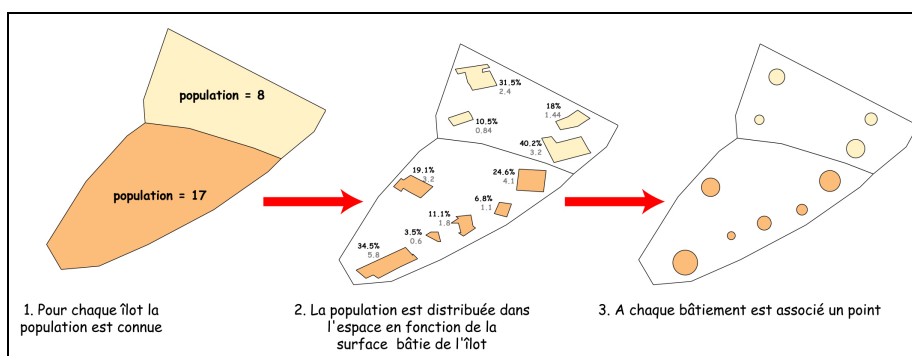


2.2 Structurer les données

L'organisation des données sur l'offre et la demande pose un problème de fond car celles-ci relèvent de 2 types de constructions spatiales. Les informations sur la demande sont collectées selon un maillage administratif, représenté dans le SIG par une surface. En revanche, les données sur l'offre de transport sont représentées par un réseau, symbolisé par des arcs et des nœuds dans le SIG. La difficulté réside dans la mise en adéquation de ces deux objets géographiques. Pour cela, il faut transformer une surface en un élément propre à l'analyse de la mobilité, le point, en représentant précisément la répartition des personnes recensées au sein de cette surface. C'est à partir de cette localisation précise que l'accessibilité au réseau de transport public pourra être qualifiée.

Ce passage de la surface à la multitude de points doit être effectué afin de désagréger la population collectée à l'îlot, en une information ponctuelle reflétant l'occupation du sol par les personnes. Une méthode de la redistribution par pondération a été retenue afin de répartir la population d'un îlot, en fonction de la surface de chaque bâtiment appartenant à ce même îlot. Il aurait été plus pertinent de prendre en compte la hauteur des bâtiments, malheureusement cette information est actuellement indisponible dans le SIG. Ainsi, la population des 700 îlots a été redistribuée dans les 17000 constructions résidentielles de la ville de Besançon.

Figure 2 : La méthode de redistribution par pondération



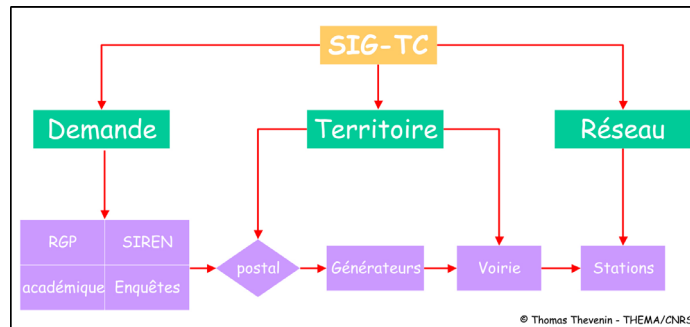
Le recours à la méthode de redistribution par pondération n'a pas été nécessaire pour la localisation des 540 entreprises bisontines. En effet, l'utilisation conjointe du fichier SIREN et des adresses postales de la Ville de Besançon nous a permis d'appliquer la technique du géocodage.

Les informations ainsi constituées sur la demande et le territoire ont été mises en relation avec la base de données "réseau" qui comporte à ce jour les 550 stations de bus. L'intégration des horaires dans le SIG-TC est en cours de réalisation. Cette étape est relativement délicate puisqu'il s'agit de considérer le temps absolu (l'heure de passage des bus en station) conjointement avec le temps relatif (la durée du parcours) (THORLACIUS, 1998). Ces informations temporelles doivent être structurées ainsi afin de considérer les correspondances et la fréquence

des bus dans nos futures analyses. Les calculs d'accessibilité sont donc actuellement effectués sur des vitesses moyennes à partir du SIG Map Info et du logiciel d'analyse de réseau Chronomap.

L'architecture des SIG est particulièrement performante pour considérer l'information spatiale, malheureusement la dimension temporelle est souvent délaissée. La représentation du temps est souvent limitée à une simple juxtaposition de cartes (PEUQUET, 1994). Cette structure de l'information spatio-temporelle est totalement inadaptée à l'étude des processus tels que la qualité de l'accessibilité (THERIAULT et CLARAMUNT 1999). Afin d'analyser les résultats de nos traitements nous avons choisi de lier le SIG-TC avec l'outil d'analyse exploratoire Xlisp Stat (OPENSHAW et ABRAHART, 2000). L'interactivité de ce logiciel permet à un expert de confronter plusieurs résultats afin de sélectionner la configuration optimale¹. La partie suivante sera ainsi consacrée à l'analyse d'un cas concret : la localisation optimale des stations du futur Transport en Commun en Site Propre (TCSP) de Besançon.

Figure 3 : Structure générale du SIG-TC



3 La localisation optimale des stations

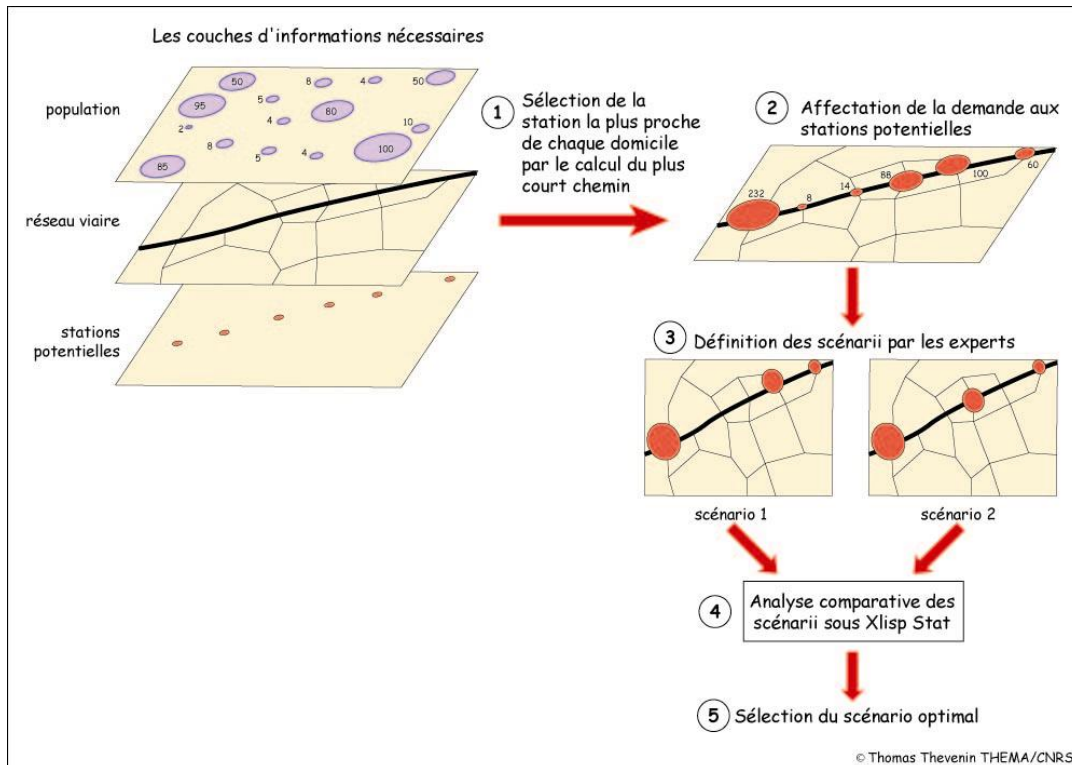
Les méthodes évoquées précédemment ont fait l'objet d'une application dans le cadre d'une réflexion sur la future ligne de Transport en Commun en Site Propre. Cette étude est actuellement menée en collaboration avec les services techniques de la Ville de Besançon, ainsi qu'avec l'équipe marketing de la Compagnie des Transports de Besançon. Un des objectifs de notre groupe de travail vise à analyser les conditions d'accès à cette future infrastructure afin de proposer une localisation optimale des stations de TCSP.

3.1 Des contraintes à la méthodologie

Plusieurs contraintes ont été identifiées par le groupe de travail. Tout d'abord le tracé de la future ligne s'étend sur 10 kilomètres et relie la ZAC de Chateaufarine à la gare SNCF, en passant par le centre ville. Ensuite, le nombre maximum de stations a été fixé à 20, et une distance d'environ 400 mètres entre chaque point d'arrêt doit être respectée dans la mesure du possible.

Une méthodologie particulière a été développée afin de respecter ces contraintes. Nous avons déjà insisté sur la structure particulière des données pour effectuer les calculs d'accessibilité. Ainsi, les données concernant la demande de transport, c'est à dire les générateurs de trafic concernant pour ce cas précis les lieux de domicile et de travail ont été sélectionnés dans le SIG-TC. Pour représenter l'offre de transport nous avons postulé que toutes les intersections traversées par la future ligne de TCSP sont susceptibles d'accueillir un point d'arrêt. Par conséquent, 82 carrefours sont potentiellement concernés par l'implantation d'une station de TCSP. Un calcul d'accessibilité nous a permis dans un premier temps de déterminer la station la plus proche pour chaque foyer (étape 1 figure 4). Puis ce résultat a été utilisé afin d'affecter la demande potentielle pour les 82 stations (étape 2 figure 4). Cette information une fois constituée, il était nécessaire de sélectionner 20 stations parmi les 82 possibilités. Il était bien évidemment impossible de tester toutes les combinaisons, ainsi notre groupe de travail a choisi d'imaginer plusieurs scénarii (étape 3 figure 4). Seuls les points de vue du transporteur et de l'ingénieur des services techniques seront étudiés dans l'outil d'analyse exploratoire.

¹ L'expression "localisation optimale" est employée ici pour désigner l'implantation d'une entreprise ou dans notre cas d'une station de bus, avec l'assurance **que la localisation retenue sera la plus avantageuse possible** (PUMAIN et SAINT-JULIEN, 2001).

Figure 4 : Protocole pour la définition d'un scénario optimal

3.2 Analyse exploratoire des scénarii de localisation

Les scénarii de localisation des stations ont été analysés de façon interactive grâce à l'outil d'aide à la décision élaboré par Arnaud Banos (BANOS, 1999) (étape 4 figure 4). La figure référencée montre les résultats du scénario proposé par le transporteur dans l'environnement informatique spécialement développé pour cette étude. La fenêtre inférieure fait apparaître ce que nous avons appelé le graphique de potentiel. Chaque barre de couleur représente une station et la hauteur exprime le nombre d'individus, ici des bâtiments, affectés à cette station. La fenêtre supérieure représente la répartition géographique des bâtiments, tandis que la couleur fait ressortir les zones de chalandise de chaque station. Il faut noter que la couleur rouge fait ressortir les bâtiments mal desservis. Cette première exploration des résultats permet d'effectuer une analyse à une échelle globale.

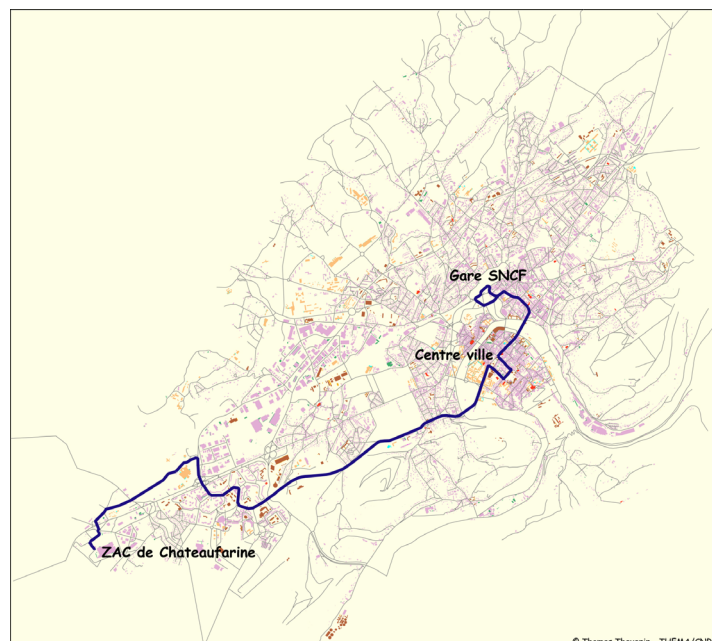
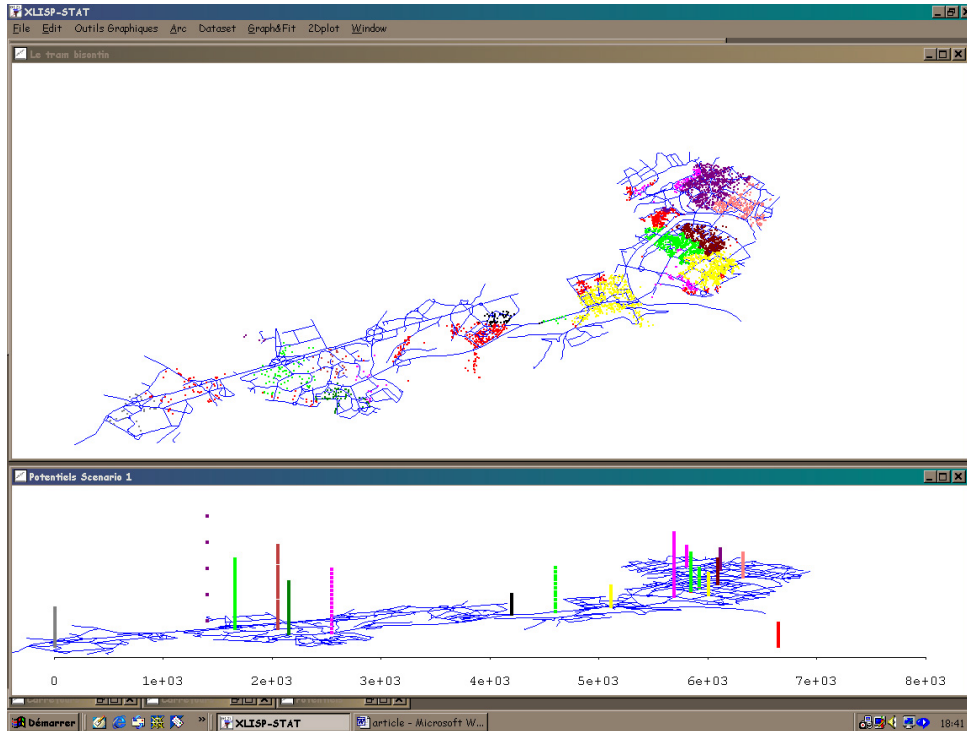
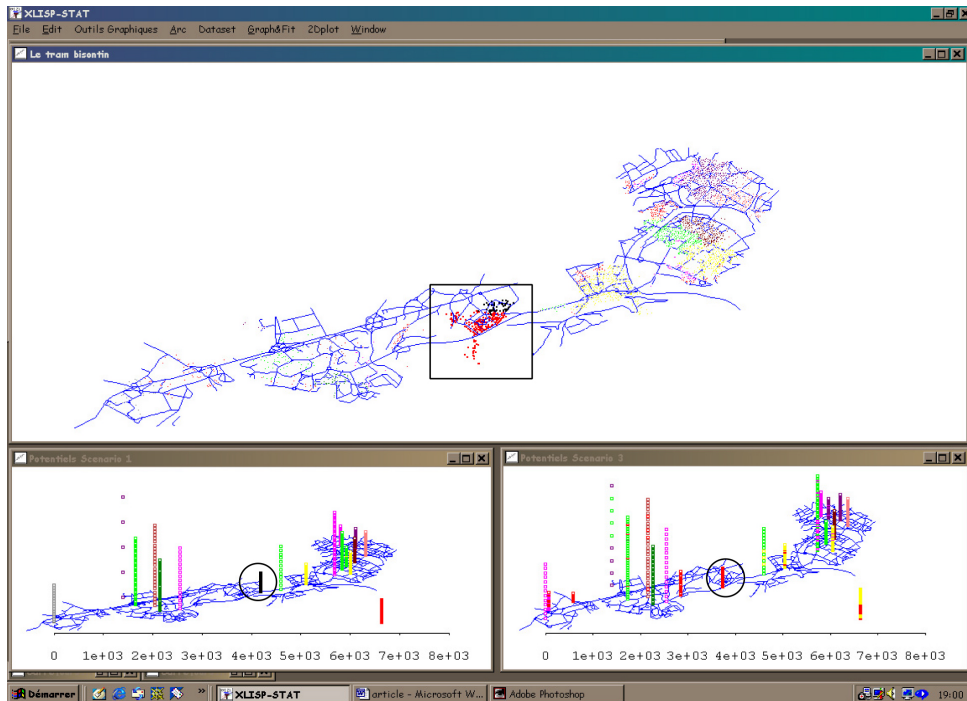
Figure 5 : Carte de situation de la ligne de TCSP

Figure 6 : Un exemple d'analyse exploratoire d'un scénario à l'échelle globale

La confrontation des deux scénarii permet d'effectuer une analyse à l'échelle locale. Ainsi, l'implantation d'une station peut être simulée en différents lieux. La figure référencée montre à quel point le positionnement d'une station (entourée d'un cercle) peut influencer sur son bassin de chalandise. Le scénario 1 (station représentée en noir dans le graphique de potentiel de gauche) polarise sur la carte un nombre restreint de bâtiments, en revanche le scénario 2 (station représentée en rouge sur le graphique de potentiel de droite) fait ressortir une aire de chalandise plus conséquente.

Figure 7 : Simulation du positionnement d'une station en différents lieux

Cet outil d'aide à la décision s'est révélé particulièrement performant pour répondre à ce problème puisque notre équipe a été en mesure d'élaborer un scénario optimal : grâce à ses 16 stations le TCSP sera capable de desservir plus de 52000 personnes.

L'analyse désagrégée est apparue comme une véritable nécessité pour répondre au problème posé par la localisation optimale d'une infrastructure de transport à l'échelle infra-urbaine. Cette finesse de l'information permet d'améliorer notablement les mesures d'accessibilité. Puis, l'utilisation conjointe du SIG et de l'outil d'analyse exploratoire s'est révélée particulièrement appropriée pour traiter et analyser ces "micro-informations". Le concept d'analyse totalement désagrégée présente en outre l'intérêt de maîtriser l'agrégation des données, ce qui permet de proposer un découpage du territoire adapté à l'objet d'étude. Une étude plus avancée est envisagée à partir de données socio-économiques plus fines, tels que l'âge et la catégorie socio-professionnelle des résidents. Malheureusement, les travaux consacrés à cette échelle d'analyse sont souvent confrontés au secret statistique, cette restriction constitue un véritable frein pour les recherches en milieu urbain (DAMAIS, 2000).

Bibliographie

- BANOS A. (1999), Quelle implication de l'utilisateur dans une stratégie de data mining spatial ? Illustration à partir de l'appréhension spatio-temporelle des accidents de la route en milieu urbain, *Revue Internationale de Géomatique*, Vol. 9, n° 4, pp. 441-456.
- CHAPLEAU R. (1992), La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée, *World Conference on Transportation Research Proceedings*, Lyon, pages 937-948.
- CHAPLEAU R., TREPANIER, M., ALLARD B. (1998), Practical implementations of Object-oriented GIS-T, *Geographic Information System*, <http://www.transport.polymtl.ca>
- DAMAIS JP. (2000), Pour un retour à la liberté d'accès aux données statistiques à une échelle fine, *Espace Géographique*, n°1, p.2-8
- OFFNER JM., PUMAIN D (1996), *Réseau et Territoire*, Coll. L'Aube Territoire, ed. de l'Aube, Paris.
- OPENSHAW S. and ABRAHART R. (2000), *Geocomputation*, Taylor & Francis, London, 413 p.
- PUMAIN D., ST-JULIEN Th. (2001), *Les interactions spatiale*, Paris, Armand Colin.
- PUMAIN D., ST-JULIEN Th. (1997), *La localisation dans l'espace*, Paris, Armand Colin.
- PEUQUET D.J. (1994), "It's about time; a conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems", *Annals of the association of the American geographers*, vol. 84, n°3, pp. 441-461.
- QUINET E. (1998), *Principes d'économie des transports*, Paris, Economica.
- ROBERT D. (2001), *La pertinence des zonages géographiques pour l'analyse des transports*, Paris, PREDIT-METL.
- THERIAULT M., CLARAMUNT C. (1999), "La représentation du temps et des processus dans les SIG..." *Revue internationale de géomatique*, vol9, n°1, pp.67-99.
- THORLACIUS P. (1998), Time-and-space modelling of public transport systems, *ESRI conference user*, <http://www.esri.com>