

Proposition de communication

Journées Internationales de Marketing Santé

Lille, le 25 novembre 2010

**Optimisation de l'implantation des maternités en France :
une application du modèle de couverture maximale**

Jérôme Baray
Université de Paris 12
Courriel : jerome-baray@orange.fr

Gérard Cliquet
CREM UMR 6211, IGR-IAE
Université de Rennes 1
Courriel : gerard.cliquet@univ-rennes1.fr

Optimisation de l'implantation des maternités en France : une application du modèle de couverture maximale

Résumé :

Le présent article met en œuvre un modèle de couverture maximale pour optimiser l'implantation des maternités sur le territoire français. L'objectif est d'adapter la répartition spatiale de l'offre de périnatalité en maximisant son accessibilité : les maternités sont ainsi relocalisées en maximisant la demande à l'intérieur d'une certaine distance critique. Le modèle résolu par les algorithmes flou et de voisinage montre que 80 % de la demande est couverte par une centaine de localisations principales.

Introduction

Considérant que la fermeture de sa maternité « met en situation d'insécurité, menace l'intégrité physique et ne garantit pas les conditions de survie de l'enfant à naître sur les six cantons du pays châillonnais [...] il est interdit à toute femme de procréer » selon un arrêté municipal pris par le maire de Sainte-Colombe-sur-Seine en Côte d'Or et demande que les femmes enceintes puissent « quitter le territoire dès le 1^{er} juillet 2008. C'est ce que rapporte la revue Viva du 6 juin 2008 en ajoutant qu'à cause de la fermeture de la maternité de Châtillon-sur-Seine, les femmes enceintes de ce village de 1000 habitants sont désormais à une heure de route de la maternité de Sémur-en-Auxois. La cause de la fermeture invoquée par l'Agence Régionale d'Hospitalisation (ARH) repose sur l'absence de candidat aux postes de gynécologue-obstétricien et de pédiatre.

Les fermetures de maternités ont souvent défrayé la chronique et continuent de le faire dans la presse française. Cette situation concerne plus particulièrement les villes petites et moyennes et bien sûr tout le tissu rural autour de ces villes : dernière en date, la fermeture de la maternité d'Aix-les-Bains. Le site « bonjour docteur » demande d'ailleurs qu'on lui communique les expériences de fermetures de maternités.

Il s'agit à la fois d'un problème de gestion aussi bien concernant les coûts sans cesse plus élevés des prestations médicales que les ressources humaines, car l'Etat ne sait plus comment répartir équitablement le personnel médical sur le territoire d'où un grave problème d'aménagement du territoire. L'exode rural n'est plus en cause car il s'est achevé vers 1975 en France et plus particulièrement dans l'ouest où la structure familiale et le rôle de l'Eglise d'une part, et le fort développement des cultures vivrières d'autre part avaient maintenu les populations locales plus longtemps dans cette partie du pays (Quintin, 1998). Cependant, le

vieillesse de la population française oblige à des restructurations des services publics et les maternités sont fortement touchées par cette évolution démographique.

En termes d'offre, on dénombre actuellement 703 maternités publiques ou privées en France métropolitaine la majorité étant une composante d'un centre hospitalier ou d'une clinique. Concernant la demande, il y a eu 844 687 naissances sur le territoire en 2008 selon le recensement INSEE avec donc en moyenne 1202 naissances par maternité et par an.

Ce papier se fixe pour objectif d'optimiser les implantations de maternités de manière théorique certes mais il s'agit ensuite comparer cette situation théorique et la situation réelle. Pour ce faire, il utilise un modèle de couverture dont le principe consiste à détecter les localisations qui maximisent la somme de la demande couverte à l'intérieur d'une certaine distance. Or il existe de nombreux modèles issus de la famille des modèles d'allocation-localisation (Ghosh et Rushton, 1987). L'enjeu est ici méthodologique car il s'agit de choisir le modèle qui permettra la meilleure adaptation au problème posé dans un premier temps, puis la meilleure optimisation dans un deuxième temps.

Le papier est donc construit de la manière suivante : la première section décrit les principaux modèles de couverture, la deuxième section justifie le choix du modèle retenu en fonction du terrain choisi et la troisième section présente les résultats de ce modèle. Enfin, la quatrième section discute les résultats en mettant en avant les limites et les perspectives de recherche.

1. Les modèles de couverture

Les modèles de couverture font partie de la famille des modèles d'allocation-localisation qui sont décrits rapidement dans le paragraphe suivant avant d'en présenter et d'en détailler ~~suivant~~ les avantages et inconvénients et leurs applications possibles. Ces modèles ont en

effet des caractéristiques cumulatives qui leur permettent d'être utilisés suivant la complexité du problème de localisation à résoudre.

1.1. Les modèles d'allocation-localisation

Il existe une catégorie de modèles bien connue des géographes, mais qui reste encore peu utilisée par les chercheurs en gestion et en particulier en marketing : les modèles dits d'allocation-localisation (*location-allocation models* en anglais). Un excellent panorama de cette catégorie de modèle en est donné par Ghosh et Rushton (1987) et les problèmes traités sont bien cernés par Brandeau et Chui (1989). Ces derniers auteurs mettent en effet en avant 50 problèmes de localisation tels que peuvent les rencontrer les organisations. Parmi les applications, trop rares étant donné le fort développement actuel du géomarketing (Cliquet, 2006 ; Douard et Heitz, 2004 ; Latour et Le Floch, 2001) mais avec un regain d'intérêt récent (Alexandris et Giannikos, 2010), il en est une qui est sans doute la plus connue et la plus citée : le modèle d'Achabal, Gorr et Mahajan (1982) appelé MULTILOC pour modéliser la localisation d'un réseau de points de vente qui ont utilisé dans le contexte du commerce de détail - et ceci est applicable aux services en général -, un modèle d'allocation-localisation fondé sur l'algorithme du p-médian (Cooper, 1963 ; 1964 ; Weber, 1909) déjà employé dans les problèmes liés aux implantations industrielles. Ce type de modèle a d'ailleurs été utilisé par des entreprises américaines de distribution comme Scrivner ou Super Valu. Son principal défaut est la lenteur avec lequel il convient de choisir, à partir d'heuristiques, les sites détectés en théorie par le modèle. Il a donc été amélioré dans son utilisation afin d'accélérer ce processus de choix en y introduisant des techniques issues de la physique et fondées sur le filtrage et la convolution (Baray, 2003 ; Baray et Cliquet, 2007).

1.2. Les modèles de couverture

Une autre catégorie de modèles d'allocation-localisation concerne les problèmes dits de couverture. Prenons une illustration simple : le consommateur peut être découragé de fréquenter un service si celui-ci est à une distance trop éloignée. On peut ainsi introduire la notion de couverture. Les modèles de couverture du type des modèles d'allocation-localisation chercheront à placer des services en essayant de faire que chaque client soit à une distance inférieure d'un certain niveau critique. Malhotra (1983) propose une approche par les modèles de seuil et utilise un modèle stochastique à partir d'une estimation via un modèle de type probit. Mais cette approche, liée au comportement de choix de magasins des consommateurs, se fait au niveau individuel et les résultats peuvent être remis en cause selon la procédure d'estimation utilisée. Il est donc nécessaire de faire appel à une approche plus agrégée étant donné le type de données disponible, à savoir les localisations et les populations ciblées et repérées géographiquement.

C'est tout l'intérêt des modèles de couverture. Ces modèles ont été utilisés pour des systèmes de transports publics (Murray, 2003), mais aussi très récemment dans le cas de services hospitaliers d'urgence (Erdemir, Batta, Rogerson, Blatt et Flanigan, 2010) distinguant les services au sol et les services aériens. Ces modèles utilisent un vocabulaire spécifique et parlent de points de demande (ici les patientes potentielles) et de nœuds de demande (ou nœuds ou ensemble de points de demande). Une distance de couverture unique peut être utilisée pour tous les nœuds, mais il est possible d'introduire des distances de couverture variables selon les points de demande ou les importations potentielles. On dira que les nœuds de demande sont couverts si la distance séparant chaque nœud de demande et le service le plus proche est inférieure ou égale à une certaine distance de couverture.

Différentes variantes du modèle de couverture maximale ont été mises en œuvre pour optimiser les implantations de services publics ou privés.

1.3. Le modèle de localisation à recouvrement d'ensemble¹

Le modèle de recouvrement d'ensemble est l'un des modèles les plus simples d'allocation-localisation. Il consiste à trouver des implantations pour un ensemble de services à coût total d'ouverture minimal de telle manière que chaque nœud de demande soit couvert par au moins un service. Chaque implantation potentielle possède donc un coût d'ouverture particulier. Les applications de ce modèle de base comprennent l'établissement de planning pour les équipages de compagnies aériennes et même la sélection d'outils dans des systèmes de fabrication flexible (Desrochers et al., 1991 ; Daskin, Jones et Lowe, 1990).

La fonction objectif du modèle de localisation à recouvrement d'ensemble peut s'écrire :

$$\text{minimiser } \sum_j f_j X_j$$

où :

f_j : coût fixe à prendre en compte si on localise un service au nœud j ,

$X_j = 1$ si un service est créé au nœud de location potentielle j , $= 0$ sinon.

Le modèle de localisation à recouvrement d'ensemble a l'inconvénient de considérer tous les nœuds de demande sur le même plan. C'est la raison pour laquelle Church et Reville (1974) ont développé un modèle à couverture maximale qui permet de mieux prendre en compte les disparités entre les différents nœuds de demande selon des caractéristiques particulières des points de demande qui peuvent avoir un impact sur la localisation.

1.4. Le modèle de localisation à couverture maximale²

¹ En anglais : the set covering model

² En anglais : the maximum covering location model

En effet, un quartier susceptible de générer un chiffre d'affaires important sera appréhendé de la même manière qu'un quartier à faible potentiel et le modèle cherchera à les couvrir tous les deux de façon identique. Pour pallier ces inconvénients, le modèle de localisation à couverture maximale (Church et Reville, 1974) spécifie en entrée le nombre de services devant être ouverts et tentera de maximiser le niveau de la demande couverte.

La fonction objectif du modèle à couverture maximale prend la forme :

$$\text{maximiser } \sum_i h_i Z_i$$

h_i : niveau de la demande au nœud i ,

$Z_i = 1$ si le nœud de demande i est couvert, $=0$ dans le cas contraire

Il convient alors de faire intervenir le temps, comme cela a été fait dans d'autres modèles spatiaux comme le modèle MCI (*Multiplicative Competitive Interaction*), modèle gravitaire et/ou de parts de marché selon son utilisation, développé par Nakanishi et Cooper (1974) et qui a eu de nombreuses applications y compris dans le modèle MULTILOC (Achabal et al., 1982) dont il a été déjà fait état plus haut dans ce papier. Kaufmann, Donthu et Brooks (2000) ont introduit dans ce modèle les délais d'obtention des autorisations et autres causes de retards dans la prise de décision de localisation qui font de ce type de décisions l'un des plus complexes dans les organisations.

De là, la mise au point d'un autre type de modèles : le modèle à couverture attendue maximale qui fait intervenir la notion de temps d'attente et qui a été développé par Daskin (1982). Or notre application est loin d'être exempte de ce type de contraintes comme l'ont souligné Erdemir et al. (2010).

1.5. Le modèle de localisation à couverture attendue maximale³

En effet, les services implantés sont susceptibles de n'être disponibles qu'à certaines périodes. Les ambulances ou les taxis risquent parfois d'être déjà employés, ou certains services connaissent de temps à autre des moments de congestion. Le modèle de localisation à couverture attendue maximale (Daskin, 1982 ; 1983) cherche, dans ce cadre, à localiser un nombre fixe de services pour maximiser un certain niveau de demande qui sera couvert par un service disponible. Ce type de modèle fait appel aux probabilités qu'un service soit occupé lorsqu'arrive une demande. On suppose que la probabilité de congestion d'un service quelconque ne dépend pas de l'état d'un autre service.

La fonction objectif correspondant à ce modèle s'écrit :

$$\text{maximiser}(1 - q) \sum_i h_i \left\{ \sum_{k=1}^p q^{k-1} Z_{ik} \right\}$$

q : probabilité générale qu'un service soit congestionné

h_i : niveau de la demande au nœud i,

$Z_i = 1$ si le nœud de demande i est couvert, = 0 dans le cas contraire

p : nombre de services à implanter

Compte tenu des contraintes imposées aux services hospitaliers et en particulier ici aux maternités, c'est donc ce modèle qui a été utilisé dans l'application empirique qui suit. Il permet, d'une part, de considérer des nœuds de demande disparates, et d'autre part de tenir compte de difficultés de disponibilité du service attendu.

³ En anglais : the maximum expected covering location model

2. Un modèle de couverture maximale pour optimiser les implantations des maternités

Cette section présente tout d'abord le problème et le terrain choisi à savoir les maternités en France. Il s'agit de localiser ces maternités de manière théorique et de comparer les résultats à la situation réelle des implantations actuelles de maternités. En effet, on parle beaucoup dans la presse de la fermeture des hôpitaux et autres services de santé. Proposer une méthodologie permettant de visualiser la localisation théorique en fonction des potentiels locaux est sans doute un moyen d'apporter une contribution à la fois théorique et concrète à un débat souvent teinté de partialité.

2.1. La méthodologie suivie

La France a été découpée en carrés de 1,33 x 1,33 kilomètre⁴ (757 carrés en longitude sur 802 carrés en latitude correspondant à 607 114 carrés au total) et les naissances, telles qu'enregistrées dans les lieux d'habitat (ce qui ne signifie pas dans les maternités) ont été affectées au centroïde du carré géographique correspondant comme cela se fait habituellement quand on met en œuvre un modèle spatial (Huff, 1964). Un logiciel développé en VB et utilisant les composantes activeX de MapPoint a permis de géocoder les naissances selon cette grille géographique.

2.2. La méthode de résolution utilisée

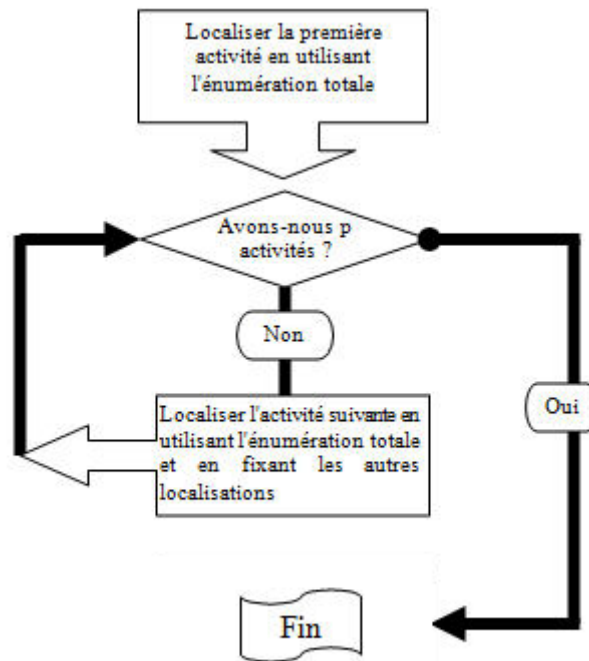
Le modèle a été résolu par l'algorithme flou qui est le plus rapide compte tenu de l'échelle géographique nationale et de la résolution fine choisie. L'algorithme flou consiste tout simplement à localiser les activités sur le réseau une par une pour optimiser les localisations. Dans un premier temps, on choisit donc le meilleur emplacement pour la première activité ce qui est facile si on calcule la fonction objectif pour chaque nœud envisagé en retenant le nœud

⁴ De -5,09626 à 9,53574 en longitude et 41,43007 à 51,06694 en latitude selon le système GRS80

pour lequel cette fonction objectif est la plus faible. Ensuite, on localise un deuxième point envisageant chaque nœud (sauf celui déjà occupé) et en assignant à la localisation précédente les nœuds qui lui sont les plus proches comparés au nœud examiné. La fonction objectif est calculée de la même manière et on retient toujours comme second emplacement le nœud pour lequel cette fonction possède la valeur minimale. Ce processus est réitéré autant de fois qu'il y a d'activités à localiser.

2.3. La procédure de localisation théorique

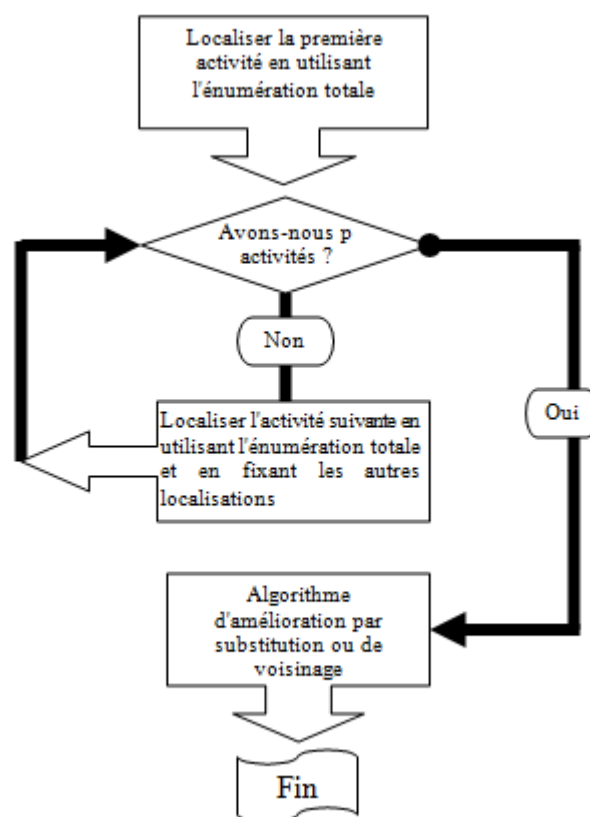
Ainsi, l'organigramme de cette procédure se résume à:



Chaque élément de la grille a ainsi été balayé et été considéré en tant que siège d'une implantation de maternité. L'élément enregistrant le potentiel maximum de naissances dans un rayon de 26 kilomètres (soit 20 éléments de la grille de pas 1,33 km) a alors été retenu comme nouvelle implantation en tenant compte de la demande déjà couverte. Une distance de couverture de 26 km correspond en effet à ce qui est constaté actuellement sur le territoire

français pour le quartile supérieur concernant les maternités et services de santé si l'on tient compte d'une vitesse moyenne de parcours de 60 km/h (Hillal, 2007).

Une amélioration a ensuite permis de localiser plus finement l'activité en la déplaçant dans un voisinage de l'implantation déjà détectée et en la plaçant à l'endroit enregistrant le plus de naissances : cette procédure permet de privilégier les grandes unités urbaines pour la localisation des maternités et d'éviter leur implantation en rase campagne :



3. Résultats du modèle de couverture maximale

Les résultats sont présentés sous la forme d'une carte et d'une courbe des taux de couverture.

3.2. La carte des localisations théoriques vs. réelles des maternités

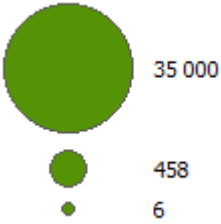
La carte de la figure 1 montre que 243 localisations principales ont été mises en évidence. Celles-ci peuvent concentrer plusieurs implantations compte tenu du nombre local de

naissances. On remarque que les implantations dans les grandes agglomérations ont été logiquement préservées, mais que de nombreuses zones géographiques rassemblant des communes de taille plus modeste n'offrent actuellement aucun service alors qu'il existerait un besoin mis en évidence par le modèle.

Figure 1 : Comparaison entre la localisation des naissances et les implantations préconisées



● Implantations actuelles des maternités



Localisations préconisées et nombre de naissances prises en charge

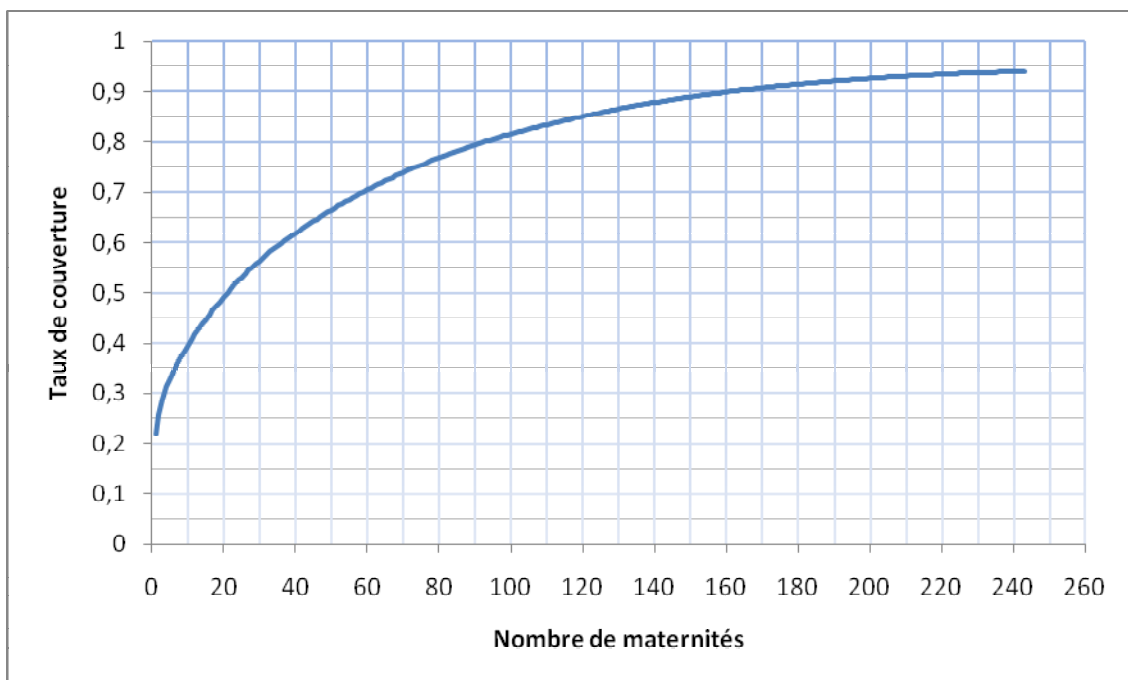
L'offre est en effet très concentrée en France et la distance d'éloignement entre les maternités et les lieux de résidence des parents très variable. Celle-ci est classiquement de 3 ou 4 km dans les zones urbanisées à plus de 30 km lorsque l'on en est un peu plus à l'écart.

3.2. Le taux de couverture des maternités

A partir d'une vingtaine de localisations principales, on réussit déjà à couvrir 50% de la demande (taux de couverture de 1), et pour parvenir à prendre 80% des naissances, on doit atteindre une centaine d'implantations. Pour gagner encore une dizaine de % supplémentaires et parvenir au delà d'une couverture du territoire de 90%, le nombre d'implantations doit encore progresser de 60% pour se monter à 160 centres de naissance. La couverture plafonne à 93% pour 243 implantations.

L'évolution du taux de couverture en fonction du nombre de services localisés est présentée sur la figure 2.

Figure 2 : Taux de couverture en fonction du nombre de maternités placées



4. Discussion

La méthodologie proposée permet, grâce à la pondération possible des zones du découpage, de comparer les localisations souhaitables et les sites réels. La carte peut alors devenir un instrument de négociation facilitant la restructuration de ce type de réseau, car il s'agit bien d'un réseau : si on coupe une maille de ce réseau, celui-ci ne « percole » plus (Cliquet et Guillo, 2007). En d'autres termes, il se produit des ruptures dans la chaîne de santé et ce au détriment de populations qui peuvent se trouver dans des situations difficiles. Le phénomène récent de « rurbanisation », autrement dit de réanimation des villages par l'arrivée de citoyens désireux de changer de vie et qui peuvent continuer leur activité professionnelle grâce au télétravail, oblige à reconsidérer les décisions destinées à restructurer les services publics. Or, en France, le télétravail connaît un développement relatif à l'heure actuelle si on compare la situation du pays avec celle d'autres pays de l'OCDE (Klein et al., 2008). Il n'est pas absurde de prévoir pour l'avenir un développement du télétravail et un renforcement de ce phénomène de rurbanisation. L'impact sur le « réseautage » en matière de soins médicaux et de maternités en particulier peut constituer un élément important de cette évolution positive de l'aménagement du territoire qui se concevait plutôt jusqu'ici à travers un développement urbain sans limite.

Mais cette démarche méthodologique n'est pas sans limites.

4.1. Limites de la démarche

Le modèle de couverture maximale utilisé place les maternités sans tenir compte de l'éloignement moyen des clients. Il existerait d'autres modèles à mettre en œuvre pour prendre davantage en compte l'équité de la répartition spatiale des services de maternité. C'est là un point essentiel si on considère la politique d'aménagement du territoire et la notion

d'équité des citoyens face aux services publics, éléments particulièrement sensibles auprès des populations fragiles dans les milieux ruraux.

Par ailleurs, il existe en France, comme dans de nombreux pays, un double système de santé : un système public fondé sur le réseau des hôpitaux et un système privé fondé sur des maternités privées. Le modèle devrait pouvoir prendre en compte cette dualité.

4.2. Perspectives de recherche

Le problème de l'éloignement peut être pris en compte à partir de modèles plus sophistiqués. Parmi les fonctions objectifs de nature « pull » qu'il est possible d'intégrer à un modèle de localisation-allocation selon Eiselt et Laporte (1995), on peut citer celle permettant de limiter la distance à parcourir pour les clients les plus éloignés d'un service. Pour des services mobiles d'intervention se rendant chez les clients, la fonction fait que les implantations sont choisies de manière à ce que ces services n'aient pas un rayon d'intervention trop important (modèle nommé « modèle p-centré ») :

$$f(x) = \max_i \{d_i\} \quad (\text{mesure de l'éloignement})$$

Ce modèle est particulièrement bien adapté à la localisation de services d'urgence (SAMU, sapeurs-pompiers, centre de secours) ou de services de livraison. La fonction objectif complète est donc du type minimax : $\min(\max_i \{d_i\})$. Le « min » de la fonction objectif sera omis dans les exemples qui suivront.

Il serait également intéressant d'utiliser une fonction objectif permettant de placer des services en limitant l'écart de distance entre les clients les plus éloignés et les clients les moins éloignés du service le plus proche d'eux (principe d'équité de l'accès au service) :

$$f(x) = \max_i \{d_i\} - \min_i \{d_i\} \quad (\text{mesure de l'inégalité})$$

Ce modèle peut être adapté pour localiser des services publics destinés à être accessibles à l'ensemble de la population sans que certains habitants soient avantagés en termes de proximité par rapport à d'autres.

Les trois fonctions objectives qui suivent permettent de limiter les écarts d'éloignement entre les clients et les services les plus proches, même si elles ne satisfont pas à la conservation des échelles. Les clients sont ainsi tous à peu près à la même distance du service le plus proche. La première fonction représente l'écart absolu par rapport à la moyenne, la deuxième fonction la variance, et la troisième symbolise la déviation maximale :

$$f(x) = \sum_i |d_i - \bar{d}| \quad (\text{mesure de l'inégalité})$$

$$f(x) = \sum_i (d_i - \bar{d})^2 \quad (\text{mesure de l'inégalité})$$

$$f(x) = \max_i |d_i - \bar{d}| \quad (\text{mesure de l'inégalité})$$

La fonction objectif considérant les distances par paires entre clients et le service le plus proche permet également d'obtenir des implantations optimales à peu près à égales distances pour tous les clients. Elle s'exprime par :

$$f(x) = \sum_i \sum_j |d_i - d_j| \quad (\text{mesure de l'inégalité})$$

Des fonctions objectifs sont également susceptibles d'intégrer l'importance du besoin. On élabore ainsi un nouveau paramètre noté a_i qui représente une mesure du besoin en chaque lieu i (chiffres d'affaires potentiels, populations par exemple), mesure quantifiée sur une échelle des distances de manière à être intégrée à la fonction objectif qui tentera de réduire la distance entre les services et les endroits où se concentre la demande (représentée par la quantité $|d_i - a_i|$ par exemple). Les fonctions objectives suivantes peuvent être utilisées dans ce cadre :

$$f(x) = \sum_i |d_i - a_i|$$

$$f(x) = \sum_i \left(\frac{d_i}{a_i} - \frac{\bar{d}}{\bar{a}} \right)^2$$

Selon un certain nombre de chercheurs, les résultats en termes d'implantation optimale donnés par les précédents modèles appliqués dans différents cas concrets seraient cependant pratiquement similaires (Marsh et Schilling, 1991 ; Mulligan, 1991). Bien que cela soit à vérifier dans une étude ultérieure, il ne serait donc ainsi pas si nécessaire de déterminer la fonction objectif parfaite puisque l'un ou l'autre de ces objectifs pourrait convenir.

On pourrait encore affiner les résultats en considérant la dualité services publics – services privés. On retrouve là un problème connu dans les réseaux de points de vente du commerce de détail et des services (Cliquet, 2008). Ce problème a été paradoxalement peu traité par les chercheurs si on excepte une tentative de modélisation relativement ancienne (Pirkul, Narasimham et De, 1987). Il s'agit en fait de localiser au sein d'un même réseau à la fois des unités en franchise et des unités en propre. Les arguments aussi bien théoriques qu'empiriques en faveur de ces formes organisationnelles plurales et de tel ou tel type de statut de points de vente (succursale ou franchise) selon la localisation ont été développés largement dans la littérature depuis une vingtaine d'années (Bradach, 1997 ; 1998 ; Bradach et Eccles, 1989 ; Cliquet, 2000 ; Dant et Kaufmann, 2003 ; Lafontaine et Shaw, 2005). On pourrait considérer l'Etat comme un opérateur de réseau et assigner un rôle à chaque type de service localisé selon qu'il est public ou privé tout en respectant la liberté d'implantation dans le secteur privé. Mais on disposerait là encore d'un modèle permettant de mieux justifier les restructurations nécessaires, et à réaliser régulièrement, de ce type de réseau.

Par ailleurs, il serait possible de compléter les résultats par des calculs d'entropie relative (Cliquet, 1998) permettant de superposer les implantations publiques et privées selon leur

complémentarité et de mesurer, en cas de diminution de l'entropie, l'encombrement en matière d'équipement. En effet, le calcul de l'entropie montre qu'il y a suréquipement quand sa mesure diminue. Cela pourrait permettre de respecter la dimension de gestion des coûts.

Conclusion

Les restructurations des services publics, toujours très sensibles sur le plan politique surtout quand il s'agit de services de santé, sont rendues nécessaires et doivent être réalisées régulièrement compte tenu de l'évolution démographique et spatiale de la population. Nous proposons, dans ce papier, un modèle de couverture afin de comparer une carte d'implantation théorique et les sites réels. Ce modèle peut être encore amélioré et affiné selon les besoins des décideurs. On remarque que ce type de problématique rejoint des préoccupations aujourd'hui très classiques sur de nombreux marchés.

Références

Alexandris G., Giannikos I. (2010) A new model for maximal coverage exploiting GIS capabilities, *European Journal of Operational Research*, 202, 328-338.

Baray J. (2003) Optimisation de la localisation commerciale: une application du traitement du signal et du modèle p-médian, *Recherche et Applications en Marketing*, 18 (3), 31-44.

Baray J., Cliquet G. (2007) Delineating and Analyzing Trade Areas through Morphological Analysis, *European Journal of Operational Research*, 182, 2, 886-898.

Bradach J.L. (1997) Using the Plural Form in the Management of Restaurant Chains, *Administrative Science Quarterly* 42, 276-303.

Bradach J.L. (1998), *Franchise Organizations*, Harvard Business School Press, Boston, Ma.

Bradach J.L., Eccles R.G. (1989) Price, Authority and Trust : From Ideal Types to Plural Forms, *Annual Review of Sociology*, 15, 97-118.

Brandeau M.L., Chui S.S. (1989) An Overview of Representative Problems in Location Research, *Management Science*, 35 (6), 645-674.

Church R.L., Revelle C. (1974) The Maximal Covering Location Problem, *Paper of the Regional Science Association*, 32,101-118.

Cliquet G. (1998), Integration and territory coverage of the hypermarket industry in France: A relative entropy measure, *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 8, 2, 205-224.

Cliquet G. (2000), Plural forms in store networks: A proposition of a model for store network evolution, *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 10, 4, 369-87.

Cliquet G. (2006) *Geomarketing: Methods and Strategies in Spatial Marketing*, ISTE, London.

Cliquet G. (2008) New Challenges for Store Location in Plural Form Networks: An exploratory Study, in *Strategy and Governance of Networks*, Henriksen G., Cliquet G., Tuunanen M., Windsperger J. eds., Physica-Verlag,, Springer, Heidelberg.

Cooper L. (1963) Location-allocation problems, *Operations Research*, 11, 331-43.

Cooper L. (1964) Heuristic methods for location-allocation problems, *SIAM Review*, 6, 37-53.

Dant R.P., Kaufmann P.J. (2003) Structural and strategic dynamics in franchising, *Journal of Retailing*, 79, 63-75.

- Daskin M.S. (1982) Application of an Expected Covering Model to EMS System Design, *Decision Sciences*, 13(3), 416-439.
- Daskin M.S. (1983) A Maximum Expected Covering Location Model: Formulation, Properties and Heuristic Solution, *Transportation Science*, 17, 48-70.
- Daskin, M.S., Jones P.C., Lowe T.J. (1990) Rationalizing Tool Selection in a Flexible Manufacturing System for Sheet Metal Products, *Operations Research*, 38, 1104-1151.
- Desrochers M., Dumas Y., Soumis F., Trudeau P. (1991) *Column Generation Approaches to Airline Crew Scheduling Problems*, presented at the 1991 TRISTAN Conference, Montreal.
- Douard, J-P., Heitz, M. (2004) *Le Géomarketing: Au service de la démarche marketing*, Dunod, Paris.
- Eiselt H.A., Laporte G. (1995) Objectives in Location Problem, in *Facility Location*, Springer Series, NY.
- Erdemir E.T., Batta R., Rogerson P.A., Blatt A., Flanigan M. (2010) Joint ground and air emergency medical services coverage models: A greedy heuristic solution approach, *European Journal of Operational Research*, 207, 736-749.
- Ghosh, A., Rushton G. (1987) *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*, Van Nostrand Reinhold, NY.
- Guillo P-A., Cliquet G. (2007) The development process of a retail outlet network: An application of the percolation theory, *Proceedings of the 14th EIRASS Conference*, San Francisco.

Hillal Mohamed (2007) Temps d'accès aux équipements au sein des bassins de vie des bourgs et petites villes, *Economie et Statistiques*, 402, 41-56.

Huff D. L. (1964) Defining and Estimating a Trading Area, *Journal of Marketing*, 28, 3, 34-38.

Kaufmann P. J., Donthu N., Brooks C. M. (2000) Multi-Unit Retail Site Selection Processes : Incorporating Opening Delays and Unidentified Competition, *Journal of Retailing*, 76, 1, 113-27.

Klein T., Loyer J-L., Ferhenbach J., Granel F., Dufort D. (2009) Le développement du télétravail dans la société numérique de demain, *Rapports et Documents du Centre d'Analyse Stratégique* (26 novembre).

Lafontaine, F., Shaw, K.L. (2005) Targeting Managerial Control: Evidence from Franchising, *The Rand Journal of Economics*, 36, 1, 131-150.

Latour, P., Le Floch, J., 2001, *Géomarketing: Principes, méthodes et applications*, Editions d'Organisation, Paris.

Malhotra N. (1983) A Threshold Model of Store Choice, *Journal of Retailing*, 59, 2, 3-21.

Marsh M., Schilling D. (1991) A Comparison of Equity Measures in Facility Siting Decisions, 244-249, R.D. Reid, Editor, Proceedings of the first International Conference of the Decision Sciences Institute, Brussels, Belgium.

Mulligan G.F. (1991) Equality Measures and Facility Location, *Papers in Regional Science: the Journal of the RSAI*, 70, 345-365.

Murray A.T. (2003) A Coverage Model for Improving Public Transit System Accessibility and Expanding Access, *Annals of Operations Research*, 123, 143-156.

Nakanishi M., Cooper L.G. (1974), Parameter Estimation for a Multiplicative Competitive Interaction Model - Least Square Approach, *Journal of Marketing Research*, 11, 303-11.

Pirkul H., Narasimham S., De P. (1987) Firm Expansion through Franchising: A Model and Solution Programming, *Decision Sciences*, 18, 631-45.

Quintin P. (1998) De l'exode rural à la rurbanisation : les mouvements de population active dans l'ouest de 1962 à 1990, *Octant*, 75, 7-11.

Weber A. (1909) *Über den Standort der Industrie*, Mohr, Tübingen, traduit par Freidrich C. J. (1929) *The Theory of the Location of Industry*, University of Chicago Press, Chicago.