

La densité répartie

Une aide à la décision dans l'implantation et la taille des équipements

Andrée Mizrahi¹, Arié Mizrahi²

ARgSES³

Les études géographiques d'accessibilité aux équipements collectifs font appel à deux notions complémentaires : la densité et la distance. Chacune présente des lacunes et leur utilisation conjointe n'est pas simple. On crée une nouvelle variable, la **densité répartie**, par extension de la notion de densité, prenant en compte les notions de taille et de distance aux hôpitaux : les lits des hôpitaux sont virtuellement répartis parmi les communes selon la taille de leur population et l'attraction qu'ils y exercent ; la **densité répartie** est le rapport du nombre de ces lits virtuels au nombre d'habitants des communes.

Cette densité répartie est calculée pour l'ensemble des hôpitaux français, à partir des données du PMSI. On en déduit les disparités d'offre hospitalière au niveau communal. L'impact sur ces disparités d'une variation de l'offre dans trois départements, respectivement de densité répartie faible, forte et moyenne, est présenté à titre d'exemple.

La densité répartie peut être d'une utilisation assez générale, dans le domaine médical (services de maternité, de cardiologie, de long séjour, scanners, maisons médicalisées, cabinets de médecins), mais aussi pour d'autres types d'équipements recevant du public : centres sociaux, piscines, commerces sociaux, scolaires, voire commerciaux.

Pour mesurer la desserte d'une population, les études géographiques d'accessibilité aux équipements collectifs font appel à deux notions complémentaires : la densité et la distance. Chacune présente des lacunes et leur utilisation conjointe n'est pas simple. A partir de ces deux notions nous proposons un indicateur unique de mesure de l'accessibilité, la densité répartie. Cet indicateur, présenté sur les densités hospitalières et les distances aux hôpitaux, pourrait être utilisé pour d'autres types d'équipements recevant du public : services de maternité, de cardiologie, de long séjour, scanners, maisons médicalisées, cabinets de médecins, centres sociaux, piscines, commerces, etc.

La **densité** en lits hospitaliers d'une zone géographique est le rapport du nombre de lits dans la zone, au nombre d'habitants de cette zone. En toute rigueur, compter la population effectivement desservie est plus ou moins approximatif du fait des non résidents de la zone hospitalisés dans la zone, et réciproquement, des habitants de la zone hospitalisés hors de la zone ; chaque zone doit donc être assez grande pour que ce phénomène soit négligeable.

La densité présente deux inconvénients : on affecte une densité unique à toutes les personnes appartenant à une même zone, qu'elles résident près ou loin ou de l'équipement (uniformité) ; si les zones sont trop grandes, les disparités d'accès à l'intérieur de la zone deviennent importantes ; si elles sont trop petites, la notion de densité s'évanouit ; en revanche, des voisins ayant des résidences proches et appartenant à deux zones contiguës peuvent être affectés de densités très différentes (discontinuité). Enfin la taille des hôpitaux

¹ Directeur de recherche honoraire à l'IRDES, ancien directeur adjoint du CREDOC

² Directeur de recherche honoraire au CNRS, ancien directeur du CREDES

³ Arguments socio-économiques pour la santé, 34 Avenue de la République, 92 340 Bourg-la-Reine, mizrahi@cnam.fr
– <http://argses.free.fr/>

n'est pas prise en compte, pourtant il n'est pas indifférent qu'une population soit desservie par un hôpital de 1 000 lits ou par 10 hôpitaux de 100 lits.

La **distance** est celle qu'on doit parcourir pour atteindre l'hôpital le plus proche. Alors que la densité a un sens au niveau de grands groupes de population, la distance est une variable individuelle, dont on peut étudier les différents paramètres (moyenne, variance, etc.) selon les caractères socio-démographiques des personnes (âge, catégorie sociale, ...). Cette variable ne prend pas en compte la capacité des équipements.

Si la densité est utile pour analyser les moyens affectés à de grandes zones, elle n'aide pas à répartir ces moyens au niveau des communes (par exemple, si on désire créer ou fermer des lits, installer ou agrandir un équipement d'imagerie, etc.). Quant à la notion de distance elle ne fait pas référence à l'importance globale de l'équipement en relation avec la population (densité). Dans les deux cas, les inégalités d'accès aux équipements sont mal prises en compte.

La densité répartie estimée à partir de l'attraction des hôpitaux

La **densité répartie** est une extension de la notion de densité, lui donnant une dimension individuelle et continue, et tenant compte simultanément :

- de la taille des hôpitaux,
- du nombre de personnes desservies,
- des distances à parcourir.

L'objet d'un tel indicateur est d'évaluer l'égalité d'accès aux équipements et d'utiliser, pour affecter les moyens aux « petites zones » (quartiers, communes) des méthodes similaires à celles utilisées pour répartir les moyens nationaux entre les grandes régions. On part de deux constats :

- les équipements installés dans une ville sont affectés à une population dépassant le cadre de cette ville, leurs patients sont répartis sur l'ensemble de leur « zone d'attraction », c'est le sens même de la notion de densité ; ainsi, un hôpital régional reçoit des patients de toute sa région et parfois même des régions voisines, et seule une petite partie de ses patients provient de sa ville d'implantation ; on peut donc envisager de répartir virtuellement ses lits sur l'ensemble des communes où réside sa clientèle potentielle,
- on définit l'attraction d'un hôpital sur une commune par le **taux d'hospitalisation** (nombre d'hospitalisations dans cet hôpital pour 100 habitants et par an). Cette attraction présente une allure décroissante avec la distance ; ainsi, deux communes également distantes d'un hôpital ont en moyenne le même taux d'hospitalisation dans cet hôpital ; ce taux diminue lorsque la distance augmente, d'abord vite aux alentours de l'hôpital, puis de moins en moins vite, d'allure exponentielle décroissante.

On affecte virtuellement les lits de chaque hôpital entre les communes de sa zone d'attraction proportionnellement au niveau de l'attraction et aux nombres d'habitants.

La densité répartie de chaque commune est le rapport du nombre de lits virtuellement affectés au nombre d'habitants de la commune.

La notion de densité dans une zone sous entend implicitement que les lits sont uniformément utilisés par les habitants de la zone ; mais il n'en est rien et plus les habitants sont éloignés des hôpitaux, moins ils y sont hospitalisés. La densité répartie revient à corriger ce biais. Avec la densité répartie, on affecte les lits aux communes, non plus seulement selon le nombre de leurs habitants comme dans le cas de la densité habituelle, mais en pondérant ce nombre selon

la courbe d'attraction, décroissante avec la distance. Comme la densité, la densité répartie est exprimée en nombre de lits pour 100 habitants.

La densité répartie, ne souffre pas des inconvénients de la densité, puisque les personnes ayant une résidence éloignée des hôpitaux sont affectées d'une densité répartie inférieure à celle des personnes habitant près d'un hôpital (correction à l'uniformité), et les personnes ayant des résidences voisines sont affectées de densités réparties proches (correction à la discontinuité) ; la densité répartie ne souffre pas non plus des inconvénients de la distance puisque la taille des établissements et la disponibilité des lits sont prises en compte et que des personnes résidant à la même distance d'hôpitaux de tailles différentes n'ont pas la même densité répartie.

On calcule pour chaque commune les densités réparties correspondant aux hôpitaux y exerçant une attraction ; la densité répartie de la commune est la somme des densités réparties estimées pour les différents établissements. On trouvera une présentation plus complète de la méthode dans [8].

Disparités géographiques (données du PMSI 2006)

Le PMSI⁴ fournit le code postal des personnes hospitalisées et non le numéro de la commune de résidence : on part de zones élémentaires définies par leurs codes postaux. Pour les habitants de chaque zone, on dispose du nombre d'hospitalisations⁵ dans chacun des établissements hospitaliers de France, public ou privé ; leur somme représente le nombre d'hospitalisations des personnes ayant le même code postal dans l'ensemble des hôpitaux de France. Rapporté à la taille de la population du code postal, on obtient le **taux de fréquentation hospitalière** de la zone, soit le nombre de séjours par an pour 100 personnes habitant la zone.

Les taux de fréquentation sont présentés sur la carte 1 ; en moyenne, ces taux sont plus élevés dans le tiers *Est*, et plus particulièrement dans la région *Rhône-Alpes* mais aussi en *Bourgogne, Champagne, Lorraine*. Cette carte est assez différente des cartes habituelles : **les hospitalisations sont ici affectées aux lieux de résidence des patients**, et non au lieu d'implantation de l'hôpital, comme cela est habituellement fait : la densité de la zone d'implantation de l'hôpital peut être élevée sans que celle calculée ici le soit nécessairement. La distance moyenne entre l'hôpital et la résidence du patient est de 22 Km. Il s'agit de la distance pondérée par le nombre de patients (lorsque l'hospitalisé et l'hôpital ont le même code postal, la distance est considérée comme nulle).

Cette distance est naturellement très différente d'un établissement à l'autre, puisqu'elle varie de 2 Km. pour les hôpitaux petits et peu spécialisés à 150 Km. pour les grands hôpitaux comprenant des services nombreux et/ou spécialisés. Dans ce deuxième cas, la très grande majorité des patients ne réside pas dans la zone où est implanté l'hôpital.

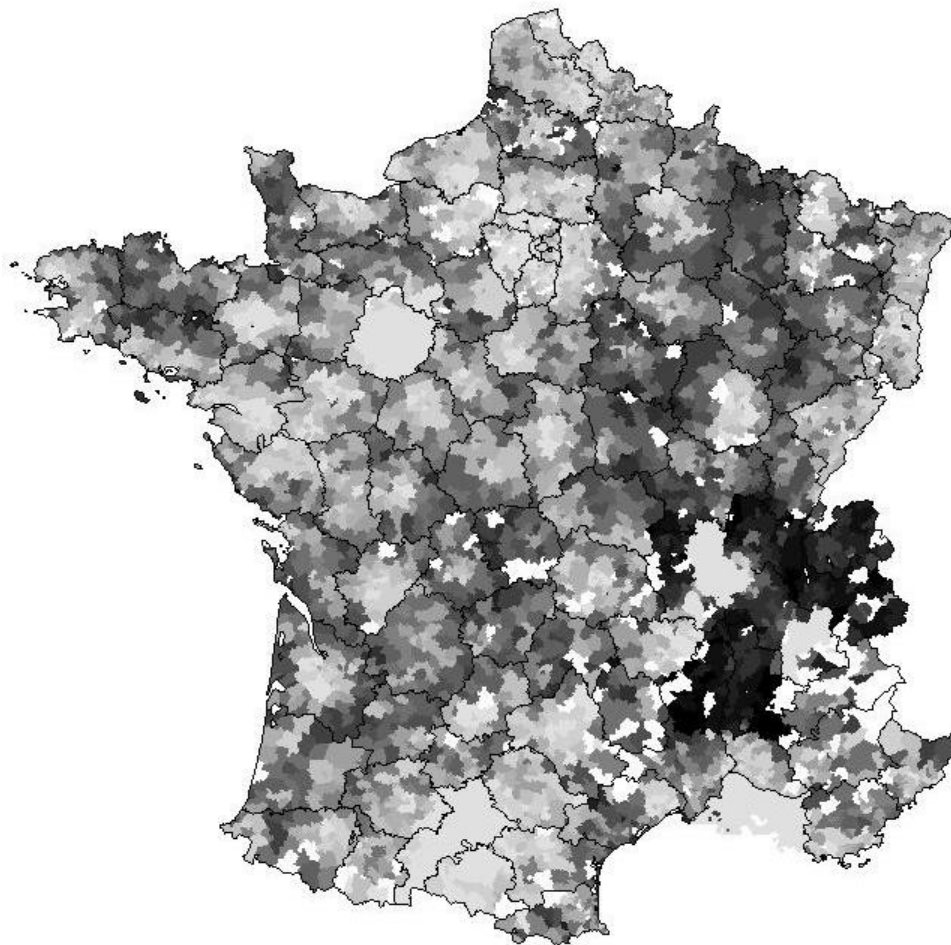
4
médicalisation des systèmes d'information

Programme de

5 *Une hospitalisation est le séjour (une nuit au moins, soit deux journées consécutives) dans un service hospitalier.*

Carte 1

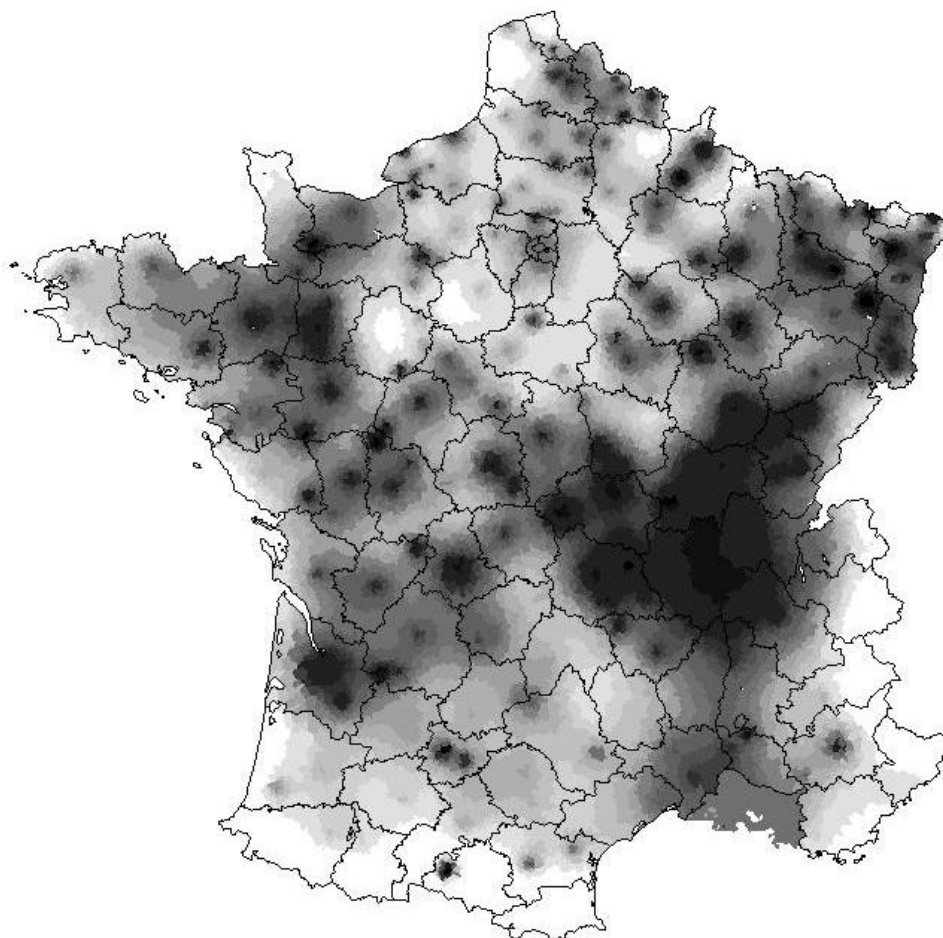
Taux de fréquentation hospitalière (nombre d'hospitalisations pour 100 personnes)
France 2006, ventilation selon le code postal de résidence des hospitalisés



freq	0 4,8%	0 à < 10,9 9,5%	10,9 à < 12,1 9,5%
	12,1 à < 12,9 9,5%	12,9 à < 13,6 9,5%	13,6 à < 14,3 9,5%
	14,3 à < 15,0 9,5%	15,0 à < 15,7 9,5%	15,7 à < 16,8 9,5%
	16,8 à < 17,7 6,7%	17,7 à < 19,2 4,8%	19,2 à < 21,7 2,7%
	21,7 à < 24,6 2,0%	24,6 à < 28,8 1,9%	28,8 et plus 0,9%

Le modèle d'attraction permet de calculer, à partir des taux d'hospitalisation par code postal, les attractions des hôpitaux sur chaque commune. Partant du modèle de la densité répartie, chaque commune reçoit (virtuellement) des lits de chacun des hôpitaux : on ventile les lits de chaque hôpital dans les communes en tenant compte de l'attraction, de la distance et de l'effectif de la population. Les lits sont calculés à partir des journées réellement effectuées, en tenant compte des taux d'occupation. Pour une commune, la somme des lits virtuels provenant des différents hôpitaux, rapportée à la population est la densité répartie, c'est-à-dire le nombre de lits virtuellement affectés pour 100 habitants (Cf. Carte 2). Avec cette configuration, la densité répartie, élevée autour des grands hôpitaux diminue progressivement lorsqu'on s'en éloigne ; elle s'élève légèrement à nouveau dans les communes d'implantation des petits hôpitaux pour diminuer à nouveau ensuite.

Carte 2
Densité répartie
(lits pour 100 habitants) France 2006, ventilation selon la commune



densite	< 0.1817 10%	0.1817 à < 0.1977 10%	0.1977 à < 0.2099 10%
	0.2099 à < 0.2218 10%	0.2218 à < 0.2348 10%	0.2348 à < 0.2490 10%
	0.2490 à < 0.2636 10%	0.2636 à < 0.2818 10%	0.2818 à < 0.3065 8%
	0.3065 à < 0.3186 4%	0.3186 à < 0.3333 3%	0.3333 à < 0.3458 2%
	0.3458 à < 0.3648 2%	0.3648 à < 0.3797 1%	0.3797 et plus 1%

La carte de densité répartie obtenue est assez différente des cartes habituelles de densité hospitalière : dans le cas de la densité répartie, les lits d'un hôpital sont virtuellement affectés aux communes environnantes dans le périmètre de sa zone d'attraction (qui, on l'a vu, peut être grand), alors qu'habituellement, ils sont tous affectés au département, à la région, voire au pays d'implantation de l'hôpital.

La densité répartie est plus élevée dans les régions « *Rhône-Alpes* » et « *Auvergne* » et de manière plus ponctuelle dans l'« *Est* », le « *Centre* » et les régions qui longent la côte Atlantique ; elle est relativement peu élevée dans le « *Nord* » et les régions montagneuses ; elle est moyenne dans la « *Région Parisienne* » et autour de « *Marseille* ».

Parmi les 36 villes de plus de 100 000 habitants, 13 ont une densité répartie classée parmi les 10 % les plus élevées : dans un ordre décroissant ce sont Clermont-Ferrand, Limoges, Lyon, Dijon, Villeurbanne, Besançon, Bordeaux, St Etienne, Angers, Nancy, Rennes, Tours,

Mulhouse. 3 villes, Toulon, Perpignan, Le Mans, ont une densité répartie classée parmi les 10 % les moins élevées. Paris et Marseille se situent à la limite du tiers supérieur.

Les distributions de la fréquentation hospitalière répartie et de la densité répartie sont les mêmes à un facteur multiplicatif près, selon les échelles retenues.

Aide à la décision

Ces résultats fournissent une estimation des disparités actuelles d'accès à l'hôpital résultant simultanément des stratifications historiques, des nécessités techniques et des caractéristiques des populations (âge, état de santé, catégorie sociale,...). Tenant compte de ces contraintes, les responsables politiques cherchent à créer des établissements ou à modifier les établissements existants en évitant qu'ils ne soient relativement sous ou surdimensionnés. La densité répartie est un des outils d'aide à assurer une meilleure égalité d'accès.

Ouvrir ou fermer des lits dans des départements insuffisamment ou trop pourvus

Considérons le cas de deux départements contrastés en termes d'offre hospitalière. Dans les *Hautes Pyrénées*, la densité répartie (0,18 lits pour 100 habitants, 6 hôpitaux) est inférieure à la densité moyenne de la France entière (0,24) ; en revanche, dans l'*Allier* elle lui est supérieure (0,36 lits pour 100 habitants, 6 hôpitaux). On suppose qu'une décision est envisagée d'ouvrir 50 ou 100 lits supplémentaires dans les *Hautes Pyrénées* et de supprimer 50 ou 100 lits dans l'*Allier*, et on cherche à en étudier les conséquences en matière d'égalité d'accessibilité. En première approximation, on admet que le profil de l'attraction d'un hôpital n'est pas modifié par le changement du nombre de lits. Compte tenu de l'attraction des hôpitaux, ces décisions ont des répercussions au-delà des communes du département. On calcule la densité répartie pour les communes pour lesquelles la variation de densité répartie est supérieure à 0,01 ; pour l'implantation de 50 lits supplémentaires dans les Hautes Pyrénées, 2246 communes sont concernées dans 10 départements, et 3578 communes dans 8 départements pour 100 lits. Pour l'implantation de 50 lits supplémentaires dans l'*Allier*, 1720 communes dans 10 départements sont concernées, et 2400 communes dans 14 départements pour 100 lits

L'égalité d'accessibilité hospitalière est mesurée par l'écart-type de la densité répartie ; un écart-type faible signifie que dans chaque commune, la densité répartie est proche de la moyenne (faible inégalité d'accès), alors qu'un écart-type élevé indique de plus grandes disparités entre les communes (forte inégalité d'accès) ; on calcule l'écart-type lorsqu'on modifie la taille des différents lits des deux départements Cf. tableau 1).

Hautes Pyrénées : l'écart-type est minimal lorsque les lits sont installés dans le deuxième hôpital de Bannière de Bigorre, aussi bien pour 50 que pour 100 lits additionnels.

Allier : l'écart-type est minimal lorsque les lits sont supprimés dans le troisième hôpital de Vichy.

Tableau 1 : Ecart-type de la densité répartie selon l'hôpital dont on ouvre ou ferme les lits (Hautes Pyrénées et Allier)

Hautes Pyrénées				Allier			
Hôpital auquel on ajoute les lits	Nombre de lits	Ecart-type*1000		Hôpital auquel on retranche les lits	Nombre de lits	Ecart-type*1000	
		+ 50 lits	+ 100 lits			- 50 lits	- 100 lits
Situation actuelle pour les communes concernées		29,31	39,22	Situation actuelle pour les communes concernées		47,65	51,25
Tarbes H1	702	29,23	38,57	Montluçon	633	47,64	51,29
Tarbes H2	326	29,21	38,57	Moulins	597	46,94	50,32
Tarbes H3	208	29,24	38,45	Vichy H1	519	46,80	49,91
Lourdes	210	29,18	38,80	Vichy H2	166	46,97	50,34
Bannière de Bigorre H1	96	29,03	38,52	Vichy H3	120	46,78	49,89
Bannière de Bigorre H2	58	28,83	38,15	Désertines	370	47,42	51,07

Source ARgSES

Ouvrir ou fermer des lits dans un département moyennement pourvu

La densité répartie de l'Indre (6 hôpitaux, 0,26 lits pour 100 habitants) est proche de la densité moyenne de la France entière (0,24). On a comparé les dispersions dans ce département selon qu'on augmente ou qu'on diminue le nombre de lits de 50 unités dans les différents hôpitaux du département.

Le tableau 2 présente les écart-types de la densité répartie dans les communes pour lesquelles la variation de densité répartie est supérieure à 0,01, elles appartiennent respectivement à 10 et à 13 départements voisins.

Pour la réduction de lits, l'écart-type est minimal lorsque les lits sont fermés dans l'hôpital de *La Chatre*, pour l'augmentation, l'écart-type est minimal lorsque les lits sont ouverts dans l'hôpital de *Le Blanc*. Dans les deux cas, on a réduit la dispersion par rapport à la situation actuelle dans les communes situées dans les champs d'attraction des établissements.

Tableau 2 : Ecart-type de la densité répartie selon l'hôpital dont on ouvre ou ferme les lits dans le département de l'Indre

Hôpital auquel on ajoute les lits	Nombre de lits	Ecart-type*1000	
		- 50 lits	+ 50 lits
Situation actuelle pour les communes concernées		36,32	42,37
Châteauroux H1	792	36,14	42,42
Châteauroux H2	222	36,19	42,37
Le Blanc	109	38,98	41,23
Issoudun	88	36,48	42,30
La Chatre	89	35,17	46,65
Pouigny	60	36,32	42,78

Source ARgSES

Ces résultats dépendent de la configuration du département, aussi bien quand à la répartition de la population sur le territoire qu'à l'implantation des établissements et à leurs champs d'attraction.

CONCLUSION

La notion de *densité répartie* est appliquée ici à l'ensemble des lits hospitaliers, elle a une meilleure signification pour des services mieux identifiés (cancérologie, chirurgie, psychiatrie, long séjour, maternité,...), une analyse en ce sens est en cours. De même, nous avons utilisé la distance à vol d'oiseau, alors que la distance à parcourir, par exemple par la route (cas d'obstacle, cours d'eau, montagne) ou le temps moyen d'accès selon différents modes de transport seraient mieux adaptés.

La densité répartie permet d'estimer et de comparer les inégalités d'accès aux hôpitaux selon différentes hypothèses. Ainsi, les habitants d'une commune peuvent être mieux desservis par de grands établissements relativement éloignés, que par de petits établissements proches.

L'équale accessibilité n'est pas le seul critère de décision de créer ou de fermer des lits hospitaliers, tout aussi importants sont les critères de qualité des soins, de productivité hospitalière ainsi que les considérations sociopolitiques. Ces problèmes se posent pour d'autres catégories d'équipements (centres sociaux, écoles, collèges, piscines, commerces,...) pour lesquels la densité répartie pourrait apporter aussi une aide à la décision.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Mizrahi An, Mizrahi Ar, Rösch G., *Les champs d'action des équipements hospitaliers*, Consommation N°3/1963
- [2] Faure H., Legrain C., Tonnellier F., *La distance d'accès au médecin : existe-t-il des déserts médicaux ?* Intervention au VIèmes journées de l'association d'Economie Sociale, Lille. "Solidarité Santé Etudes Statistiques", 1987, n° 1, pp. 35-47.

- [3] Mizrahi An, Mizrahi Ar, *Distances et consommations médicales*. C.R.E.D.E.S., 1989, 57 pages.
- [4] Tonnellier F., *Les inégalités géographiques de densités médicales sont stables depuis plus d'un siècle : l'encombrement médical était déjà dénoncé en 1900*. "Solidarité Santé : Etudes Statistiques", 1991/07-09, n° 3, pp. 45 - 54
- [5] Mizrahi An, Mizrahi Ar, Les champs d'action des équipements médicaux : distances et consommations médicales. "*Espace Populations Sociétés*", 1992, n° 3, pp. 333-343.
- [6] Lucas V., Tonnellier F., *Distance d'accès aux soins en 1990*. C.R.E.D.E.S., 1995/12, 72 pages.
- [7] Evain F. *À quelle distance de chez soi se fait-on hospitaliser ?*, Drees, *Études et Résultats* n° 754, février 2011
- [9] Coldefy M., Com-Ruelle L., Lucas-Gabrielli V., *Distances et temps d'accès aux soins en France métropolitaine* I.R.D.E.S. *Questions d'économie de la santé* n° 164 - Avril 2011
- [8] Mizrahi An, Mizrahi Ar, *La densité répartie, un instrument de mesure des inégalités géographiques d'accès aux soins, Villes en parallèles*, 2011/6.
http://argses.free.fr/textes/46_Densite_repartie.pdf

* * * * *