

Zone de chalandise & méthodes d'implantation

Université Paris-Est Créteil

Serge Lhomme

Maître de conférences en Géographie

<http://sergelhomme.fr>

serge.lhomme@u-pec.fr

29 novembre 2018

- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

Le comportement spatial du consommateur

L'espace et les marchés

La demande varie dans l'espace et peut se mesurer en fonction du revenu, du nombre de ménages, des styles de vie... Or l'espace est lié à ces composantes.

L'offre varie dans l'espace car les prix, les services, les produits et les magasins ne sont pas les mêmes partout.

Les activités économiques consomment de l'espace et l'espace géographique a un coût.

L'offre et la demande sont en règle générale séparées, le commerçant doit donc faire face à cette distance en étudiant le comportement spatial du consommateur, les zones de chalandise, la chaîne logistique à différentes échelles...

Le comportement spatial du consommateur

L'espace et le marketing

L'espace est un thème peu traité dans les recherches en sciences de gestion, hormis dans celles portant sur la localisation commerciale (méthodes d'implantation) ou sur le marketing international.

Il existe des techniques issues de l'économie spatiale et de la géostatistique permettant d'appréhender les questions relatives à l'espace et au marketing, mais on reste souvent éloigné de la partie stratégique.

On assiste assez régulièrement à des stratégies de conquête de l'espace de la part des entreprises, renforcées par les processus de mondialisation.

En effet, à défaut d'innover (d'améliorer un service) ou de diversifier ses activités, le marketing peut proposer une troisième voie de croissance : conquérir des territoires non desservis ou mal desservis.

Le comportement spatial du consommateur

Le comportement du consommateur

C'est un domaine prisé des chercheurs en marketing (50% des recherches). Or, peu de travaux concernent des aspects spatiaux, hormis des travaux de modélisation. On arrive à un paradoxe : on dispose de modèles (utilisés dans la pratique) dont on ne connaît pas les valeurs à affecter aux paramètres.

Actuellement, les études portant sur le comportement du consommateur se focalisent sur les valeurs et les styles de vie. Ces recherches se fondent sur des enquêtes de terrain.

Le marketing distingue alors différents types de produits impliquant différents comportements : les produits de commodité (achats fréquents et sans effort) ; les produits de comparaison nécessitant une recherche d'information ; les produits de conviction pour lesquels la marque est déterminante.

Le marketing doit faire face à un comportement paradoxal du consommateur : d'une part le principe "de moindre effort" et d'autre part la recherche de variété.

Le comportement spatial du consommateur

Les fondamentaux

Une démarche de marketing spatial doit débiter par la compréhension du comportement spatial du consommateur.

Actuellement la tendance est à une augmentation des mobilités qui rend caduque certaines méthodes (isochrone subjective de 15 minutes).

Aux différents types de produits seront associés des comportements spatiaux différents : recherche de proximité essentielle pour les biens de commodité ; recherche moindre de la proximité pour les biens de comparaison ; absence presque totale de recherche de proximité pour les biens de conviction.

Le principe de moindre effort prévaut dans les déplacements. La recherche de variété...

Primitivement, l'étude du comportement spatial du consommateur se résu-mait à l'analyse des distances parcourues (ou les temps dépensés) entre le domicile et le point de vente.

Le comportement spatial du consommateur

Complexité de la mobilité

Les approches traditionnelles sont décevantes car : les trajets peuvent être effectués à des moments différents de la journée (depuis le travail par exemple) ; les distances ne sont pas toujours évaluées de manière rationnelle (personnalité, culture, connaissance...) ; il y a des biais de perception...

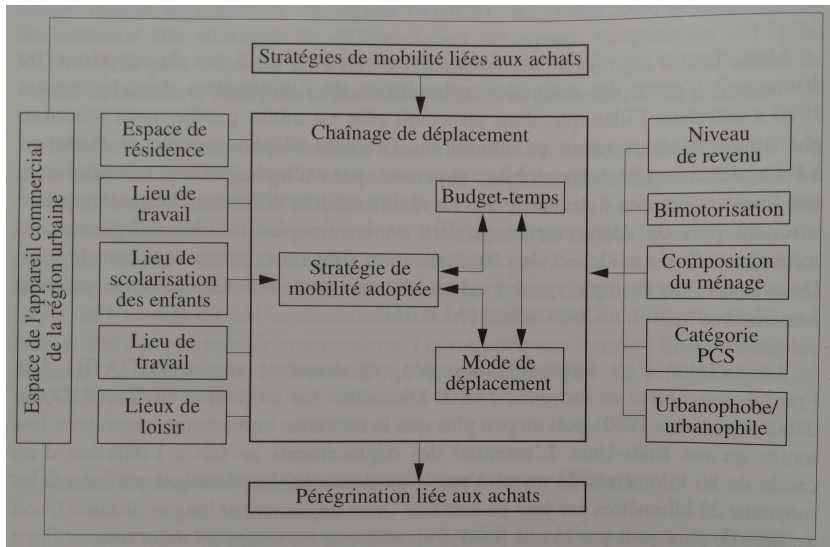
Si les mobilités tendent à croître (on se déplace plus vite et les temps de déplacement restent stables), c'est surtout lié à la mobilité pour les achats et les loisirs.

Pour les achats, l'utilisation des transports en commun reste faible.

Les déplacements sont de moins en moins pendulaires et de plus en plus complexes, le choix d'un magasin dépend de plus en plus des opportunités rencontrées par les consommateurs.

Le comportement spatial du consommateur

Complexité de la mobilité



Le comportement spatial du consommateur

Attraction polaire Vs attraction passagère

Les modélisations du comportement spatial du consommateur sont généralement fondées sur de l'attraction polaire, c'est-à-dire sur l'idée que des stocks de clients résidant dans une zone géographique doivent a priori se rendre dans un point de vente plutôt proche de leur domicile.

La complexité des mobilités conduit à mettre en œuvre dorénavant des méthodes de "captation des flux". Il convient de capter le client qui transite à proximité de l'espace commercial.

L'espace géographique ne doit donc pas seulement être défini en fonction des individus qui y résident ou y travaillent, mais également en tenant compte de ceux qui le traversent.

L'intérêt pour l'attraction passagère augmente : multiplication des magasins dans la même rue ; investissement des gares et des aéroports (lieux de passage)...

Le comportement spatial du consommateur

Styles de vie Vs valeurs et culture

Lorsque l'on fait du commerce à l'international, il convient d'adapter la publicité à la culture, aux valeurs ou plutôt aux styles de vie.

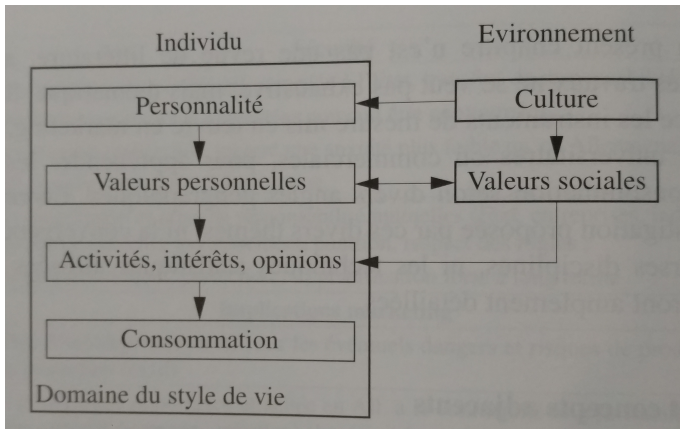
Par exemple, une compagnie aérienne qui se focalise sur les cadres pourra se passer de prendre en considération les cultures pour mettre en avant une unique publicité fondée sur un certain style de vie aisé, mondialisé et connecté.

Bien que l'on oppose souvent les approches fondées sur les cultures et celles fondées sur les styles de vie, dans les faits les styles de vie sont conditionnés par la culture et les normes (valeurs) sociales.

La mondialisation permet une approche par les styles de vie même à l'international.

Le comportement spatial du consommateur

Style de vie Vs valeurs et culture



- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles**
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

La zone de chalandise et ses modèles

Présentation

Une approche très simple pour appréhender ou résumer le comportement spatial du consommateur consiste à découper le territoire commercial à partir des points de vente en zone primaire, secondaire, tertiaire ou marginale : ce découpage zonal, c'est la zone de chalandise.

La zone de chalandise n'est qu'une approche parmi d'autres permettant d'appréhender le comportement spatial du consommateur, de le modéliser, de le simplifier.

La zone de chalandise est une approche très utilisée, car elle peut être très simple à mettre en œuvre (par une approche subjective ou vaguement empirique et analogique par exemple) dans le cadre par exemple des méthodes d'implantation.

Il existe de nombreuses définitions de la zone de chalandise et de nombreux modèles.

La zone de chalandise et ses modèles

Définition générale

La zone de chalandise est une zone de peuplement qui se différencie des aires géographiques voisines par l'importance de son potentiel de consommation.

Elle peut être définie en termes de pouvoir attractif, comme l'aire géographique d'où provienne $x\%$ (90%) de la clientèle totale.

Elle peut être définie en termes de CA, comme une aire susceptible de fournir une part de marché minimum.

Elle peut être définie en termes d'éloignement, une grande majorité des clients sont disposés à parcourir x km (à se déplacer x minutes) pour se rendre au point de vente.

Elle peut être définie en termes de concurrence, comme la zone où elle attire plus de clients que les autres.

La zone de chalandise et ses modèles

Existant Vs Potentiel

La zone de chalandise considère parfois la clientèle effective d'un magasin ou d'un service existant.

La zone de chalandise s'attache parfois à mesurer une clientèle potentielle dans l'optique d'une implantation ou dans l'objectif de conquérir de nouvelles parts de marché.

Dans le premier cas, il convient par des analyses statistiques ou spatiales d'extraire la zone de chalandise.

Dans le deuxième cas, il s'agit d'utiliser un modèle et d'émettre des hypothèses pour croiser la zone de chalandise créée avec les données socio-économiques du territoire étudié.

La zone de chalandise et ses modèles

Les facteurs d'influence

Il existe plusieurs facteurs pouvant influencer la forme et la taille de la zone de chalandise :

- ❶ Les caractéristiques propres au point de vente : taille, visibilité, voie d'accès, facilités de parking...
- ❷ Les paramètres liés à la politique marketing : promotion des ventes, prix, décoration, aménagement, services complémentaires...
- ❸ Les facteurs stratégiques : accessibilité générale, concurrence, la complémentarité avec les autres activités...
- ❹ Les facteurs sociaux et environnementaux : barrières physiques, barrières psychologiques...

La zone de chalandise et ses modèles

Les enjeux

Dans le cas de magasins existants, la zone de chalandise permet d'adapter la politique marketing.

Dans le cas de nouveaux points de vente, on peut juger l'intérêt d'un nouvel investissement, d'établir des prévisions de vente, de déterminer une future stratégie de vente...

Se tromper sur une détermination de zone primaire peut engendrer des erreurs qui coutent chères. Par exemple, se tromper sur la période pour déterminer cette zone primaire peut amener à considérer des touristes dans la zone primaire et à faire une politique marketing internationale pour un petit commerce d'une ville touristique...

Bien déterminée, cette zone de chalandise permet d'effectuer différentes analyses : analyse des taux de pénétration, analyse démographique, analyse de performance, promotions ciblées...

La zone de chalandise et ses modèles

Différentes approches

On distingue différentes approches en matière de zones de chalandise :

- ❶ Les approches purement subjectives qui s'appuient sur des process réputés depuis un certain temps et qui ont apparemment fait leur preuve, mais qui ne reposent en fait sur aucune donnée empirique.
- ❷ Les approches analogiques qui s'appuient sur les connaissances obtenues sur d'autres territoires, d'autres marchés...
- ❸ Les approches normatives qui s'appuient sur des analyses statistiques fines et précises.
- ❹ Les approches modélisatrices qui s'appuient sur des modèles théoriques qui nécessitent en théorie d'être calibrés. Ces modèles peuvent être déterministes ou probabilistes. Ils peuvent prendre en compte une certaine subjectivité.

La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires

Converse (1951) établit un modèle permettant de délimiter les frontières des aires d'influence entre deux pôles commerciaux. Pour cela, il s'appuya sur le modèle gravitaire et les travaux de Reilly.

Plus précisément, ce modèle permet de déterminer un point d'équilibre (breaking point) entre les zones de desserte de deux pôles commerciaux.

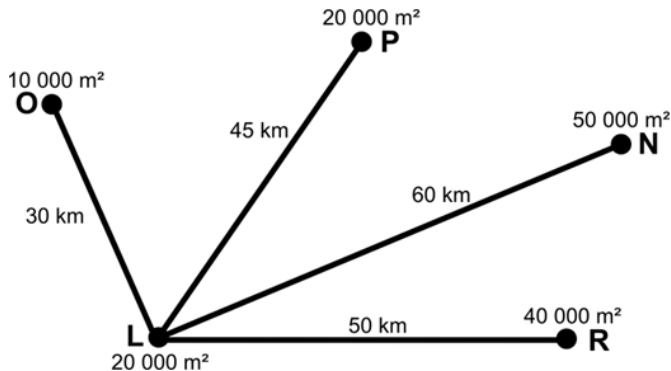
Ce point de partage (ou d'équilibre) définit la limite entre les aires d'influence de deux pôles de taille P_a et P_b séparées par une distance D_{ab} . Ce point de partage est très utilisé pour délimiter des zones de chalandise de manière déterministe.

Modèle de Reilly (Loi de Converse, Point de partage)

$$D_{xb} = \frac{D_{ab}}{1 + \sqrt{(P_a/P_b)}}$$

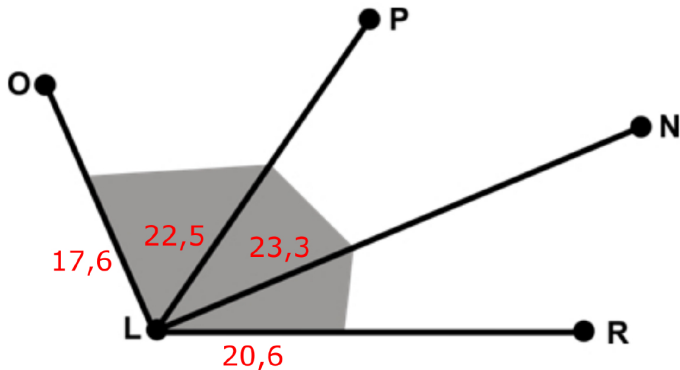
La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires



La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires



La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires

Le modèle de Huff propose une généralisation de la loi de Reilly, en prenant comme point de départ de la formulation les clients. Il questionne la notion d'attractivité et celle d'opportunité.

Chaque centre commercial i représente pour le consommateur j une opportunité que l'on peut évaluer par la formule suivante : $V_{ij} = P_i / D_{ij}^n$

Le potentiel de relations pour un consommateur localisé en j est égal à la somme de toutes les opportunités de destination : $O_j = \sum V_{ij}$

La probabilité de choisir une destination est égale à l'opportunité de cette destination divisée par la somme totale des opportunités de destination.

Modèle de Huff

$$P_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} = \frac{P_i / D_{ij}^n}{\sum_i P_i / D_{ij}^n}$$

La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires

Par défaut dans le modèle de Huff, le poids qui définit l'attractivité d'un commerce correspond à la taille du commerce, à sa surface.

Temps de déplacement			Hypermarchés	Surfaces des rayons		
				Alimentation $\lambda = 1$	Vestimentaire $\lambda = 2$	Mobilier $\lambda = 3$
TA	TB	TC				
15'	30'	10'	H1 2 500 m ²	1 500 m ²	500 m ²	500 m ²
10'	10'	15'	H2 2 000 m ²	1 000 m ²	400 m ²	600 m ²
20'	10'	18'	H3 2 300 m ²	1 300 m ²	700 m ²	300 m ²

La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires

Temps de déplacement			Hypermarchés	Surfaces des rayons		
				Alimentation $\lambda = 1$	Vestimentaire $\lambda = 2$	Mobilier $\lambda = 3$
TA	TB	TC				
15'	30'	10'	H1 2 500 m ²	1 500 m ²	500 m ²	500 m ²
10'	10'	15'	H2 2 000 m ²	1 000 m ²	400 m ²	600 m ²
20'	10'	18'	H3 2 300 m ²	1 300 m ²	700 m ²	300 m ²

$$P_{H1A} = \frac{1500/15}{1500/15 + 1000/10 + 1300/20} = 0,377$$

La zone de chalandise et ses modèles

Les modèles gravitaires

	A	B	C	A (1500)	B (2000)	C (1600)	Total
H1	0.377	0.178	0.520	565	356	832	1753
H2	0.377	0.357	0.229	565	714	366	1645
H3	0.245	0.464	0.250	367	928	400	1695

Les résultats pour l'alimentation en tenant compte du nombre de clients dans chaque ville.

Les sujets

Sujet 1 : La mobilité des consommateurs en chiffres.

Sujet 2 : Les nouvelles tendances en matière d'implantations commerciales, l'exemple des gares.

Sujet 3 : Les modèles MICS et MNL.

Sujet 4 : La dimension spatiale de l'achat en ligne.

Sujet 5 : Utilisation du logiciel Sitation pour les modèles de localisation-allocation.

- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques**
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

Pour étudier le comportement du consommateur, rien de mieux que des données ! C'est pourquoi, lorsque l'on dispose de fichiers clients, il ne faut pas hésiter à étudier les caractéristiques de cet échantillon statistique.

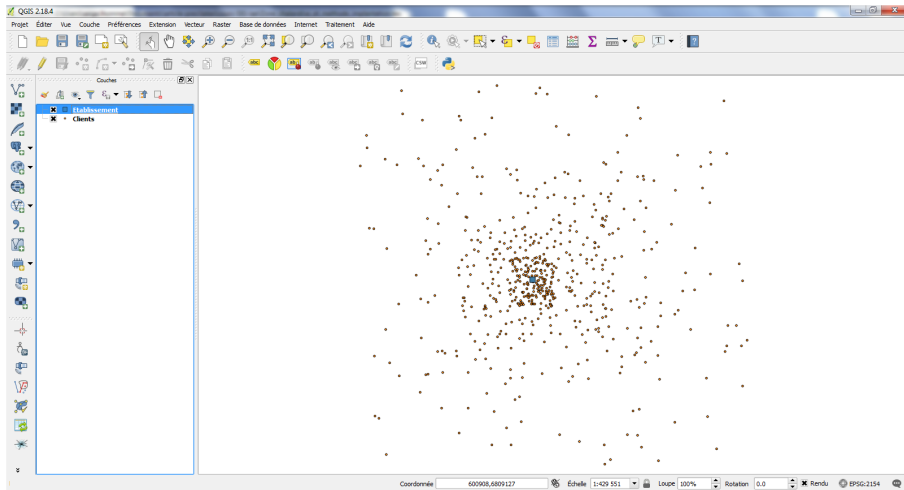
Bien souvent, les fichiers clients peuvent être considérés comme des fichiers de points. Par conséquent, il ne faut surtout pas hésiter à reprendre les éléments de cours d'analyse spatiale concernant l'analyse de semis de points pour les étudier.

Néanmoins, lorsque l'on s'intéresse à des zones de chalandise, l'élément le plus important à étudier, c'est tout simplement la distribution statistique des distances parcourues par les clients.

En effet, c'est cette étude statistique qui doit nous permettre de résumer la pratique des clients sous la forme de cette fameuse zone de chalandise. Avec prudence, on pourra s'appuyer sur ces résultats pour les appliquer à d'autres points de vente.

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

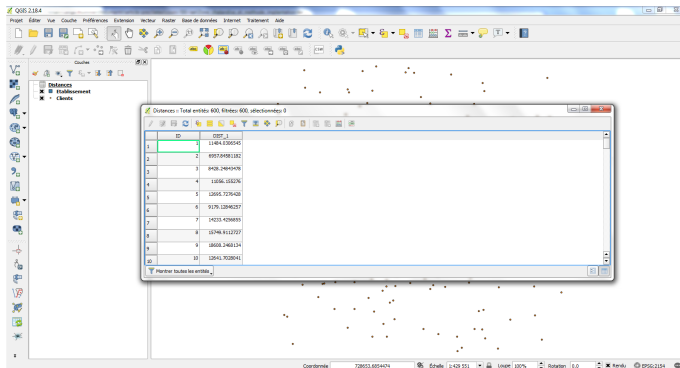


Le point de vente étudié et ses clients sous QGIS.

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

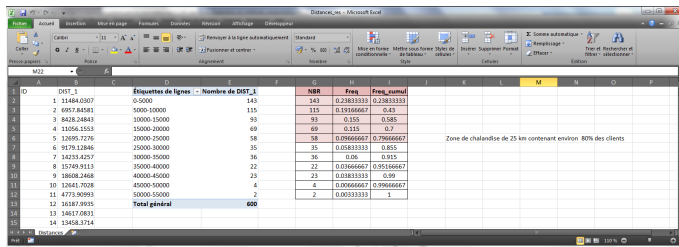
Pour étudier la distribution statistique des distances point de vente - domicile, une solution consiste à utiliser les SIG pour calculer une matrice de distances (distance à vol d'oiseau, distance géographique), voire mieux un distancier (fondé sur les réseaux de transport).



La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

L'étude de la distribution passe alors par la production d'un tableau des fréquences et des fréquences cumulées qui peut notamment être réalisé sous Excel.



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Distances - Microsoft Excel'. The data is organized into columns: A (ID), B (DIST_1), C (Étiquettes de lignes - : Nombre de DIST_1), D (NBR), E (Freq), and F (Freq_cumul). The rows represent different distance ranges from 0-5000 to 13458.3714. The total number of observations is 600. A text annotation 'Zone de chalandise de 25 km contenant environ 80% des clients' is placed near the data.

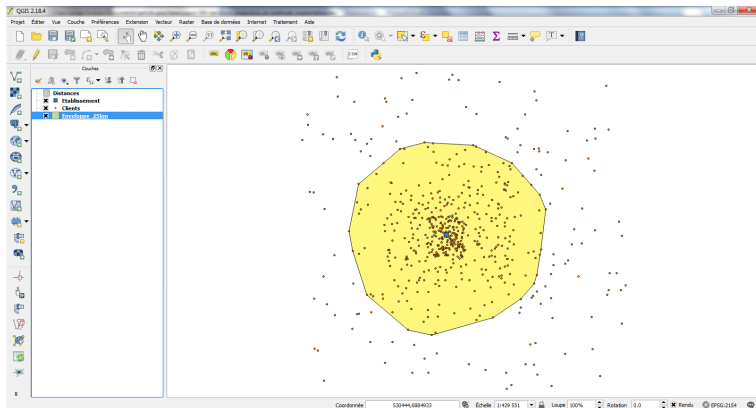
ID	DIST_1	Étiquettes de lignes - : Nombre de DIST_1	NBR	Freq	Freq_cumul
1	11484.0307	0-5000	143	0.23833333	0.23833333
2	6957.84581	5000-10000	115	0.19166667	0.43
3	8428.24843	10000-15000	93	0.155	0.585
4	11056.1553	15000-20000	69	0.115	0.7
5	12095.7276	20000-25000	58	0.09666667	0.79666667
6	9179.12846	25000-30000	35	0.05833333	0.855
7	14233.4257	30000-35000	36	0.06	0.915
8	15749.9113	35000-40000	22	0.03666667	0.95166667
9	18608.2468	40000-45000	23	0.03833333	0.99
10	12641.7028	45000-50000	4	0.00666667	0.99666667
11	4773.90993	50000-55000	2	0.00333333	1
12	16187.9935	Total général	600		
13	14617.0831				
14	13458.3714				

Attention, on a tendance à associer l'image d'un cercle à ce chiffre qui résume une zone de chalandise. Dans les faits, ce n'est pas toujours le cas, une zone de chalandise peut avoir une forme plus complexe (même lorsque que l'on ne prend pas en compte les réseaux de transport).

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

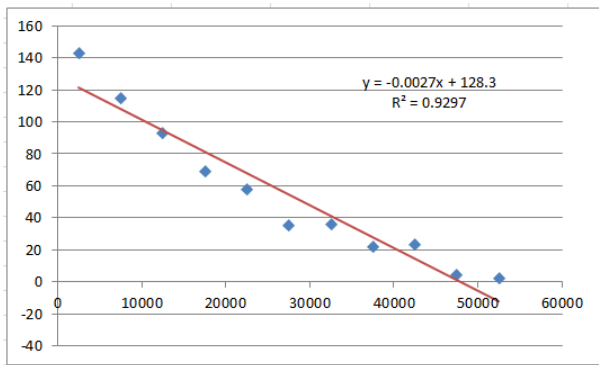
Pour la représenter, il est possible de sélectionner les clients situés à l'intérieur de cette distance et utiliser un SIG pour déterminer la surface enveloppante (enveloppe convexe).



La zone de chalandise et ses techniques

Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

A des fins plus théoriques, on peut chercher à extrapoler la forme de la distribution étudiée.



La relation entre "distance au point de vente" et "fréquentation" est bien décroissante, mais elle est ici plutôt linéaire !

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse par grille et régression non linéaire

Si la première façon de procéder est assez naturelle pour déterminer une zone de chalandise, elle présente néanmoins le défaut de s'attacher uniquement aux individus et pas aux lieux.

Or, raisonner par lieu présente certains avantages, comme par exemple cibler des zones à prioriser car l'enseigne y est moins attractive.

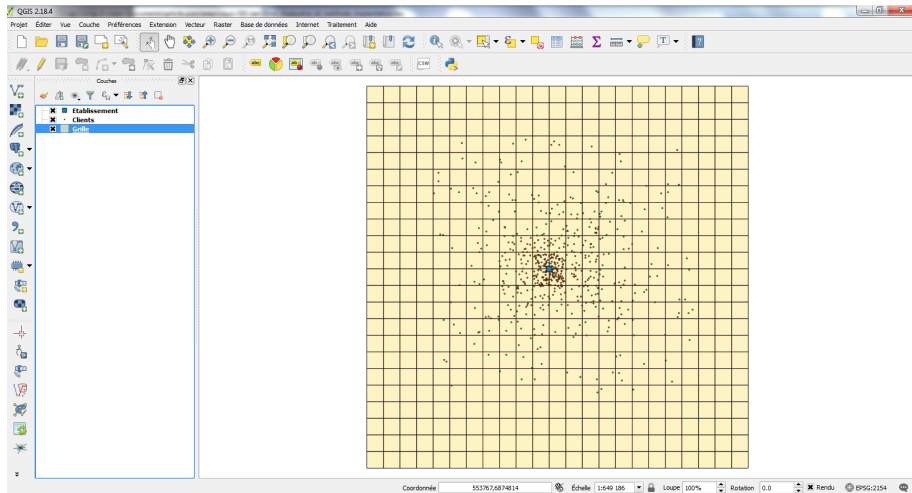
Comme vu dans le cours d'analyse spatiale, les unités géographiques fondées sur les découpages administratifs ne sont pas optimaux pour mener des études statistiques.

C'est pourquoi, afin d'étudier un fichier de clients, il peut être intéressant d'utiliser un découpage géométrique : les SIG proposent des outils permettant de créer des grilles composées de formes géométriques régulières.

Se posent alors des questions concernant la bonne résolution (la bonne taille) à choisir. A noter que des pavages hexagonaux sont parfois disponibles.

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse par grille et régression non linéaire

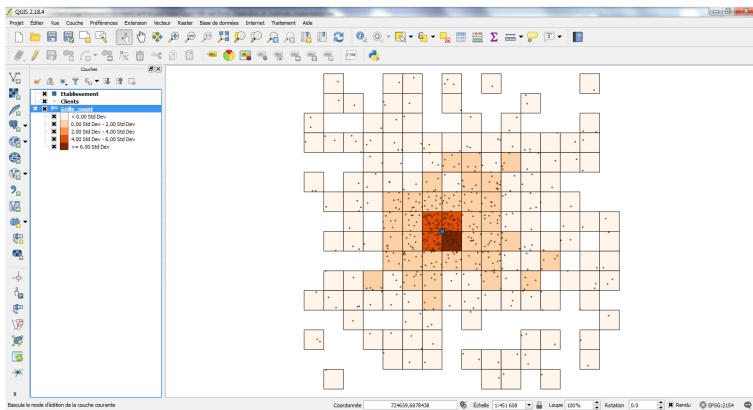


Le point de vente étudié et ses clients sous QGIS avec la grille produite.

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse par grille et régression non linéaire

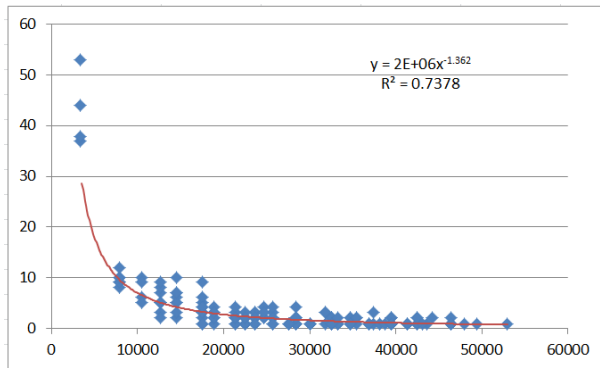
Une simple jointure spatiale permet de compter le nombre de clients dans chaque zone et de visualiser la performance ou de définir une nouvelle zone de chalandise.



La zone de chalandise et ses techniques

Analyse par grille et régression non linéaire

Néanmoins, la distance doit être prise en compte dans cette analyse de performance.

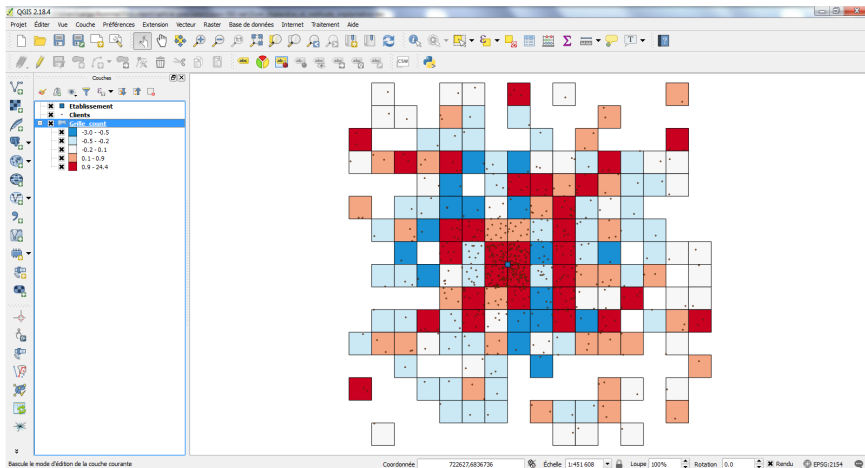


Contrairement à précédemment, il semble que la relation entre distance et fréquentation suit une loi de puissance ! C'est notamment dû au MAUP.

La zone de chalandise et ses techniques

Analyse par grille et régression non linéaire

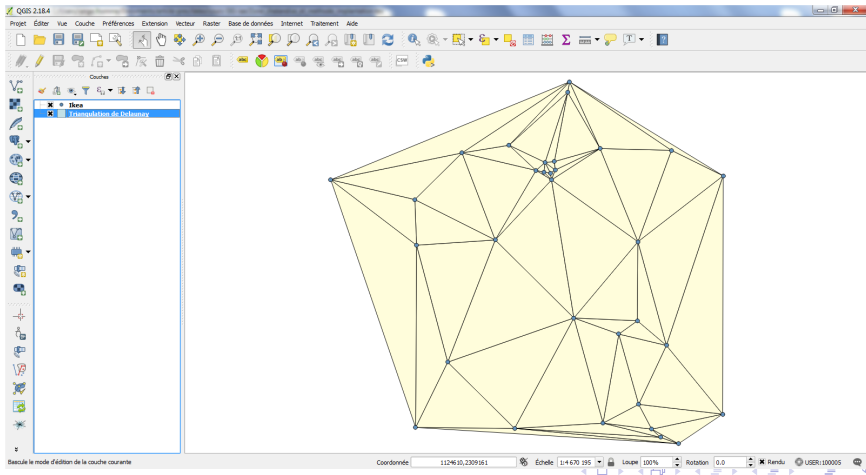
L'étude des résidus est intéressante en termes de performance.



La zone de chalandise et ses techniques

Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

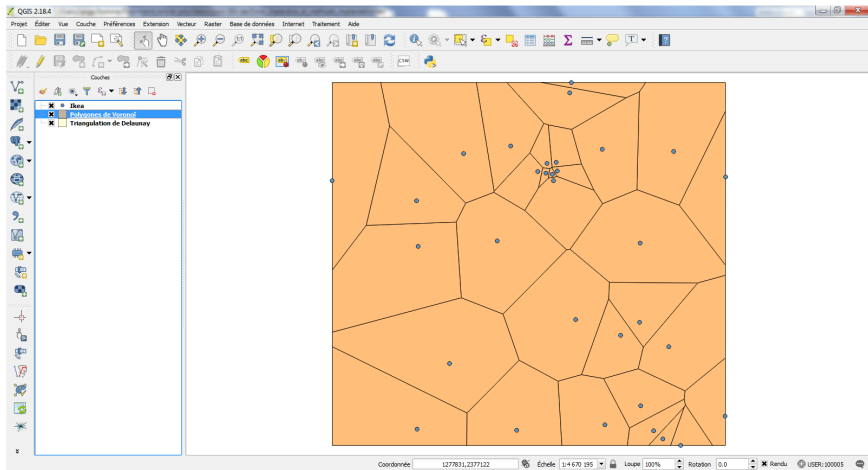
Concernant les modèles, l'utilisation de Reilly est relativement simple. Elle nécessite néanmoins un traitement spatial, une triangulation de Delaunay, pour éviter des apories.



La zone de chalandise et ses techniques

Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

Dans le cas où tous les sites ont le même poids, les zones de chalandise associées à Reilly peuvent être obtenues par de simples polygones de Voronoi.



Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

A partir d'une triangulation de Delaunay, il est possible d'obtenir les relations concernées par une délimitation des points de partage.

Distance

Microsoft Excel

Options de tableau

Fichier

Accueil

Insertion

Mise en page

Formules

Données

Révision

Affichage

Développeur

Création

Calibre

11

A

Remplacer la ligne automatiquement

Standard

Mise en forme conditionnelle

Mettre sous forme de tableau

Styles de cellules

Insérer

Supprimer

Format

Somme automatique

Remplissage

Effacer

Trier et Rechercher et Filtrer > sélectionner >

Catier

G

Z

S

Police

Alignement

Nombre

Edition

Presse-papiers

I3

=RECHERCHEV(B3:A51:S33:3)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	Inguitd	TargetId	Distance	Pstart	Pend	X1	Y1	X2	Y2	ID	X	Y	Annee	Nom	departement	Surface	X			
1	Trier du plus petit au plus grand		32700	32700	32700	006862.995	2402802.89	006862.995	2402802.89	0	006862.995	2402802.89	1983	Parisi% Sud	Bouches-du-	32700	6006			
2	Trier du plus grand au plus petit		32700	17000	006862.995	2402802.89	004013.615	2418505.58		1	835981.746	1833023.68	1985	Marseill% Vt	Bouches-du-	16000	8359			
3	Trier par couleur		32700	19500	006862.995	2402802.89	615295.966	2425478.09		2	613193.595	2446657.35	1986	Paris% Nord	Val-d'Oise	20500	6133			
4			32700	5000	006862.995	2402802.89	589169.526	2420650.59		3	803113.432	2080800.38	1987	Lyoni% S	Saïr Rhône	11200	8031			
5			32700	14000	006862.995	2402802.89	571397.44	2424509.13		4	648047.45	2627047.78	1988	Lilleux% L	Lom Nord	16000	6480			
6			32700	20500	006862.995	2402802.89	613193.595	2446667.35		5	369373.527	1980187.75	1989	Bordeaux	Gironde	31000	3693			
7			32700	21000	006862.995	2402802.89	592093.781	2448255.42		6	713797.44	2424509.13	1992	Paris% Due	Yvelines	14000	5714			
8			32700	19600	006862.995	2402802.89	509821.915	2482000.58		7	522311.401	1834846.39	1995	Toulousoe	Haute-Garonn	16000	5223			
9			32700	17000	006862.995	2402802.89	717906.543	2474433.99		8	615295.966	2425478.09	1996	Paris% Est	Val-de-Marn	19500	6155			
10			32700	17000	006862.995	2402802.89	478092.738	2265512.19		9	999272.986	2412205.51	1999	Strasbourg	Bas-Rhin	15000	9992			
11			32700	15600	006862.995	2402802.89	643743.581	2603139.11		10	881086.257	2470393.92	2000	Metz% La M	Moselle	13400	8810			
12			32700	19500	006862.995	2402802.89	402052.744	2464422.3		11	897120.213	1799746.86	2001	Touloun% Li	Vair	19500	8971			
13			32700	16000	006862.995	2402802.89	648047.45	2627047.78		12	528180.906	2253485.88	2002	Nantes% Vt	Loire-Atlanti	13000	5281			
14			32700	17000	006862.995	2402802.89	804427.59	2261510.95		13	589169.526	2420650.59	2003	Paris% Sud	Yvelines	5000	5891			
15			32700	13500	006862.995	2402802.89	881086.257	2470393.92		14	804427.59	2261510.95	2005	Dijon	Gtite d'Or	17000	8048			
16			32700	19610	006862.995	2402802.89	294223.043	2357841.18		15	724538.337	1846779.47	2005	Montpellier	Hérault	15000	7245			
17			32700	24000	006862.995	2402802.89	657999.365	2087250.67		16	592093.781	2448255.42	2005	Paris% Nord	Val-d'Oise	21000	5920			
18			32700	13000	006862.995	2402802.89	298180.906	2253485.88		17	760708.546	2050351.83	2005	Saint-t	Seine Loire	19400	7607			
19			32700	11200	006862.995	2402802.89	803113.432	2080800.38		18	856169.621	1814317.46	2006	Marseill% Vt	Bouches-du-	17000	8561			
20			32700	19400	006862.995	2402802.89	760708.546	2050351.83		19	604013.615	2418505.58	2007	Paris% Sud	Val-de-Marn	17000	6040			
21			32700	15000	006862.995	2402802.89	999272.986	2412205.51		20	643743.581	2603139.11	2007	Ht-kin-Bna	Pas-de-Calai	15600	6437			
22			32700	19900	006862.995	2402802.89	869547.85	2024395.46		21	869547.85	2024395.46	2007	Grenoble% S	Isle Vre	19900	8695			
23			32700	31000	006862.995	2402802.89	369373.527	1986187.75		22	102022.619	2490357.11	2008	Brest% G	Toupa Finistz	17500	1020			
24			32700	17500	006862.995	2402802.89	102022.619	243057.11		23	509821.915	2482000.58	2008	Rouen% T	Seine Martti	16000	5098			
25			32700	17340	006862.995	2402802.89	806174.47	1889684.75		24	294223.043	2357841.18	2008	Rennes% V	Ille-et-Vilair	19610	2942			
26			32700	15000	006862.995	2402802.89	724538.337	1846779.47		25	478092.738	2265512.19	2008	Touloun% V	Païndre-et-Loi	17000	4780			
27			32700	16000	006862.995	2402802.89	522311.401	1834846.39		26	717906.543	2474433.99	2010	Reign% Thillo	Marne	17000	7179			
28			32700	16000	006862.995	2402802.89	835981.746	1833023.68		27	806174.47	1889684.75	2010	Avign% Ve	Vaucluse	17340	8061			
29			32700	17000	006862.995	2402802.89	856169.621	1814317.46		28	402052.744	2464422.3	2011	Caen% Vt	Par Calvados	19500	4020			
30			32700	24000	006862.995	2402802.89	657999.365	2087250.67		29	657999.365	2087250.67	2014	Clermont-Fe	Puy-de-De	24000	6579			
31			32700	40000	006862.995	2402802.89	998084.594	1867043.85		30	296080.355	1839596.54	2013	Bayonne% M	Mouquere					

Rechercher

(Sélectionner tout)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

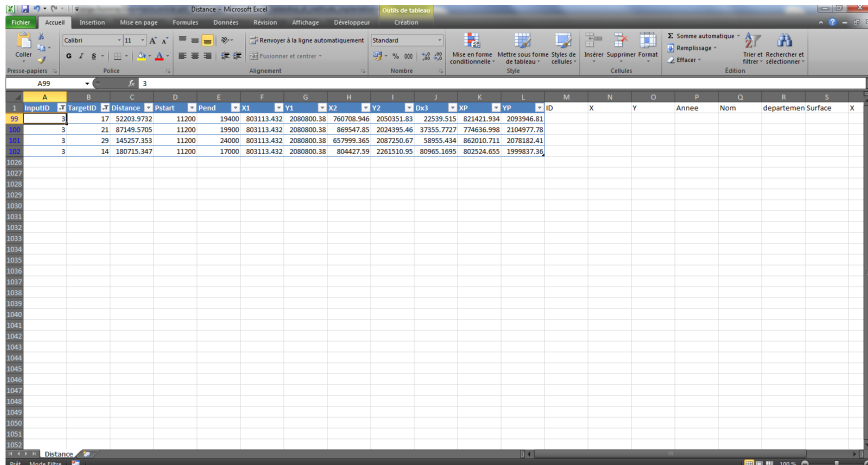
OK

Annuler

La zone de chalandise et ses techniques

Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

A partir des distances calculées pour les points de partage et des coordonnées géographiques, on peut déterminer la position de ces points.

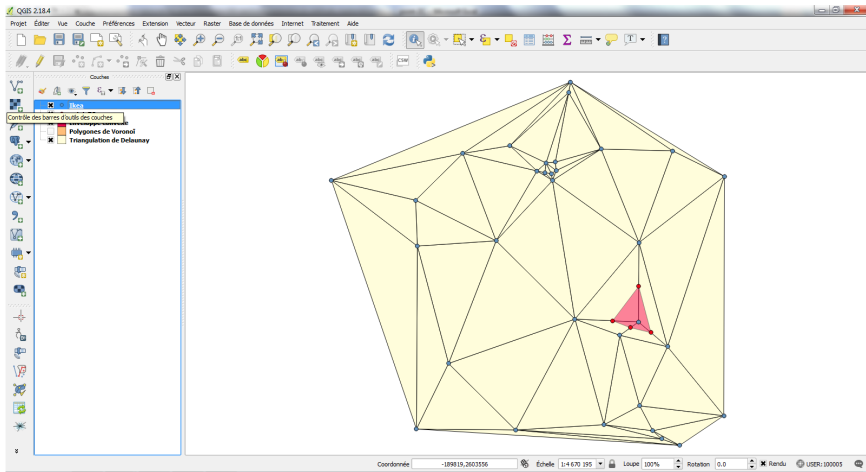


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	InputID	TargetID	Distance	Pstart	Pend	X1	Y1	X2	Y2	Ox3	Xp	Yp	ID	X	Y	Année	Nom	departemen	Surface
99	3	17	52203.9732	11200	19400	803113.432	2080800.38	760708.946	2050351.83	22539.515	821421.934	2093946.81							
100	3	21	87149.5705	11200	19900	803113.432	2080800.38	869547.85	2024395.46	37355.7727	774636.998	2104977.78							
101	3	29	145257.353	11200	24000	803113.432	2080800.38	657999.365	2087250.67	58955.434	862010.711	2078182.41							
102	3	14	180715.347	11200	17000	803113.432	2080800.38	804427.59	2261510.95	80965.1695	802524.655	1999837.36							
1026																			
1027																			
1028																			
1029																			
1030																			
1031																			
1032																			
1033																			
1034																			
1035																			
1036																			
1037																			
1038																			
1039																			
1040																			
1041																			
1042																			
1043																			
1044																			
1045																			
1046																			
1047																			
1048																			
1049																			
1050																			
1051																			
1052																			

La zone de chalandise et ses techniques

Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

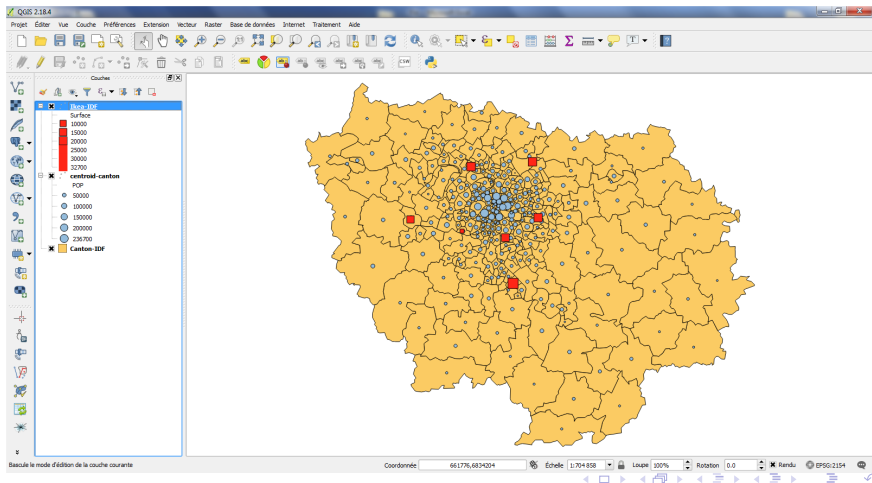
A partir de ces points, par enveloppe convexe, on peut obtenir la zone définie par ces points de partage.



La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

Huff est encore plus simple à mettre en œuvre. La plupart du temps il faut juste utiliser des centroides pour calculer des distances entre des clients potentiels et les magasins.



La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

Compte tenu des différentes données nécessaires pour mettre en œuvre Huff, il convient de bien de gérer les identifiants, par exemple à l'aide de tris.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Distance_Tri'. The data is organized in columns A, B, and C. Column A is labeled 'InputID', Column B is labeled 'TargetID', and Column C is labeled 'Distance'. The data rows are numbered 1 through 32. A 'Tri' (Sort) dialog box is open, showing the following settings:

- Colonne: InputID
- Trier sur: Valeurs
- Ordre: Du plus petit au plus grand
- Puis par: TargetID
- Options: ☒ Mes données ont des en-têtes

The dialog box also includes buttons for 'Ajouter un niveau', 'Supprimer un niveau', 'Copier un niveau', 'Options...', 'OK', and 'Annuler'.

La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

Compte tenu du nombre de distances, il convient d'organiser les distances sous la forme de matrice, par exemple à l'aide de tableaux croisés dynamiques.

Distance - Microsoft Excel

Outils de tableau croisé dynamique

Fichier Accueil Insertion Mise en page Formules Données Révision Affichage Développement Options Création

Police Police

Standard

Nombre

Mise en forme conditionnelle

Style

Mettre sous forme de tableau

Styler les cellules

Insérer Supprimer Format

Cellules

Somme automatique

Remplissage

Trier et Rechercher et filtrer

Éditer

BS 27422.154804

Tableau croisé dynamique

Choisissez les champs à inclure dans le rapport :

☒ InputID

☒ TargetID

☒ Distance

Faites glisser les champs dans les zones voutées ci-dessous :

☒ Filtrer du rapport

Étiquettes de colon...

TargetID

Étiquettes de lignes

InputID

Σ Valeurs

Σ Somme de Distance

Différer la mise à jour de la dispo... Mettre à jour

	0	2	6	8	13	16	19	Total général
5	27422.1548	20200.68735	28978.15841	15787.43186	13881.17431	15591.25979	11608.6032	133469.4697
7515	27854.94999	19382.34959	29645.39948	15392.57882	14695.72616	15395.67418	11976.72186	134343.4001
7516	27094.037	19099.91789	30655.4092	14166.37746	15262.98229	16473.35086	11167.81929	133919.894
7517	26160.84025	19977.02215	30368.66363	14068.93127	14597.69305	17200.53489	10247.77158	132621.4568
7518	25226.11968	21176.7956	29700.19611	14427.95921	13570.32768	17833.75484	9374.033184	131309.1863
7519	26025.93512	21538.97358	28498.53458	15746.48683	12761.2944	16796.99027	10312.51594	131680.7307
7520	27221.13478	21911.89034	27133.92222	17342.03357	12073.34135	15448.40484	11703.16687	132833.894
7521	28957.98762	20604.88876	27482.38517	17755.63968	13360.55418	13794.31407	13312.072	135267.8415
7522	28940.33052	18968.9782	29369.15888	16170.28769	14989.82244	14292.97956	13077.25642	135808.8127
7523	28488.47051	17887.77547	31044.29836	14513.73396	16233.58434	15402.90798	12556.00061	136126.7772
7524	26458.38316	18616.56697	32000.75668	12687.99227	16236.42736	17653.01941	10545.24895	134198.3948
7525	23508.26516	19657.11927	34744.26214	9210.867957	17857.58656	21648.60844	8059.33155	134666.0411
7526	23308.24144	22148.52426	30509.35299	13380.61769	13854.40136	19817.44209	7615.91865	130234.4913
7527	24023.26764	23552.38714	27915.87626	15977.25038	11286.36861	18641.34995	8577.101757	129973.5977
7528	26048.8373	24152.87998	25540.78115	18490.55645	9871.258414	16640.24136	11064.9345	131809.4892
7529	29042.54166	24269.1515	23579.8279	21062.30871	10021.6336	13911.59525	14280.7389	136167.8275
7530	39641.76376	19794.68868	27526.623	18635.1198	14384.0881	12160.07101	14960.44904	138102.8034
7531	28483.23746	17137.36273	30598.95883	16106.93431	16814.40097	15395.23816	14559.20192	139995.3734
7532	29431.21815	15867.37725	32993.59151	13470.21632	18337.03043	15697.25646	13562.30729	139358.9974
7533	26696.2258	17422.67124	33663.84273	11281.7175	17847.71704	18397.03213	10935.38019	136244.5867
7534	65848.77462	44418.18861	106793.8286	69564.62118	89060.42152	98497.12488	74860.54781	589043.5072
7701	15815.55165	36461.65161	54317.56746	17841.05656	36195.022	45736.2558	21460.12052	230207.2256
7702	35336.1305	76372.77626	70756.38951	57193.51325	58112.49247	77782.67095	51259.90827	426813.8812
7703	52723.19463	92328.0497	88800.25689	73037.14299	76129.07126	95350.53952	68504.36036	546872.6153
7704	32267.18644	60366.76242	73735.44168	42136.51871	56580.03722	69594.72096	43561.7131	378242.7805
7705	73817.33132	13333.45056	53787.40364	14033.65167	38146.91904	32324.01838	26773.11284	216215.8875
7706	49871.54647	44534.24581	80892.88171	37074.86989	63182.319	63265.82198	48443.58539	387265.2702
7707	45838.72221	32089.55329	71451.2565	27911.54711	54452.47265	51639.0689	40588.96946	323971.5901

La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

Ensuite, on regroupe l'ensemble des informations de manière structurée.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data structure:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
3																			
4		Tableau Distances																	
5		0	2	6	8	13	16	19		POP	Clients								
6	7515	27422.1548	20200.6874	28978.1584	15787.4319	13881.1743	15591.2598	11608.6032		17300	173								
7	7516	27854.55	19382.3496	29645.3995	15392.5788	14695.7262	15395.6742	11976.7219		23000	230								
8	7517	27094.037	19099.9179	30655.4092	14166.3775	15262.9823	16473.3509	11167.8193		35700	357								
9	7518	26160.8403	19977.0222	30368.6636	14068.9313	14597.6931	17200.5349	10247.7716		28000	280								
10	7519	25226.1197	21176.7956	29700.1961	14427.9592	13570.3277	17833.7548	9374.03318		60900	609								
11	7520	26025.9351	21538.9736	28498.5346	15746.4868	12761.2944	16796.9903	10312.5159		43500	435								
12	7521	27221.1348	21911.8903	27133.9222	17342.0336	12073.3414	15448.4048	11703.1669		58000	580								
13	7522	28957.9876	20604.8888	27482.3852	17755.6397	13360.5452	13794.3141	13312.072		41300	413								
14	7523	28940.3305	18968.9782	29369.1589	16170.2877	14989.8224	14292.9786	13077.2564		60100	601								
15	7524	28488.4765	17887.7755	31044.2984	14513.734	16233.5843	15402.908	12556.0006		95400	954								
16	7525	26458.3832	18616.567	32000.7567	12687.9923	16236.4274	17653.0194	10545.2489		153200	1532								
17	7526	23508.2652	19657.1193	34744.2621	9100.86796	17857.5866	16148.6084	8059.33155		144300	1443								
18	7527	23308.2414	22148.5243	30509.353	13380.6177	13654.4014	19817.4427	7415.91087		181500	1815								
19	7528	24023.2676	23552.3871	27915.8763	15977.2504	11286.3686	18641.3459	8577.10176		138300	1383								
20	7529	26048.8373	24152.88	25540.7811	18490.5565	9871.25841	16640.2414	11064.9345		236700	2367								
21	7530	29042.5417	24269.1515	23579.8379	21062.3087	10021.6356	13911.5953	14280.7389		171100	1711								
22	7531	30641.7638	19794.6887	27526.623	18635.1198	14384.0881	12160.071	14960.449		169300	1693								
23	7532	30483.2375	17137.3627	30598.9588	16106.9343	16814.401	13395.2382	14559.2039		202700	2027								
24	7533	29431.2181	15867.3773	32993.5915	13470.2163	18337.0304	15697.2565	13562.3073		186700	1867								
25	7534	26696.2258	17422.8712	33663.8427	11281.7176	17847.717	16397.0321	10935.3802		196900	1969								
26	7701	65848.7746	84418.1886	106793.829	69564.6122	89060.4215	98497.1249	74860.5478		12400	124								
27	7702	18195.5517	36461.6516	54317.5675	17841.0566	36195.052	45736.2558	21460.1205		42200	422								
28	7703	35336.1305	76372.7763	70756.3895	57193.5132	58112.4925	77782.671	51259.9083		12900	129								
29	7704	52723.1946	92328.0497	88800.2569	73037.5132	76129.0713	95350.5395	68504.3604		14300	143								
30	7705	32267.1864	60366.7624	73735.4417	42136.8197	50580.0372	69594.721	43561.7131		15300	153								
31	7706	37817.3313	133333.4508	53787.4036	14033.6517	38146.919	32324.0184	26773.1128		47400	474								
32	7707	49871.5465	44534.2458	80892.8817	37074.8699	63182.319	63265.822	48443.5854		38300	383								
33	7708	45838.7222	32089.5533	71451.2565	27911.5471	54542.4727	51639.0689	40588.9695		34300	343								
34	7709	50902.4195	15091.782	61362.9331	26814.6105	47893.0603	36029.7473	38718.1988		45600	456								

Huff, centroides et tri

On procède alors aux calculs des opportunités.

[illegible]

La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

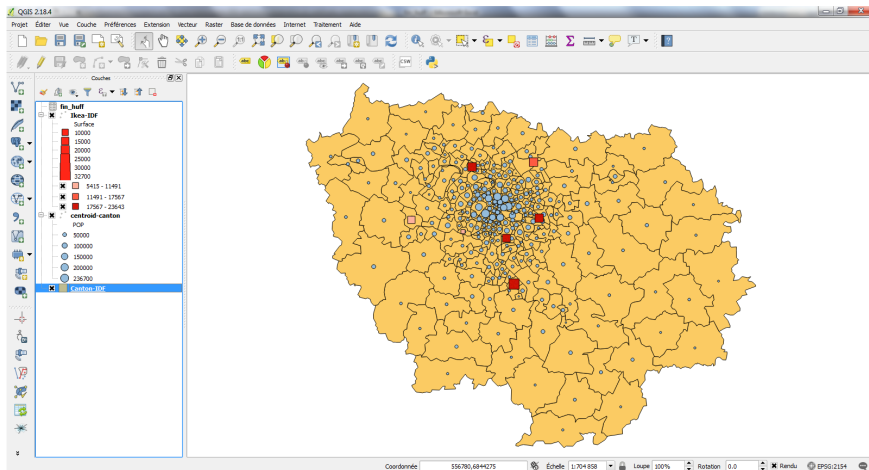
A partir des opportunités, on calcule les probabilités et le nombre de clients potentiels correspondant.

AF2		Eval Clients																			
	A	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM		
1																					
2																					
3																					
4																					
5	7515	7.09710532																			
6	7516	7.09436939																			
7	7517	7.23800584																			
8	7518	7.3454825																			
9	7519	7.44674058																			
10	7520	7.22834295																			
11	7521	7.00312999																			
12	7522	6.90543017																			
13	7523	6.96060815																			
14	7524	7.11370676																			
15	7525	7.42109686																			
16	7526	8.31327623																			
17	7527	7.96203759																			
18	7528	7.50513441																			
19	7529	7.01173679																			
20	7530	6.68904631																			
21	7531	6.86871157																			
22	7532	6.96985177																			
23	7533	7.1894683																			
24	7534	7.52208012																			
25	7701	1.64727443																			
26	7702	5.00956700																			
27	7703	7.42024967																			
28	7704	1.80097668																			
29	7705	2.78601771																			
30	7706	5.46767983																			
31	7707	2.57702802																			
32	7708	3.16410625																			
33	7709	4.08244801																			
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					
51																					
52																					
53																					
54																					
55																					
56																					
57																					
58																					
59																					
60																					
61																					
62																					
63																					
64																					
65																					
66																					
67																					
68																					
69																					
70																					
71																					
72																					
73																					
74																					
75																					
76																					
77																					
78																					
79																					
80																					
81																					
82																					
83																					
84																					
85																					
86																					
87																					
88																					
89																					
90																					
91																					
92																					
93																					
94																					
95																					
96																					
97																					
98																					
99																					
100																					

La zone de chalandise et ses techniques

Huff, centroides et tri

Ce calcul peut être synthétisé sous la forme d'une carte.



La zone de chalandise et ses techniques

Modèle gravitaire

Les modèles présentés reposent sur le modèle gravitaire. Pour le mettre à l'épreuve, il convient de s'appuyer sur des données de déplacement. Les données de mobilités professionnelles sont facilement accessibles.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	CODGEO	LIBGEO	DCLT	L_DCLT	NBFLUX_C10	DIST									
2	94001	Ablon-sur-Se	94002	Alfortville	12.056766	8000									
3	94001	Ablon-sur-Se	94003	Arcueil	11.991943	11207									
4	94001	Ablon-sur-Se	94011	Bonneuil-sur	4.008079	7366									
5	94001	Ablon-sur-Se	94017	Champigny-s	4.008079	12510									
6	94001	Ablon-sur-Se	94018	Charenton-le	12.013493	11037									
7	94001	Ablon-sur-Se	94021	Chevally-Laru	8.016159	6931									
8	94001	Ablon-sur-Se	94022	Choisy-le-Ro	32.064664	4510									
9	94001	Ablon-sur-Se	94028	CrÃ©teil	92.176102	7058									
10	94001	Ablon-sur-Se	94034	Fresnes	8.016188	7918									
11	94001	Ablon-sur-Se	94038	L'Haÿ-les-R	4.008079	8486									
12	94001	Ablon-sur-Se	94041	Ivry-sur-Sein	56.145844	10187									
13	94001	Ablon-sur-Se	94043	Le Kremlin-B	3.997276	10599									
14	94001	Ablon-sur-Se	94044	Limeil-BrÃ©	8.005355	5504									
15	94001	Ablon-sur-Se	94046	Maisons-Alfe	8.026992	9291									
16	94001	Ablon-sur-Se	94048	Marolles-en-	3.997276	9946									
17	94001	Ablon-sur-Se	94054	Orly	196.538207	2900									
18	94001	Ablon-sur-Se	94058	Le Perreux-s	11.991914	14493									
19	94001	Ablon-sur-Se	94065	Rungis	92.207988	5780									
20	94001	Ablon-sur-Se	94069	Saint-Mauric	7.994551	10568									
21	94001	Ablon-sur-Se	94071	Sucy-en-Brie	4.018912	9402									
22	94001	Ablon-sur-Se	94073	Thiais	64.162032	4855									
23	94001	Ablon-sur-Se	94074	Valenton	7.994551	4319									
24	94001	Ablon-sur-Se	94075	Villecresnes	4.029775	8110									
25	94001	Ablon-sur-Se	94076	Villejuif	20.09462	8919									
26	94001	Ablon-sur-Se	94077	Villeneuve-le	160.356434	1204									
27	94001	Ablon-sur-Se	94078	Villeneuve-S	30.057651	2360									

La zone de chalandise et ses techniques

Modèle gravitaire

Il convient alors de calculer les poids d'émission et de réception des ces travailleurs pour chaque lieu.

Tableau croisé dynamique

Choisissez les champs à inclure dans le rapport :

- ☒ CODGEO
- ☒ LIGGEO
- ☒ LIGT
- ☒ LIGT
- ☒ NBFUX_C10

Faites glisser les champs dans les zones voulues ci-dessous :

✓ Filtre du rapport

Étiquettes de colonnes

Étiquettes de lignes

Valuers

CODGEO

Somme de NBFUX_C10

Mettre à jour

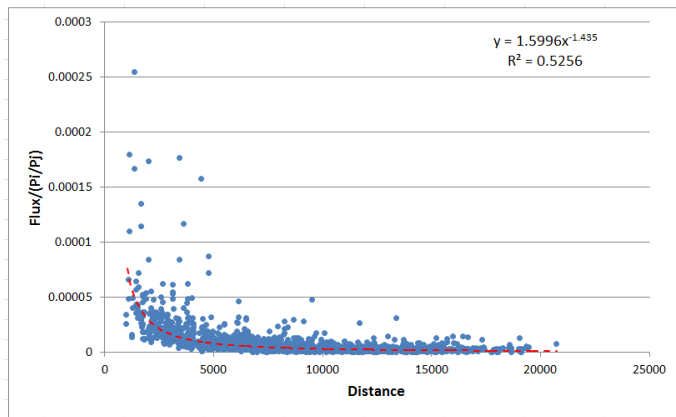
La zone de chalandise et ses techniques

Modèle gravitaire

A partir de ces poids, il convient de calculer le rapport : $Flux_{i,j} / P_i * P_j$.

La zone de chalandise et ses techniques

Modèle gravitaire



- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation**
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Introduction générale

Quel que soit le type d'activité commerciale, le choix d'une bonne localisation est sans doute l'une des décisions les plus importantes qu'un manager puisse prendre.

L'emplacement d'un point de vente est un investissement fixé sur le long terme et son choix se ressentira sur le niveau des ventes, la part de marché, la rentabilité de l'activité. Plus la concurrence sera élevée à proximité, plus ce choix sera fondamental.

Ce choix conditionnera par la suite des décisions sur les prix, les services proposés, le type de marchandises.

C'est pourquoi, ce choix doit être fait sérieusement en combinant des approches quantitatives et qualitatives.

Ce choix doit être conditionné par le potentiel commercial, la zone de chalandise. Cette détermination est l'étape initiale fondamentale.

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Introduction générale

Il n'y a pas de "recette magique" en matière d'implantation. Néanmoins, c'est un domaine relativement bien étudié.

On dispose ainsi de problèmes d'optimisation très étudiés plutôt bien adaptés pour des stratégies d'implantation de réseaux de points de ventes : les problèmes de localisation-allocation. Ces problèmes simplifient généralement beaucoup le comportement du consommateur et les problèmes de concurrence. Ils sont parfaits pour des réseaux de distribution.

On connaît aussi les tendances en matière d'implantation : réduire le risque lié à l'investissement ; éviter la concurrence...

Le choix doit se faire bien souvent sur plusieurs critères. En matière d'aide à la décision, il convient alors de faire appel aux méthodes d'analyse multi-critère (en M2).

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Introduction générale

Définition générale

Ensemble de problèmes cherchant à déterminer les meilleures localisations pour des installations et l'allocation des clients à ces installations.

Cette famille de problèmes est ancienne : Cooper (1963) ; Weber (1909).

Il existe désormais de nombreux problèmes de localisation-allocation et de nombreuses variantes à ces problèmes.

Ce sont des problèmes fondamentaux du géomarketing ou encore de la logistique et dans une moindre mesure de l'aménagement et du transport.

Ces problèmes d'optimisation mathématique sont difficiles à résoudre.

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Les éléments constitutifs

Ces problèmes sont caractérisés par :

- **La localisation potentielle de l'offre** : les installations, les points de vente, les centres commerciaux, les entrepôts, les hôpitaux...
- **La localisation de la demande** : les clients, les usagers, les marchandises...
- **Les distances (ou les coûts induits par ces distances) entre l'offre et la demande** : un distancier, un tableau de coûts...
- **Des hypothèses** : les clients se déplacent toujours en suivant les itinéraires les plus courts, les clients choisissent toujours de se rendre uniquement à l'installation la plus proche, le coût de l'installation est toujours le même partout...

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Classification des problèmes

Les problèmes à entrée libre : on ne connaît pas a priori le nombre d'installations, ce sont les contraintes et les objectifs qui vont définir ce nombre (set covering problem ou problème de couverture).

Les problèmes Pull : on cherche là où on va placer les installations de façon à être le plus proche des clients ou le moins éloigné (p-median ou p-centre).

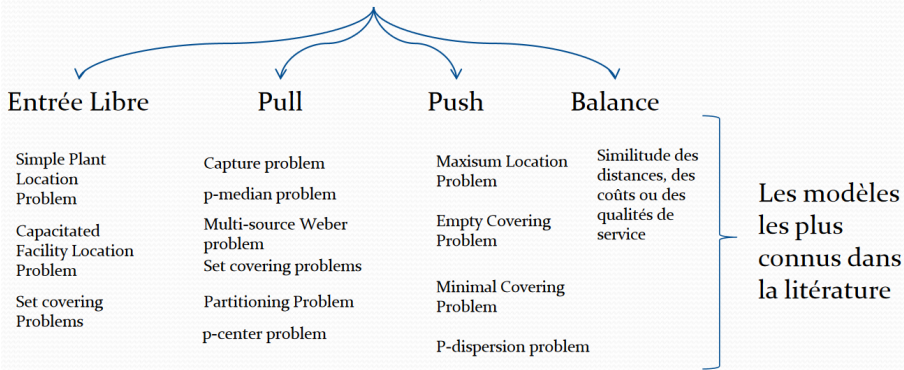
Les problèmes Push : on cherche à éloigner au maximum les installations de là où se situe la demande (p-dispersion).

Les problèmes Balance : on cherche un compromis entre les modèles pull et push, on cherche donc à ne pas être trop près, mais aussi à ne pas être trop loin de la demande.

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Classification des problèmes

Les modèles selon les objectifs



Méthodes d'implantation et localisation-allocation

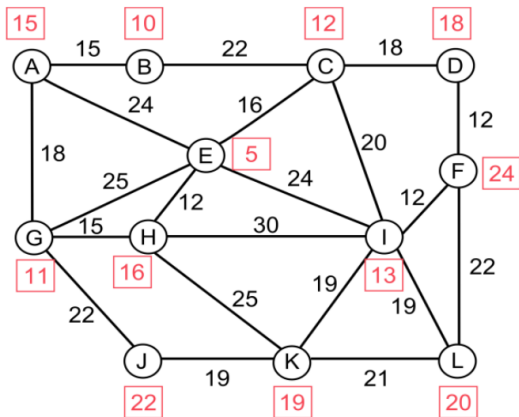
Distancier

	Site potentiel											
Ville	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	15	37	55	24	60	18	33	48	40	58	67
B	15	0	22	40	38	52	33	48	42	55	61	61
C	37	22	0	18	16	30	41	28	20	58	39	39
D	55	40	18	0	34	12	59	46	24	62	43	34
E	24	38	16	34	0	36	25	12	24	47	37	43
F	60	52	30	12	36	0	57	42	12	50	31	22
G	18	33	41	59	25	57	0	15	45	22	40	61
H	33	48	28	46	12	42	15	0	30	27	25	46
I	48	42	20	24	24	12	45	30	0	38	19	19
J	40	55	58	62	47	50	22	37	38	0	19	40
K	58	61	39	43	37	31	40	25	19	19	0	21
L	67	61	39	34	43	22	61	46	19	40	21	0

Dans ce cours, les lieux en ligne correspondent aux points de départ, en l'occurrence aux clients. Les colonnes correspondent aux installations possibles considérées ici comme des points d'arrivée. La distance entre un lieu i de certains clients et une installation possible j s'écrit D_{ij} .

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Du distancier au tableau de coûts



Si ici, la distance séparant A de B est la même que celle séparant B de A (15 km), le coût lié au déplacement de A vers B ($15 \times 15 = 225$) est différent de celui de B vers A ($15 \times 10 = 150$).

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Tableau de coûts

	Site potentiel											
Ville	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	432	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	441	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

Dans ce cours, les lieux en ligne correspondent aux points de départ, en l'occurrence aux clients. Les colonnes correspondent aux installations possibles considérées ici comme des points d'arrivée. Le coût entre un lieu i de certains clients et une installation possible j s'écrit $C_{i,j}$.

Méthodes d'implantation et localisation-allocation

Vers une formulation mathématique

Fonction objectif : minimiser les coûts (les distances), maximiser le profit...

Les contraintes : tous les clients doivent être alloués à au moins une installation, le nombre d'installations doit être égal à 3...

Les données : les coûts, les distances, les contraintes (distance inférieure à 3 km)...

Les variables : le client est alloué à telle installation ($X_{ij} = 1$ ou $X_{ij} = 0$), on ouvre telle installation ($Y_j = 1$ ou $Y_j = 0$)...

- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median**
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation

Le problème p-median

Présentation

En 1909, Weber se questionne sur la meilleure localisation à donner à une industrie donnée (un produit donné). Il fonde sa réflexion sur les coûts de transport.

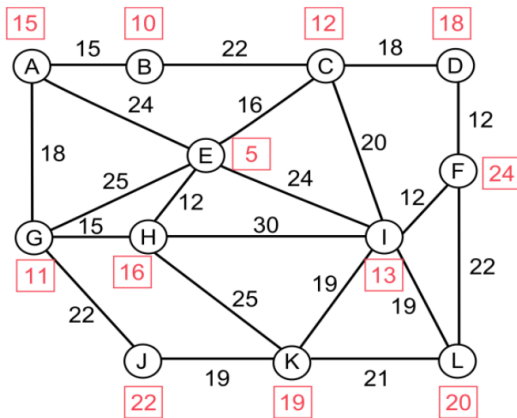
Ce problème donne naissance au problème p-median qui cherche, pour un nombre donné d'installations (p), à minimiser la somme des distances séparant les installations retenues aux clients.

Les clients sont supposés se rendre à l'installation la plus proche.

Très souvent, les lieux possibles d'installation sont les mêmes que les lieux où se trouvent les clients. Le problème s'exprime alors ainsi : étant donné n villes, il faut ouvrir p installations (p magasins) de telle sorte que la somme entre les villes et l'installation la plus proche soit minimale.

Le problème p-median

Présentation



Où dois-je implanter mes magasins pour limiter les distances parcourues par mes futurs clients (en rouge)? En l'occurrence, si je dois ouvrir deux magasins, dois-je choisir les sites B et K ou G et F ou ... ?

Le problème p-median

Résolution exacte et résolution approchée

Les problèmes de localisation-allocation constituent des problèmes difficiles à résoudre d'un point de vue mathématique.

En effet, les combinaisons possibles d'installations à retenir et les affectations correspondantes génèrent très vite un grand nombre de solutions à explorer.

On a affaire à des problèmes d'optimisation combinatoire aussi appelée optimisation discrète.

Ainsi, on distingue deux grands types de résolution à ces problèmes :

- Les résolutions exactes qui sont réservées à un nombre limité d'installations et de clients.
- Les résolutions approchées (heuristiques) qui permettent de trouver des solutions en un temps raisonnable même pour un grand nombre d'installations et de clients.

Le problème p-median

Un exemple de résolution exacte : le simplexe

L'algorithme du simplexe est un algorithme permettant de résoudre des problèmes d'optimisation linéaire. Il a été introduit par George Dantzig à partir de 1947. C'est probablement le premier algorithme permettant de minimiser une fonction sur un ensemble défini par des inégalités.

L'algorithme du simplexe requiert de formuler le problème d'optimisation sous une forme mathématique précise.

Formulation mathématique

Minimiser ou Maximiser : $\sum_j C_j X_j$

En respectant les contraintes : $\sum_j A_{ij} X_j \leq \text{ou} \geq B_i \quad \forall i$

Le problème p-median

Formulation mathématique

Fonction objectif : $\text{Min} \sum_i^N \sum_j^N X_{i,j} \times D_{i,j}$

S.C chaque client doit être affecté : $\sum_j^N X_{i,j} = 1 \quad \forall i$

S.C le nombre d'installations doit être égal à P : $\sum_j^N Y_j = P$

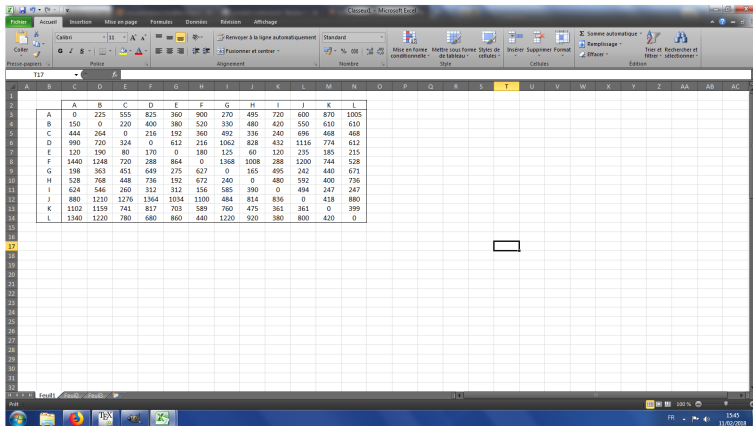
S.C les clients ne sont affectés qu'à un site ouvert : $\sum_i X_{i,j} \leq Y_j \times N \quad \forall j$

Les variables $X_{i,j}$ et Y_j sont binaires.

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Pour les données, on a simplement besoin d'un distancier et de connaître le nombre d'installations à ouvrir.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	432	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1564	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

On peut créer un tableau de zéros de même taille que le distancier correspondant aux variables d'affectation $X_{i,j}$ et une ligne de zéros correspondant aux variables d'ouverture Y_j . Il convient aussi de déterminer la fonction de coûts de ces affectations.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	432	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Coût:

Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Pour les contraintes, il faut récupérer la somme de la ligne des Y_j pour calculer P. Il faut aussi récupérer les sommes de chaque ligne du tableau pour s'assurer que les clients sont affectés à au moins une installation.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	452	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coût													0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Il convient ensuite de vérifier, en sommant les colonnes du tableau d'affectation et en multipliant ces valeurs par N (ici 12), qu'il n'est pas possible d'ouvrir un site comme on veut.

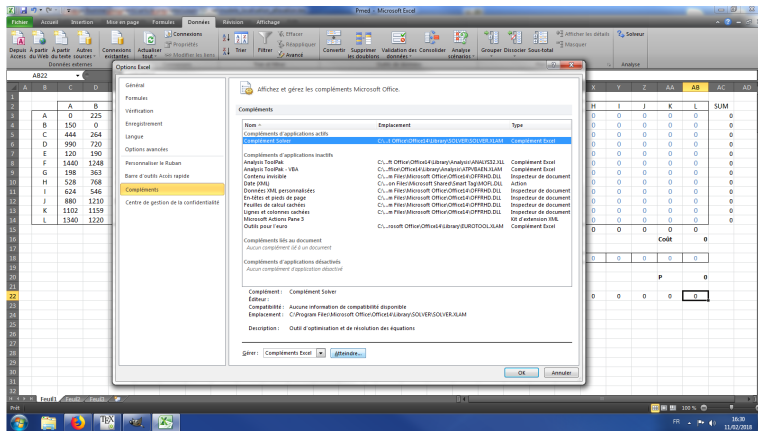
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	432	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coût													0
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P													0
Y*N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Le solveur est disponible dans l'onglet « Données ». Si ce n'est pas le cas, il faut activer le module complémentaire dans « Fichier, Option, Compléments », il suffit alors de sélectionner « Complément solveur » et de cliquer sur « Atteindre ».



Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Une fois le solveur ouvert, il faut choisir la cellule calculant le coût des affectations comme « objectif à définir ». On choisit de minimiser cet objectif et on définit l'ensemble des cellules bleues comme des variables.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the Solver Parameters dialog box open. The dialog box is titled "Paramètres du solveur" (Solver Parameters). The "Objectif à définir" (Set Objective) field is set to "\$A\$16". The "À:" (To: To) field is set to "Min" (Minimum). The "Cellules variables:" (Variable Cells) field is set to "\$B\$3:\$H\$12". The "Sous-contraintes:" (Constraints) field is empty. The "Méthode de résolution:" (Resolution Method) is set to "GRG non linéaire". The "Sélectionnez le moteur GRG non linéaire pour des problèmes non linéaires simples de solveur. Sélectionnez le moteur Simplex LP pour les problèmes linéaires, et le moteur Evolutionnaire pour les problèmes complexes." (Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for Solver Problems that are linear, and the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.) is displayed. The "Options" button is visible. The background shows a spreadsheet with a cost matrix and a solution matrix.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	225	555	825	360	900	270
B	150	0	220	400	380	520	38
C	444	264	0	216	192	360	49
D	990	720	324	0	612	216	10
E	120	190	80	170	0	180	12
F	1440	1248	720	288	864	0	13
G	198	363	451	649	275	627	0
H	528	768	448	736	192	672	24
I	624	546	260	312	312	156	58
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	48
K	1102	1159	741	817	703	589	76
L	1340	1220	780	680	860	440	12

	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coût	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Ensuite, on ajoute les contraintes d'affectation.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a p-median problem model. The model is structured as follows:

- Columns:** A through AD. Columns A-L contain data for 12 locations (A-L). Columns P-Q contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns R-S contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns T-U contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns V-W contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns X-Y contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns Z-AA contain data for 12 potential median locations (A-L). Columns AB-AD contain data for 12 potential median locations (A-L).
- Rows:** 1 through 32. Rows 1-12 contain data for 12 locations (A-L). Rows 13-24 contain data for 12 potential median locations (A-L). Rows 25-32 contain data for 12 potential median locations (A-L).
- Formulas:** The formula bar shows `=AB18*12`. The SUM row (row 32) contains the formula `=SUM(B32:L32)`.

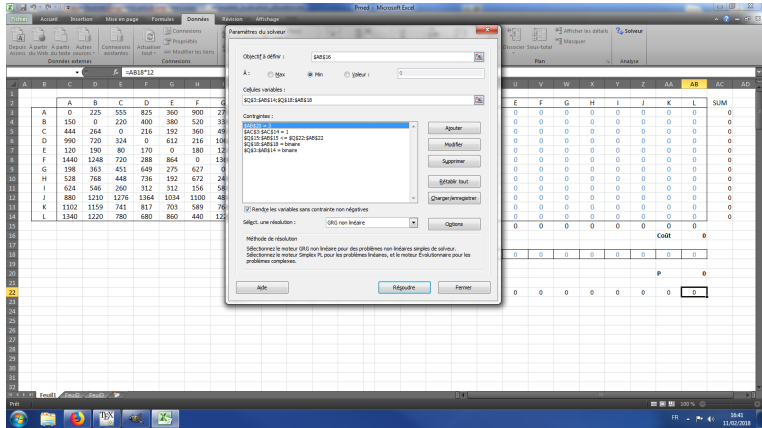
The 'Ajouter une contrainte' (Add Constraint) dialog box is open, showing the following details:

- Reference de cellule :** `A3:A18`
- Contrainte :** `=`
- Value :** `1`

The dialog box has buttons for 'OK', 'Ajouter', and 'Annuler'.

Le simplexe avec Excel

On ajoute la contrainte $P = 3$ et celles concernant les ouvertures. On n'oublie pas de préciser que les variables sont binaires.



Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Enfin, avant de résoudre le problème, on précise que l'on souhaite utiliser l'algorithme du simplexe.

Microsoft Excel - Paramètres du solveur

Objectif à définir :

À : ☐ Max ☒ Min ☐ Valeur :

Ce(s) variable(s) :

Contraintes :

☒ Rendre les variables sans contrainte non négatives

Sélect. une résolution :

Méthode de résolution :
Sélectionnez le moteur GRG non linéaire pour des problèmes non linéaires simples à résoudre.
Sélectionnez le moteur Simplex LP pour les problèmes linéaires, et le moteur Évolutionnaire pour les problèmes complexes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
1	A	0	225	555	825	360	900	270					
2	B	150	0	220	400	380	520	330					
3	C	444	264	0	216	192	360	490					
4	D	990	720	324	0	612	216	1080					
5	E	120	190	80	170	0	380	120					
6	F	1440	1248	720	288	864	0	1344					
7	G	198	363	451	649	275	627	0					
8	H	528	768	448	736	192	672	240					
9	I	624	546	260	312	312	156	580					
10	J	880	1210	1276	1364	1034	1100	480					
11	K	1102	1159	741	817	703	589	760					
12	L	1340	1220	780	680	860	440	1200					

Le problème p-median

Le simplexe avec Excel

Le simplexe identifie que le coût minimal (2438) est obtenu en ouvrant les sites A, F et K.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Pmed - Microsoft Excel". The spreadsheet is divided into three main sections: a distance matrix, a unit cost table, and a Simplex tableau.

Distance Matrix (Rows 3-14, Columns A-L):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	225	555	825	360	900	270	495	720	600	870	1005
B	150	0	220	400	380	520	330	480	420	550	610	610
C	444	264	0	216	192	360	492	336	240	696	468	468
D	990	720	324	0	612	216	1062	828	432	1116	774	612
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008	288	1200	744	528
G	198	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	448	736	192	672	240	0	480	592	400	736
I	624	546	260	312	312	156	585	390	0	494	247	247
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814	836	0	418	880
K	1102	1159	741	817	703	589	760	475	361	361	0	399
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0

Unit Cost Table (Rows 15-16, Columns A-L):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Simplex Tableau (Rows 17-22, Columns A-L):

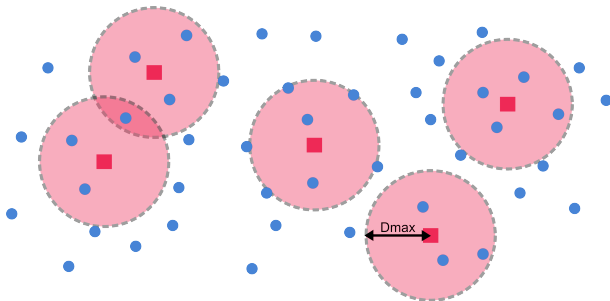
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
D	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
G	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
SUM	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0
Coût													2438
Y	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
P													3
Y*N	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12	0

- 1 Le comportement spatial du consommateur
- 2 La zone de chalandise et ses modèles
- 3 La zone de chalandise et ses techniques
- 4 Méthodes d'implantation et problèmes de localisation-allocation
- 5 Le problème p-median
- 6 D'autres problèmes de localisation-allocation**

D'autres problèmes de localisation-allocation

Le problème de couverture maximale (maximum coverage problem)

Le problème de couverture maximale consiste à couvrir un nombre maximal d'éléments avec au plus k sous-ensembles mis à disposition. Ainsi, si vous connaissez la distance maximale à laquelle vous voulez vous trouver de vos clients et si vous savez que vous ne pouvez disposer que d'un nombre bien précis de magasins, la résolution du problème de couverture maximale vous permettra de placer vos magasins de telle manière à toucher le plus de clients.



D'autres problèmes de localisation-allocation

Le problème de couverture maximale (maximum coverage problem)

Fonction objectif : $\text{Max} \sum_i^N D_i \times Z_i$

S.C au maximum on a p sites : $\sum_j^M Y_j \leq p$

S.C un site fermé ne peut pas couvrir de clients : $Z_i \leq \sum_j^M A_{i,j} \times Y_j$

Les variables Y_j et Z_i sont binaires, $Z_i = 1$ si le lieu des clients est couvert, $Y_j = 1$ si le magasin est ouvert.

Les valeurs D_i correspondent à la demande à un point i . Les valeurs $A_{i,j}$ sont égales à 1 si $D_{i,j}$ est inférieure à la distance fixée D_{\max} , sinon $A_{i,j} = 0$.

D'autres problèmes de localisation-allocation

Le problème de couverture minimale (set covering problem)

Fonction objectif : $\text{Min} \sum_j^M C_j \times Y_j$

S.C les clients doivent être couverts par au moins 1 site : $\sum_j^M A_{i,j} \times Y_j \geq 1$

La variable Y_j est binaire, $Y_j = 1$ si le magasin est ouvert.

Les valeurs C_j correspondent au coût de l'ouverture du site j . Les valeurs $A_{i,j}$ sont égales à 1 si $D_{i,j}$ est inférieure à la distance fixée D_{\max} , sinon $A_{i,j} = 0$.