

# 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](mailto: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 débuter 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 résument 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...

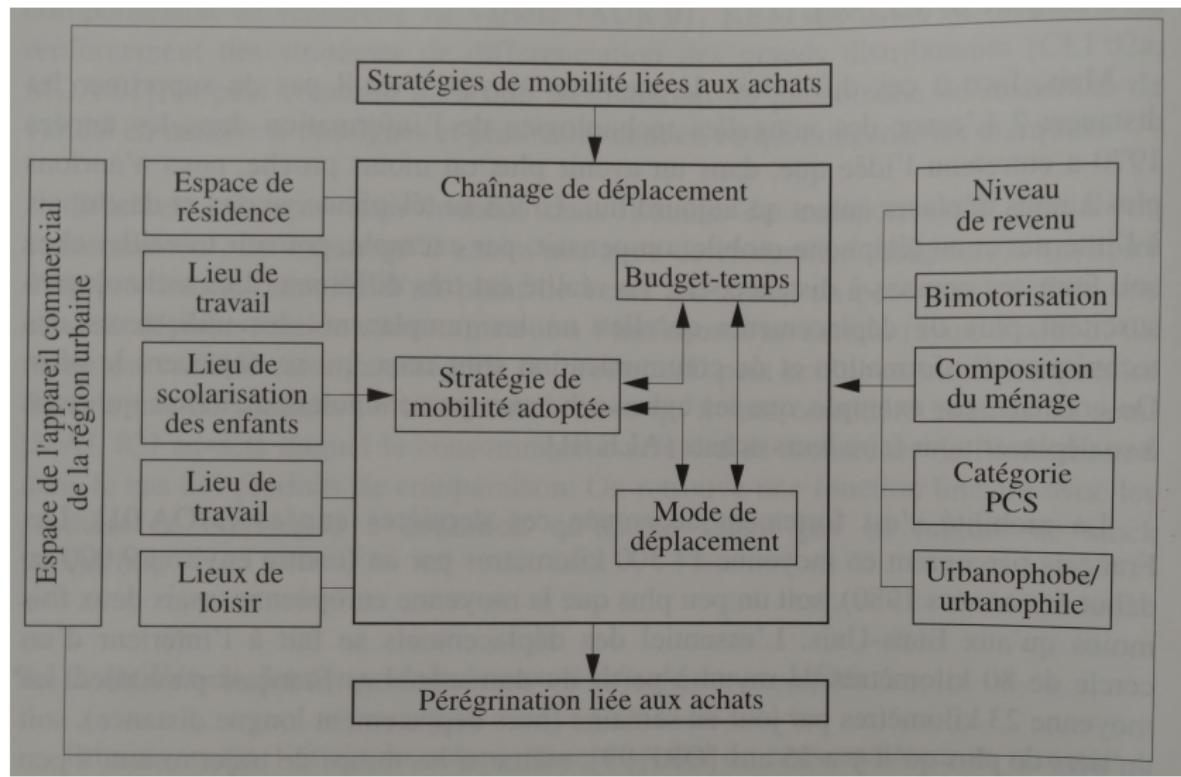
Si les mobilités tendent à croître (on se déplace plus vite et les temps de déplacement restent stables), c'est surtout lié à la mobilité pour les achats et les loisirs.

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.

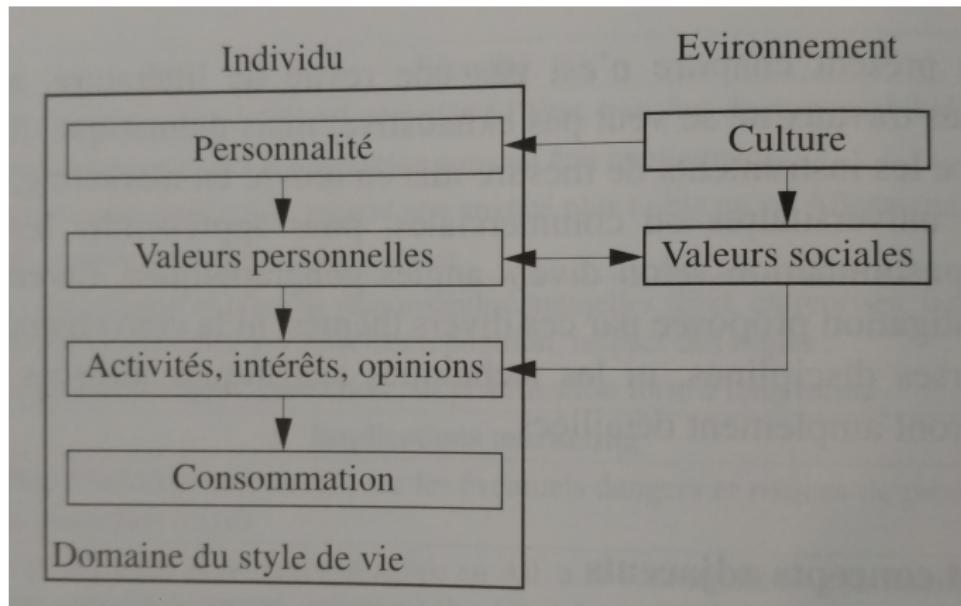
Par exemple, une compagnie aérienne qui se focalise sur les cadres pourra se passer de prendre en considération les cultures pour mettre en avant une unique publicité fondée sur un certain style de vie aisé, mondialisé et connecté.

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 répétés 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.

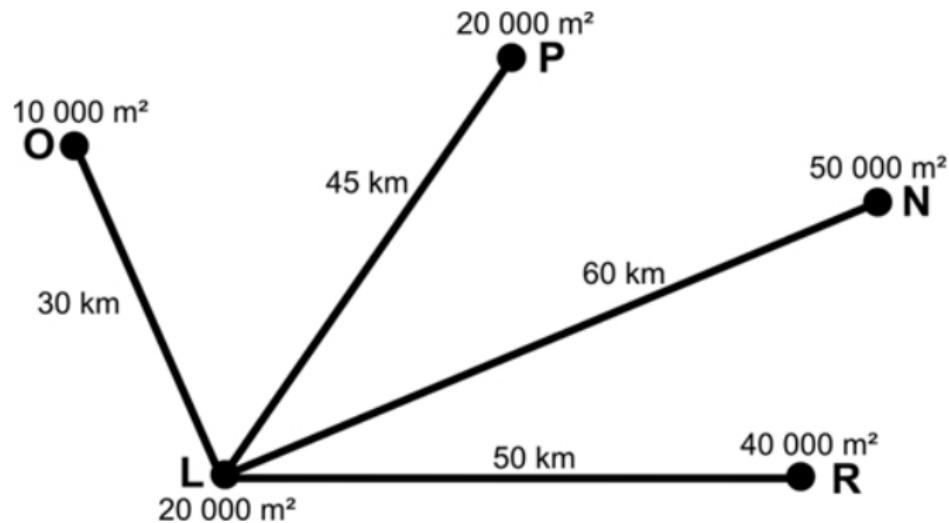
Ce point de partage (ou d'équilibre) définit la limite entre les aires d'influence de deux pôles de taille  $P_a$  et  $P_b$  séparées par une distance  $D_{ab}$ . Ce point de partage est très utilisé pour délimiter des zones de chalandise de manière déterministe.

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

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

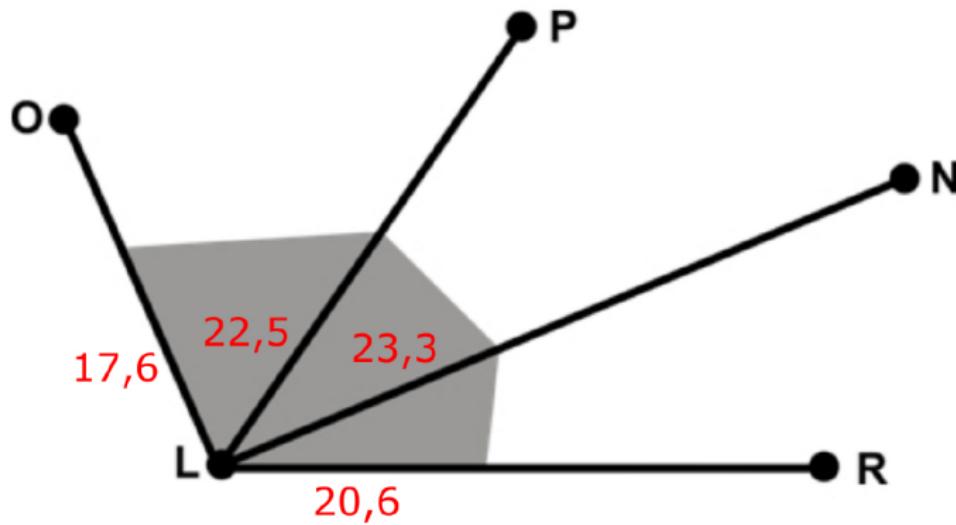
# La zone de chalandise et ses modèles

## 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 <sup>2</sup>	1 500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>
10'	10'	15'	H2 2 000 m <sup>2</sup>	1 000 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>
20'	10'	18'	H3 2 300 m <sup>2</sup>	1 300 m <sup>2</sup>	700 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>

# La zone de chalandise et ses modèles

## Les modèles gravitaires

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

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

# 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.

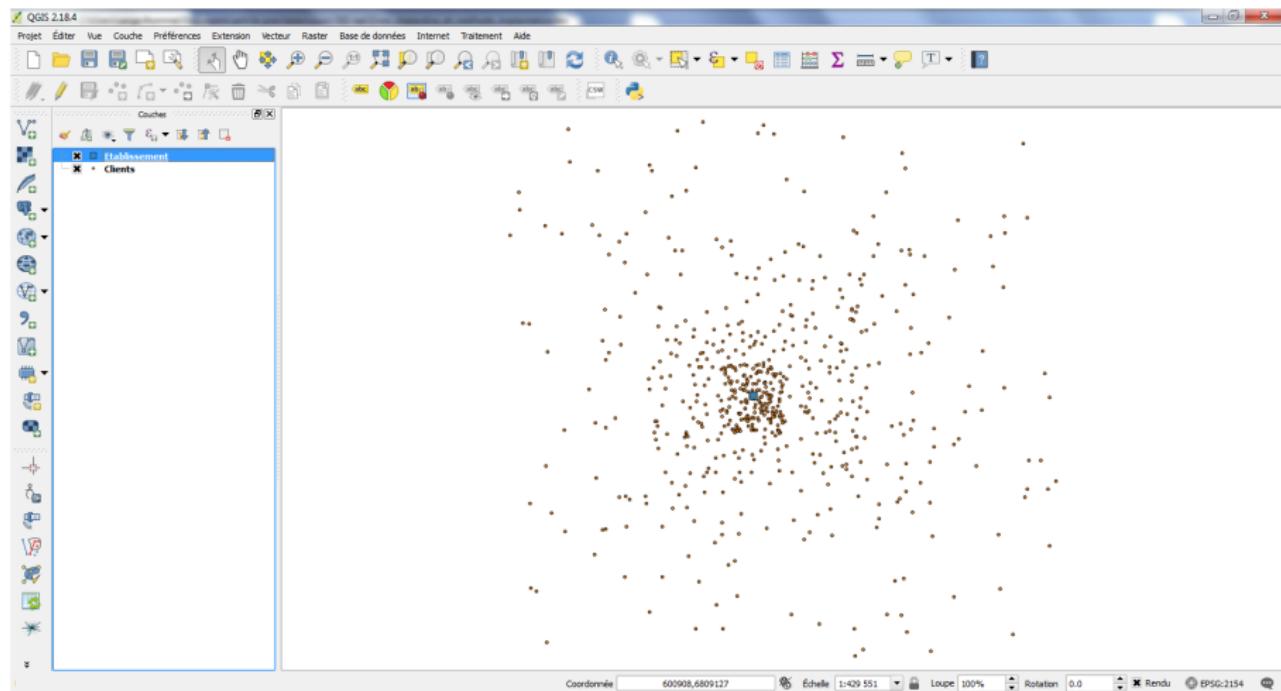
Bien souvent, les fichiers clients peuvent être considérés comme des fichiers de points. Par conséquent, il ne faut surtout pas hésiter à reprendre les éléments de cours d'analyse spatiale concernant l'analyse de semis de points pour les étudier.

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

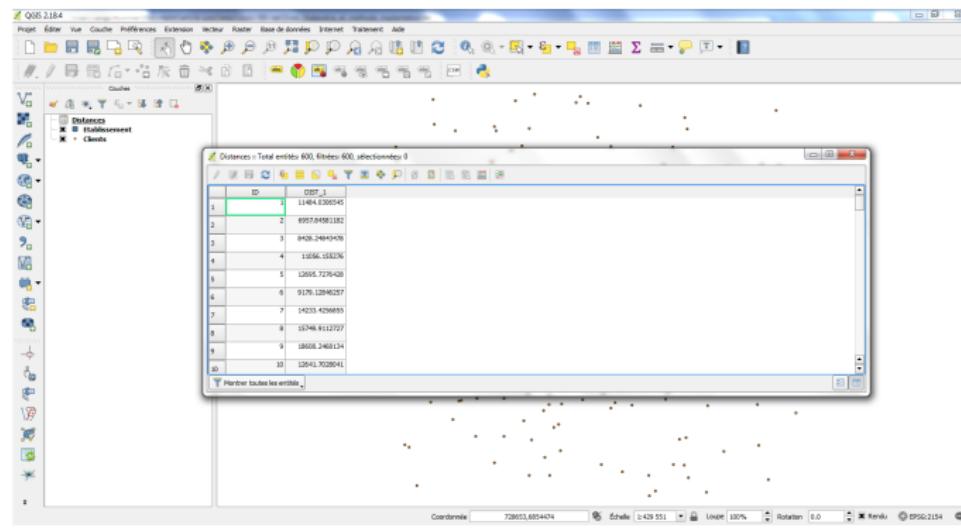


Le point de vente étudié et ses clients sous QGIS.

# La zone de chalandise et ses techniques

## Analyse de distribution statistique et enveloppe convexe

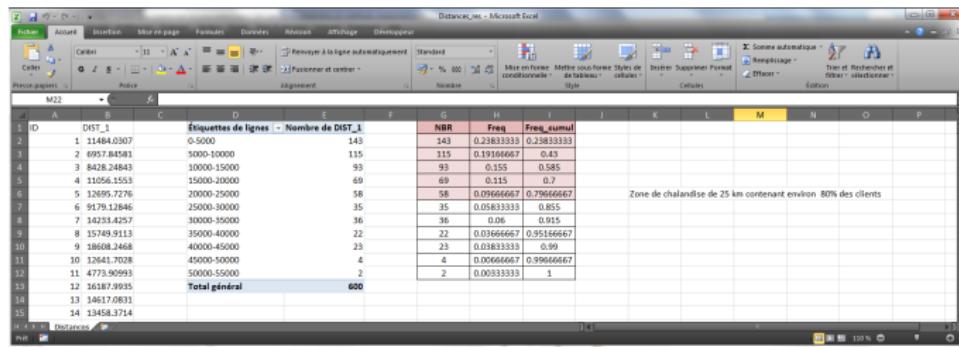
Pour étudier la distribution statistique des distances point de vente - domicile, une solution consiste à utiliser les SIG pour calculer une matrice de distances (distance à vol d'oiseau, distance géographique), voire mieux un distancier (fondé sur les réseaux de transport).



# 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.



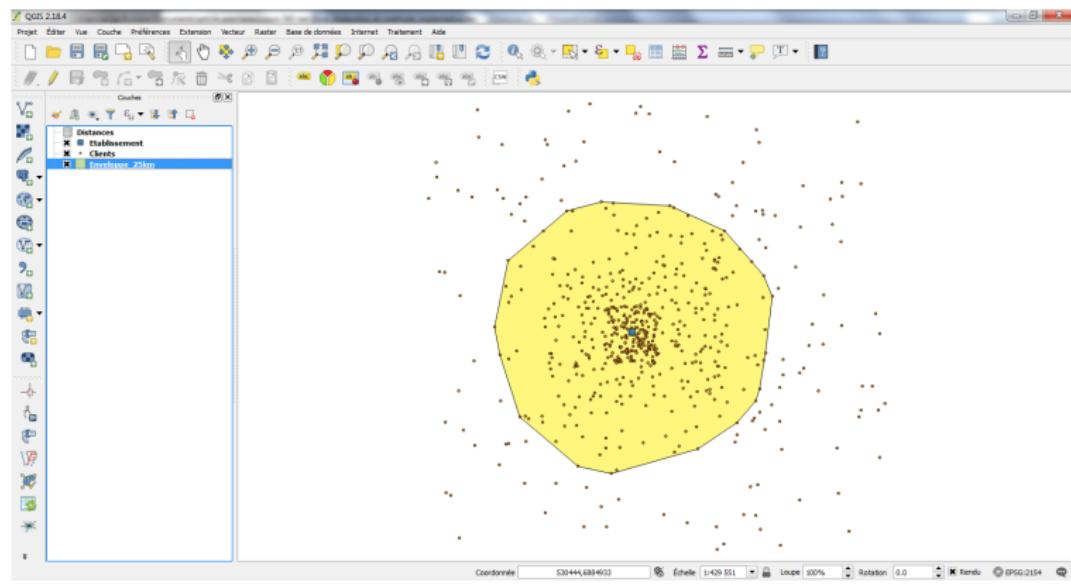
ID	DIST_1	Etiquettes de lignes - Nombre de DIST_1		NBR	Freq	Freq_cumul
		0-5000	143			
1	11484.0307	5000-10000	135	115	0.19166667	0.43
2	6957.84581	10000-15000	93	93	0.155	0.585
3	8428.24843	15000-20000	69	69	0.115	0.7
4	11056.1553	20000-25000	58	58	0.09666667	0.79666667
5	12695.7276	25000-30000	35	35	0.05833333	0.855
6	9179.12846	30000-35000	36	36	0.06	0.915
7	14233.4257	35000-40000	22	22	0.03666667	0.95166667
8	15749.9113	40000-45000	23	23	0.03833333	0.99
9	18458.4568	45000-50000	4	4	0.06666667	0.99666667
10	12561.7028	50000-55000	2	2	0.00333333	1
11	4773.99993	Total général	600			
12	16187.9935					
13	18617.0831					
14	12458.3714					

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

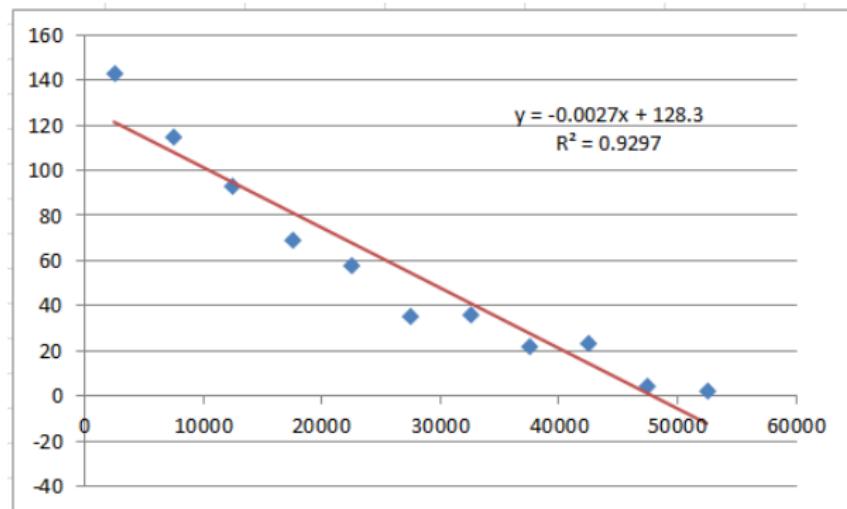
Pour la représenter, il est possible de sélectionner les clients situés à l'intérieur de cette distance et utiliser un SIG pour déterminer la surface enveloppante (enveloppe convexe).



# 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.

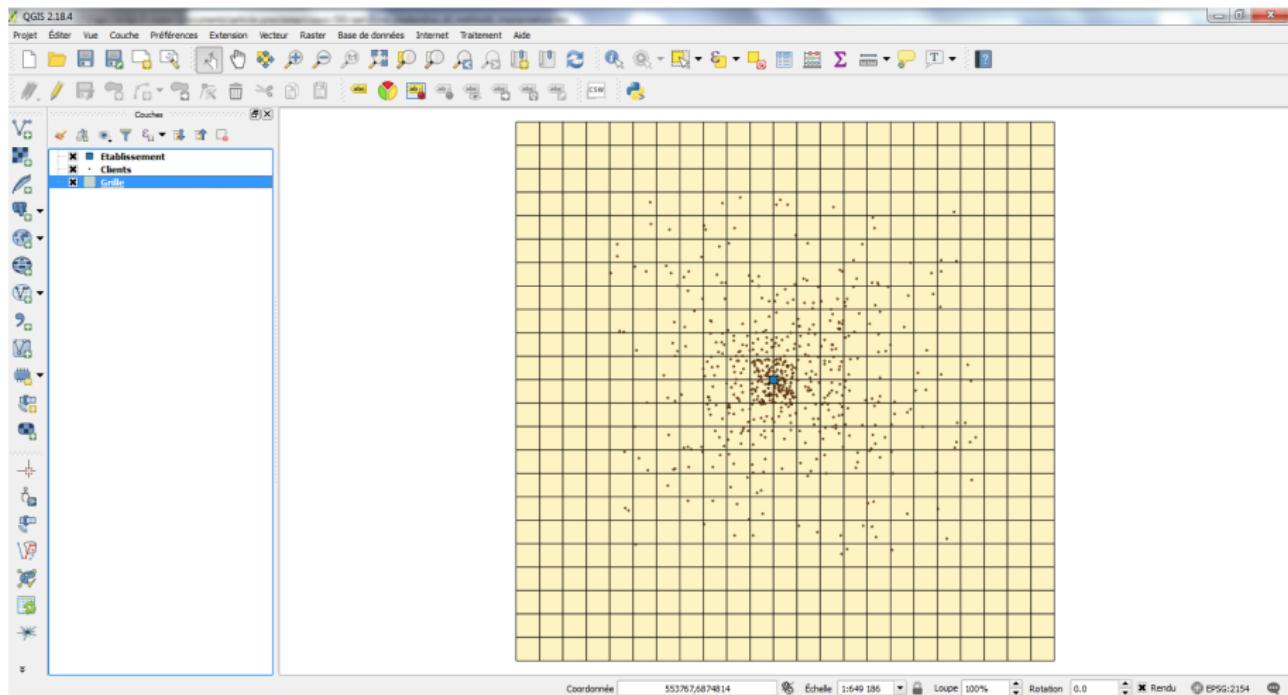
Comme vu dans le cours d'analyse spatiale, les unités géographiques fondées sur les découpages administratifs ne sont pas optimaux pour mener des études statistiques.

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

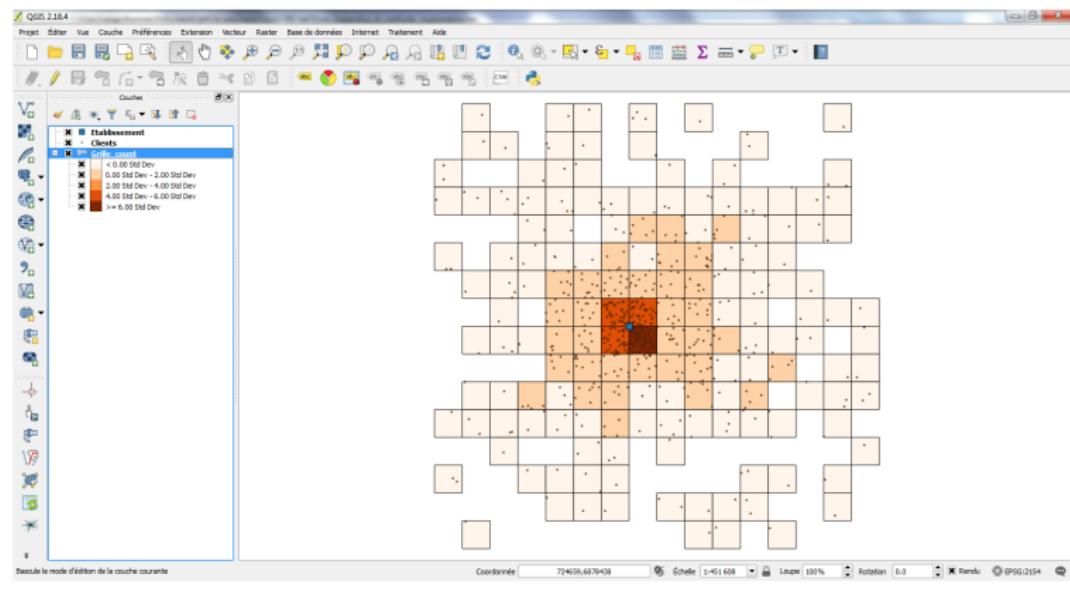


Le point de vente étudié et ses clients sous QGIS avec la grille produite.

# La zone de chalandise et ses techniques

## Analyse par grille et régression non linéaire

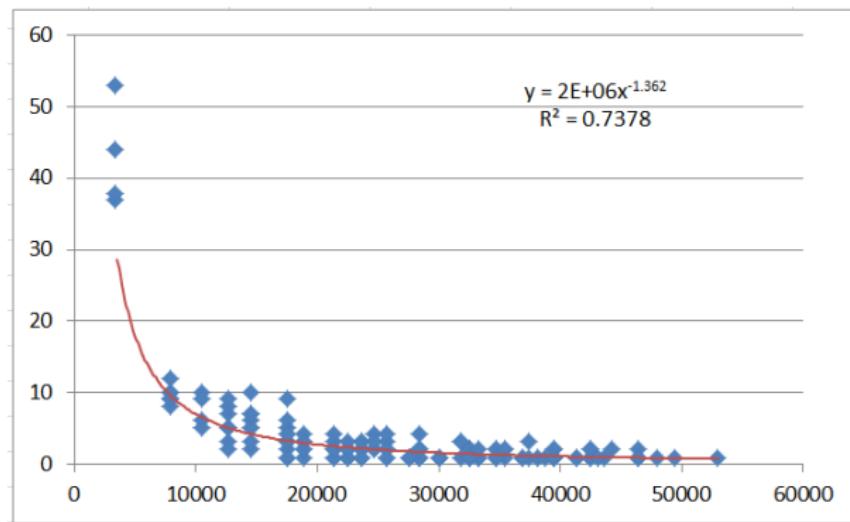
Une simple jointure spatiale permet de compter le nombre de clients dans chaque zone et de visualiser la performance ou de définir une nouvelle zone de chalandise.



# 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.

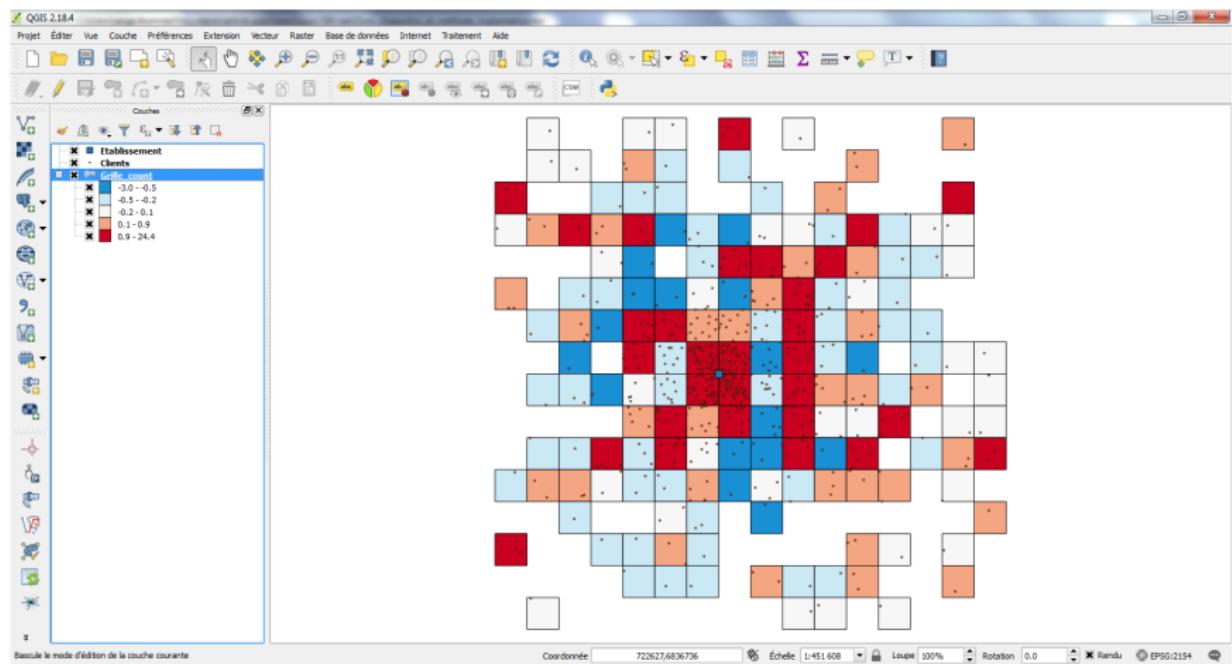


Contrairement à précédemment, il semble que la relation entre distance et fréquentation suit une loi de puissance ! C'est notamment dû au MAUP.

# La zone de chalandise et ses techniques

## Analyse par grille et régression non linéaire

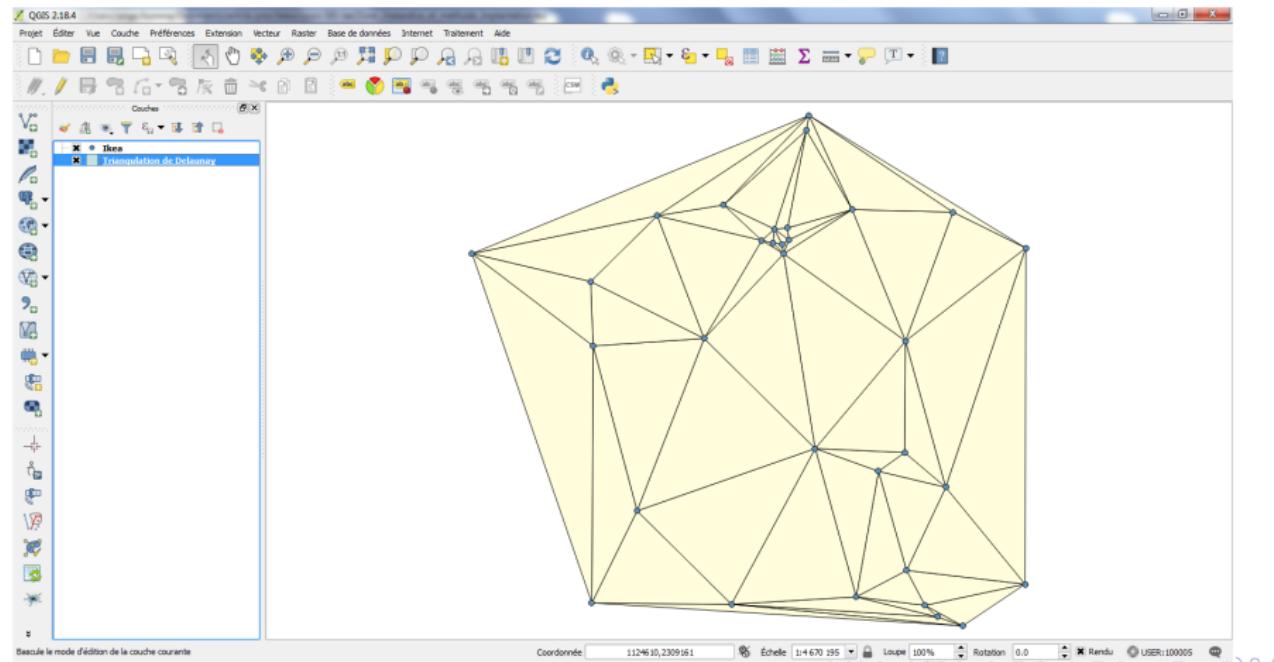
L'étude des résidus est intéressante en termes de performance.



# La zone de chalandise et ses techniques

## Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

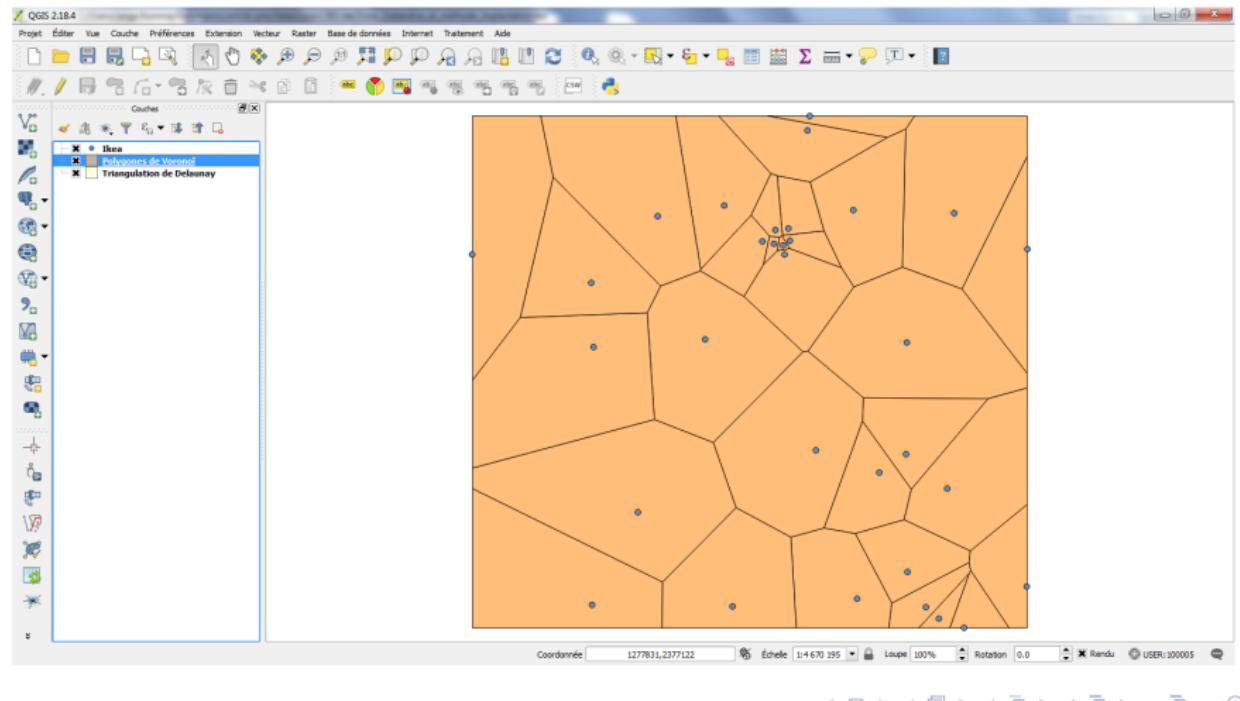
Concernant les modèles, l'utilisation de Reilly est relativement simple. Elle nécessite néanmoins un traitement spatial, une triangulation de Delaunay, pour éviter des apories.



# La zone de chalandise et ses techniques

## Loi de Reilly, triangulation de Delaunay et polygones de Voronoi

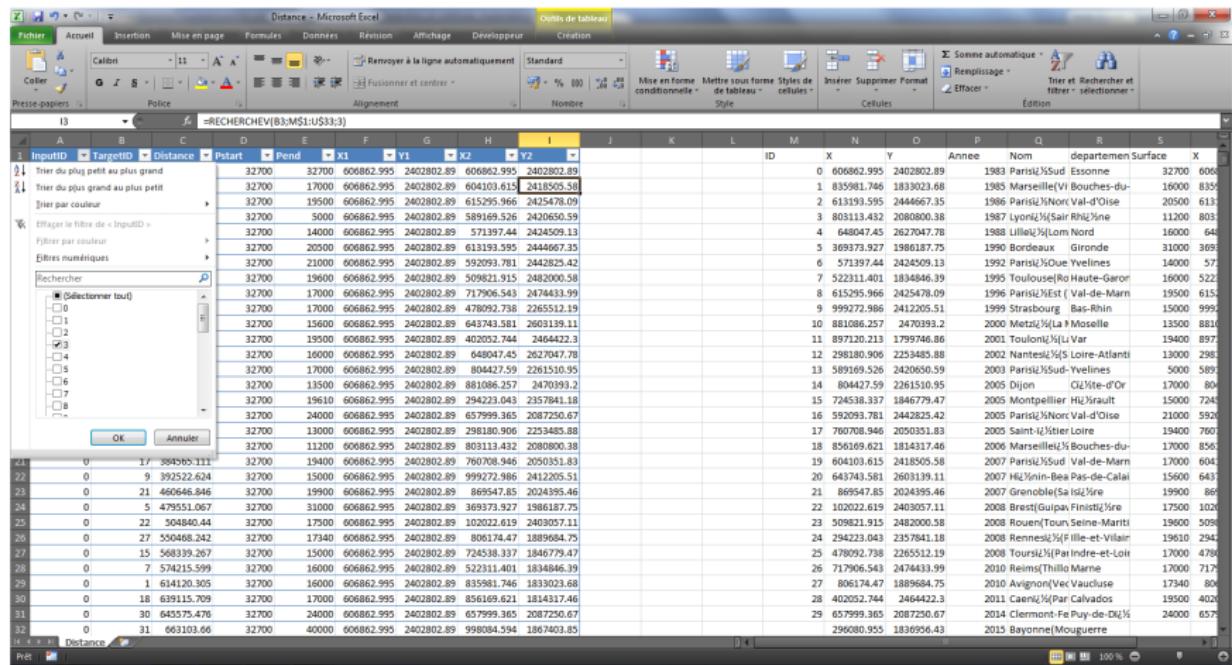
Dans le cas où tous les sites ont le même poids, les zones de chalandise associées à Reilly peuvent être obtenues par de simples polygones de Voronoi.



# La zone de chalandise et ses techniques

## 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.



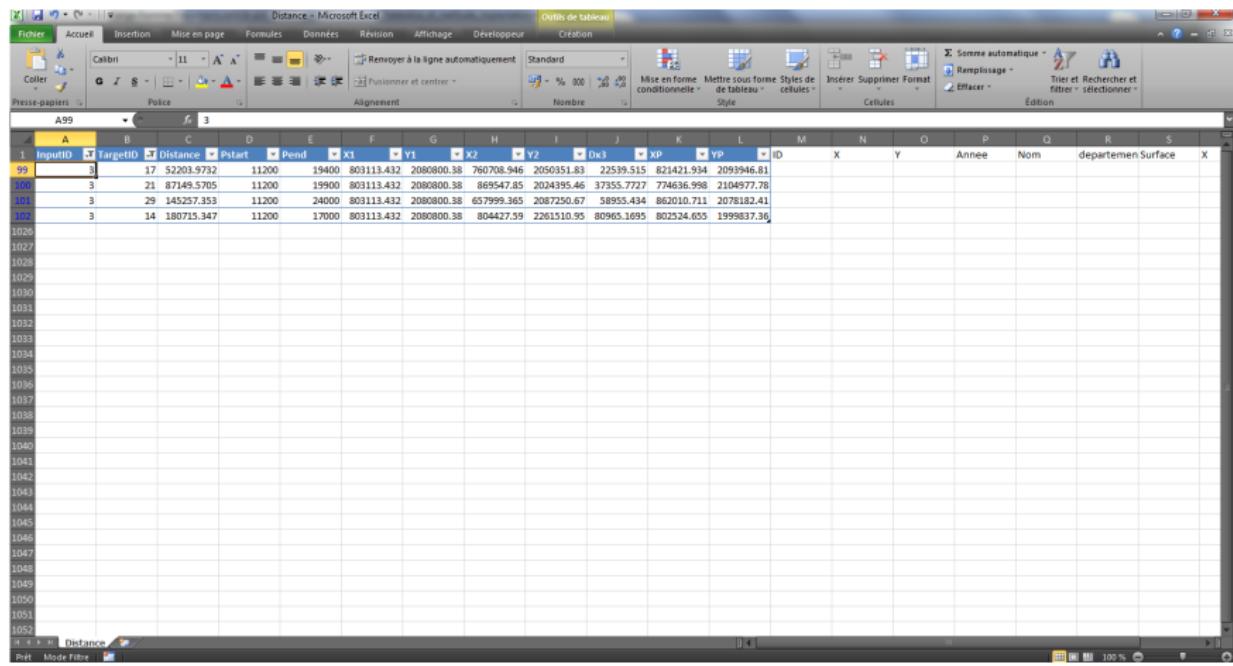
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Distance - Microsoft Excel". The table contains data for 32700 points, with columns for InputID, TargetID, Distance, Pstart, Pend, x1, y1, x2, y2, ID, X, Y, Année, Nom, département, Surface, and X. The "Tableau" ribbon tab is selected. A search bar at the top contains the formula =RECHERCHEV(B3;M\$1:U\$3;3). The "Tableau" ribbon tab includes sub-options: Fusionner et centrer, Standard, Mise en forme conditionnelle, Mise en forme de tableau, Styles de cellules, Insérer Supprimer Format, Remplissage, Effacer, and Trier et Filtrer et Sélectionner. The "Tableau" ribbon tab is highlighted in yellow.

InputID	TargetID	Distance	Pstart	Pend	x1	y1	x2	y2	ID	X	Y	Année	Nom	département	Surface	X
32700	32700	606862.995	2402802.89	606862.995	2402802.89				0	606862.995	2402802.89	1983	Paris Ile-de-France Essonne	32700	6058	
32700	17000	606862.995	2402802.89	604103.615	2418505.58				1	835981.746	1833023.68	1985	Marne Ile-de-France Bouches-du-Rhône	16000	835	
32700	19500	606862.995	2402802.89	615295.966	2425478.09				2	613193.595	2446667.73	1986	Paris Ile-de-France Val-d'Oise	20500	613	
32700	5000	606862.995	2402802.89	589165.526	2420650.59				3	803113.432	2080800.38	1987	Lyon Rhône-Alpes Rhône	11200	803	
32700	14000	606862.995	2402802.89	571397.44	2424509.13				4	648047.45	2627047.78	1988	Lille Nord-Pas-de-Calais Nord	16000	64	
32700	20500	606862.995	2402802.89	613193.595	2446667.35				5	309373.927	1980187.75	1990	Bordeaux Aquitaine Gironde	31000	369	
32700	21000	606862.995	2402802.89	592093.78	2428525.42				6	571397.44	2424509.13	1992	Paris Ile-de-France Yvelines	14000	57	
32700	19600	606862.995	2402802.89	509821.915	2482000.58				7	522311.401	1834886.49	1995	Toulouse Occitanie Haute-Garonne	16000	522	
32700	17000	606862.995	2402802.89	717906.543	2474433.99				8	615295.966	2454787.09	1999	Paris Ile-de-France Val-de-Marne	19500	615	
32700	17000	606862.995	2402802.89	478092.73	2265512.19				9	99927.886	2412205.51	1999	Strasbourg Basse-Rhin Strasbourg	15000	999	
32700	15600	606862.995	2402802.89	643745.81	2603139.11				10	881086.257	2470393.2	2000	Metz Lorraine Moselle	13500	8810	
32700	19500	606862.995	2402802.89	402052.744	2464423.2				11	897120.213	1799746.66	2001	Toulouse Occitanie Languedoc-Roussillon	19400	897	
32700	16000	606862.995	2402802.89	648047.45	2627047.78				12	298180.906	2253485.88	2002	Nantes Pays de la Loire Loire-Atlantique	13000	298	
32700	17000	606862.995	2402802.89	804427.59	2261510.95				13	589169.526	2426050.59	2003	Paris Ile-de-France Yvelines	5000	589	
32700	13500	606862.995	2402802.89	881086.257	2470393.2				14	804427.59	2261510.95	2005	Dijon Bourgogne-Franche-Comté Côte-d'Or	17000	80	
32700	19610	606862.995	2402802.89	294223.043	23575841.18				15	724533.337	1846779.47	2005	Montpellier Occitanie Hérault	15000	724	
32700	24000	606862.995	2402802.89	657999.586	2082750.67				16	592093.781	2442832.42	2006	Paris Ile-de-France Val-d'Oise	21000	592	
32700	13000	606862.995	2402802.89	298180.906	2235485.88				17	760706.946	2050351.83	2005	Saint-Étienne Auvergne-Rhône-Alpes Loire	19400	760	
32700	11200	606862.995	2402802.89	603113.432	2080800.38				18	856169.621	1813417.46	2006	Marseille Provence-Alpes-Côte-d'Azur Bouches-du-Rhône	17000	856	
32700	19400	606862.995	2402802.89	760708.946	2050351.83				19	604103.615	2418505.58	2007	Paris Ile-de-France Val-de-Marne	17000	604	
32700	15000	606862.995	2402802.89	999272.986	2412205.51				20	643745.81	2603139.11	2007	Toulouse Occitanie Haute-Garonne	15600	643	
32700	19900	606862.995	2402802.89	869547.85	2024395.46				21	869547.85	2024395.46	2007	Greenoble Auvergne-Rhône-Alpes Isère	19900	86	
32700	31000	606862.995	2402802.89	369373.927	1986187.75				22	102022.619	2403037.11	2008	Brest Bretagne Finistère Ile-et-Vilaine	17500	102	
32700	17500	606862.995	2402802.89	102022.619	2403037.11				23	509821.915	2482000.58	2008	Rouen Normandie Seine-Maritime	19600	509	
32700	17340	606862.995	2402802.89	806174.47	1889648.75				24	294223.043	23575841.18	2008	Rennes Bretagne Ille-et-Vilaine	19610	294	
32700	15000	606862.995	2402802.89	724533.337	1846779.47				25	478093.738	2265512.19	2008	Toulouse Occitanie Haute-Garonne	17000	478	
32700	16000	606862.995	2402802.89	523131.401	1834846.39				26	717906.946	2474433.99	2010	Reims Champagne-Ardenne Marne	17000	717	
32700	16300	606862.995	2402802.89	835981.746	1833023.68				27	806174.47	1889584.75	2010	Avignon Provence-Alpes-Côte-d'Azur Vaucluse	17340	806	
32700	17000	606862.995	2402802.89	856169.621	1814317.46				28	402022.744	2464422.3	2011	Caen Normandie Calvados	19500	4020	
32700	24000	606862.995	2402802.89	657993.365	2082750.67				29	057993.365	2082750.67	2014	Clermont-Ferrand Auvergne-Rhône-Alpes Puy-de-Dôme	24000	057	
32700	4045572.476	606862.995	2402802.89	509929.305	2403037.11					296008.955	1836954.43	2015	Bayonne Nouvelle-Aquitaine Mouguerre	24000		

# 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.

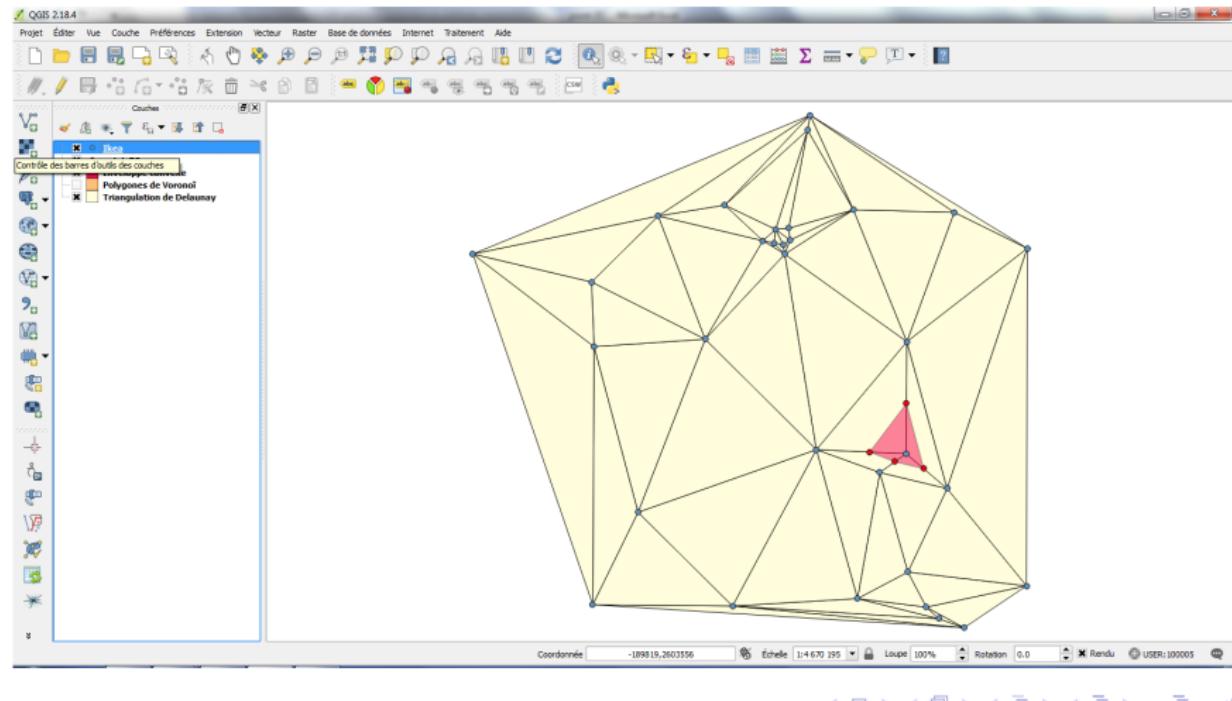


InputID	TargetID	Distance	Pstart	Pend	X1	Y1	X2	Y2	Odx	YP	ID	X	Y	Année	Nom	département	Surface
99	3	17	52203.9732	11200	19400	803113.432	2080800.38	760708.546	2050351.83	22539.515	821421.934	2093946.81					
100	3	21	87149.5705	11200	19900	803113.432	2080800.38	869547.85	2024395.46	37355.7727	774636.998	2104977.78					
101	3	29	145257.353	11200	24000	803113.432	2080800.38	657999.365	2087250.67	58953.434	862010.711	2078182.41					
102	3	14	180715.347	11200	17000	803113.432	2080800.38	804427.59	2261510.95	80965.1095	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

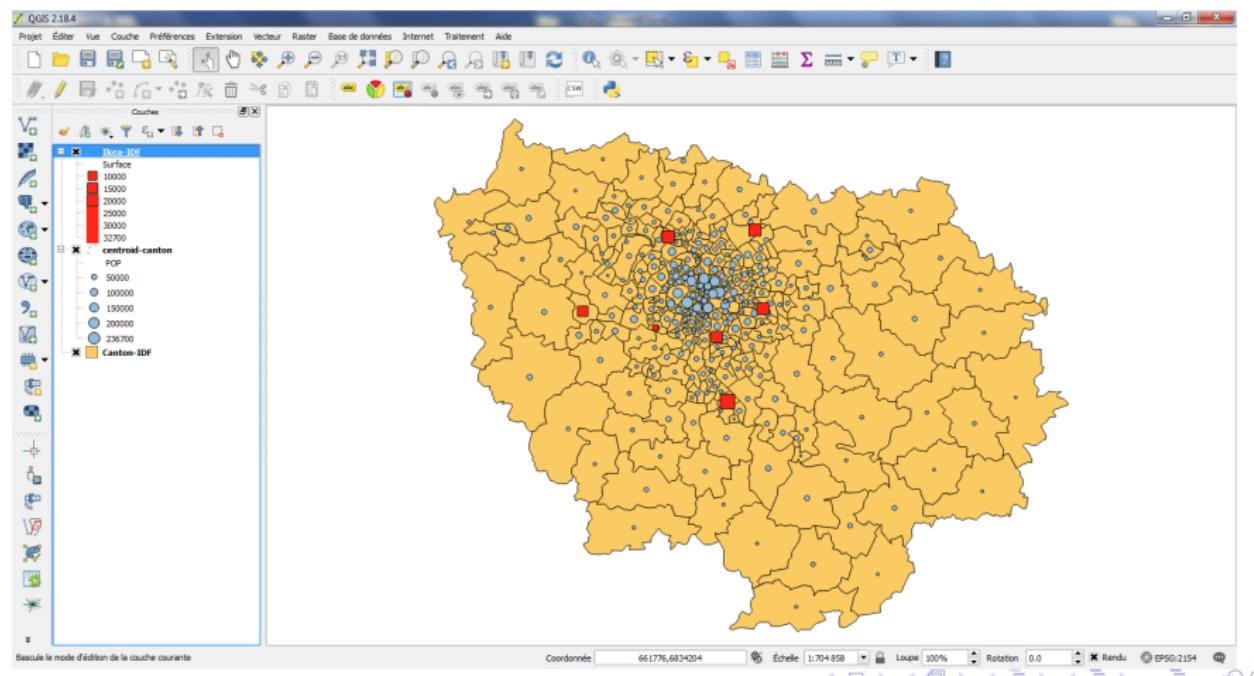
A partir de ces points, par enveloppe convexe, on peut obtenir la zone définie par ces points de partage.



# 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.

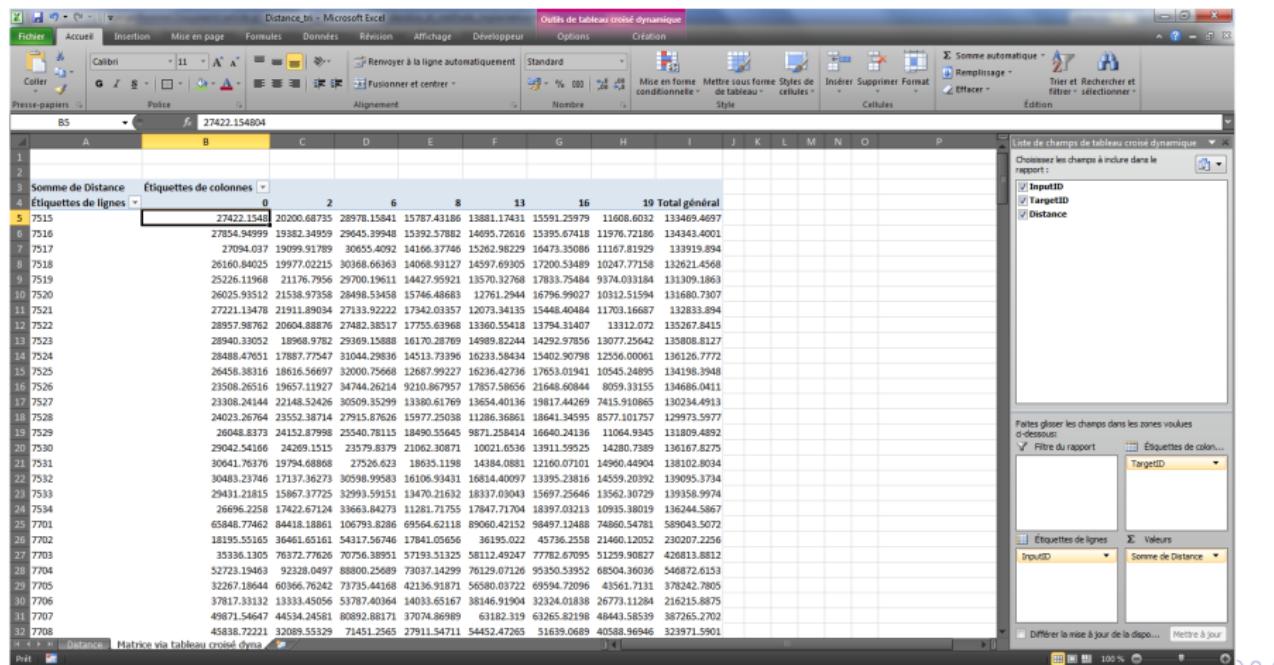
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Distance\_tri - Microsoft Excel". The data is organized into three columns: "InputID" (A), "TargetID" (B), and "Distance" (C). The first row contains the column headers. The data consists of 32 rows, with the first 16 rows colored yellow and the next 16 rows colored blue. The "Tri" (Sort) dialog box is open in the foreground, showing the sorting criteria: "Trier par" (InputID) and "Puis par" (TargetID), both set to "Valeurs" and "Du plus petit au plus grand". The Excel ribbon is visible at the top, and the status bar at the bottom shows "Distance" and "Méthode via Google Sheets dyna".

	A	B	C
1	InputID	TargetID	Distance
2	7515	0	27422.1549
3	7515	2	20200.6874
4	7515	6	28978.1584
5	7515	8	15787.4319
6	7515	13	13881.1743
7	7515	16	15591.2598
8	7515	19	11008.6032
9	7516	0	27854.95
10	7516	2	19382.3490
11	7516	6	29645.3990
12	7516	8	15392.5788
13	7516	13	14695.7262
14	7516	16	13595.6742
15	7516	19	11976.7219
16	7517	0	27994.037
17	7517	2	19099.9179
18	7517	6	30655.4092
19	7517	8	14166.3775
20	7517	13	15262.9823
21	7517	16	18473.3509
22	7517	19	11167.8193
23	7518	0	26160.8403
24	7518	2	13997.0222
25	7518	6	30368.6636
26	7518	8	14068.9313
27	7518	13	14597.6931
28	7518	16	17200.5349
29	7518	19	10247.7716
30	7519	0	25226.1197
31	7519	2	21176.7956
32	7519	6	29700.1961

# 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.



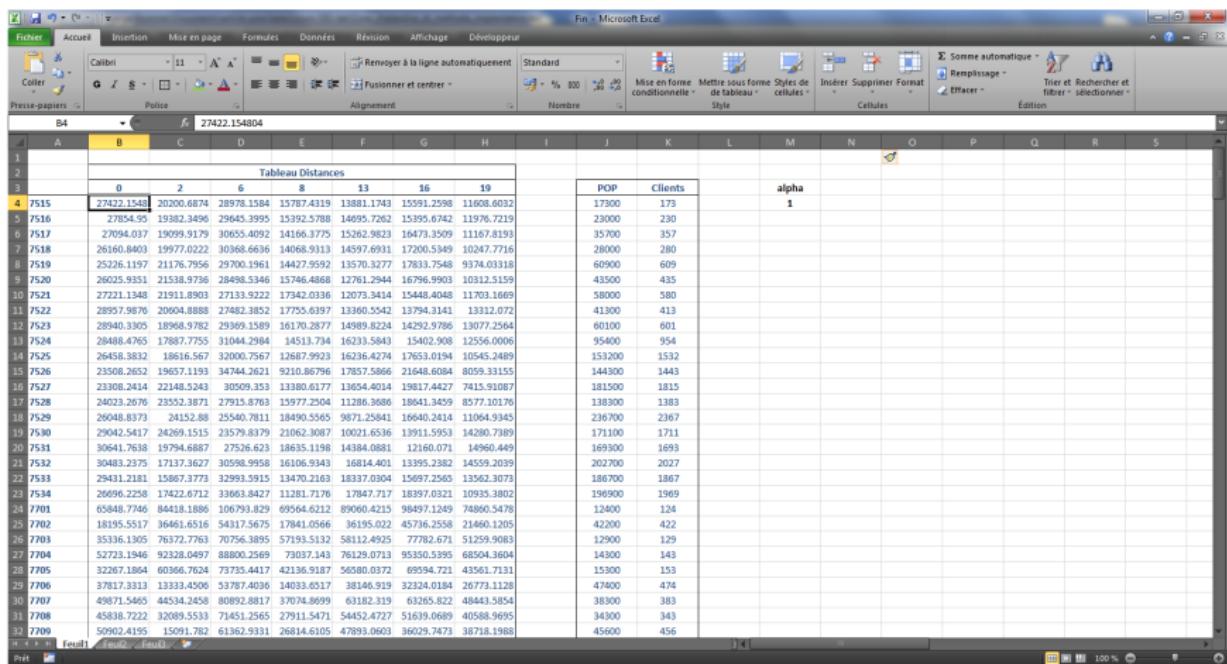
The screenshot shows a Microsoft Excel window with the following details:

- File:** Distance\_tri - Microsoft Excel
- Tab:** Accueil (Home)
- Table:** A cross-tabulation table with columns labeled 0, 2, 6, 8, 13, 16, and 19. The first row is labeled "Somme de Distance" and the second row is labeled "Etiquettes de lignes".
- Table Data:** The table contains numerical values representing distances, such as 27422.154804 in cell B5.
- Ribbon:** The "Tableau croisé dynamique" (PivotTable) tab is selected.
- Right Panel:** The "Liste de champs de tableau croisé dynamique" (PivotTable Fields List) pane is open, showing three fields:
  - InputID** (checked)
  - TargetID** (checked)
  - Distance** (checked)
- Bottom Panel:** The "Filtre du rapport" (Report Filter) pane is open, showing the "TargetID" field.

# 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 data in rows 4 to 7500. The data is organized into several columns: 'Tableau Distances' (Distance Table) with columns B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S; 'POP' (Population) with column B; 'Clients' (Clients) with column C; and 'alpha' with column D. The 'Tableau Distances' section contains numerical values for distances between locations. The 'POP' and 'Clients' sections contain population and client counts respectively. The 'alpha' section contains numerical values. The bottom of the screen shows the Excel ribbon and various status indicators.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
<b>Tableau Distances</b>																			
4	7515	27422,154804	0	2	6	8	13	16	19										
5	7516	27854,99	19832,3493	29645,3995	13592,5783	14895,7262	15395,6742	11976,7219											
6	7517	27094,037	19099,9179	30655,4092	14166,3775	15262,9823	16473,5059	11671,8193											
7	7518	26160,8403	19977,0222	30368,6636	14068,9133	14957,6931	17200,5349	10247,7716											
8	7519	25226,1197	21176,7956	29700,1961	14427,9592	15370,3277	17833,5748	9374,03318											
9	7520	26025,9351	21538,9738	28498,5346	15746,4868	12761,2944	16796,9903	10312,5159											
10	7521	27221,1348	21911,8903	27133,9222	17342,0336	12073,3414	15448,4048	11703,1669											
11	7522	28957,9876	20040,8883	27483,3852	13360,5542	13794,3143	13312,072												
12	7523	28940,3305	18968,9782	29369,1589	16170,2877	14989,8224	14292,9786	13077,2564											
13	7524	28488,4765	17887,7755	20444,2984	14513,734	16233,5843	15042,9008	12556,0006											
14	7525	26458,3832	18616,567	32000,7567	12667,9932	16236,4274	17653,0194	10545,2489											
15	7526	23508,2653	19657,1193	34744,2621	9210,8679	17857,5866	21648,6084	8059,3155											
16	7527	23308,2418	22148,5264	30509,353	13380,6177	13854,4014	19817,4427	7415,1087											
17	7528	24023,2676	19552,3871	27915,8763	13977,2500	12286,3086	18641,3459	8577,10176											
18	7529	26048,8373	24152,88	25540,7911	18490,5565	9871,25841	16640,2414	11064,9345											
19	7530	29042,5417	24269,1515	23579,8379	21062,3087	10021,6536	13911,5953	14280,7989											
20	7531	30641,7638	19794,6887	27526,623	18635,1198	14384,0881	12160,071	14960,449											
21	7532	30483,2375	17137,3627	30598,9958	16106,9343	16814,401	13395,2382	14559,2039											
22	7533	29431,2181	15867,3773	32993,5915	13470,2183	18337,0304	15697,2560	13362,3073											
23	7534	26696,2258	17422,6712	33663,8427	12181,7179	17847,717	18397,0321	10935,3802											
24	7535	65848,7746	84418,1886	106793,829	69564,6216	89660,4215	98497,1249	74860,5478											
25	7536	18195,5517	36461,6516	54317,5675	17841,0566	36195,022	45736,2558	21460,1205											
26	7537	35336,1305	76372,776	10756,3895	57193,5133	58112,4925	77782,671	51259,9083											
27	7538	52723,1946	92328,0497	88800,2569	73037,141	76129,0713	95350,3395	68504,3604											
28	7539	32267,1864	60366,7624	56580,372	42136,9187	69594,721	43561,7131	15300											
29	7540	37817,3313	13333,4506	53787,4036	14033,6517	38164,9159	32324,184	26773,1128											
30	7541	49871,5465	44534,2458	80892,8817	37074,8699	61382,319	63265,822	48443,5854											
31	7542	45838,7222	32089,5533	71451,2565	27911,5471	54452,4727	51639,0689	40588,9695											
32	7543	50902,4195	15091,782	61362,9331	26814,6109	47893,0693	36029,7473	38718,1968											

## La zone de chalandise et ses techniques

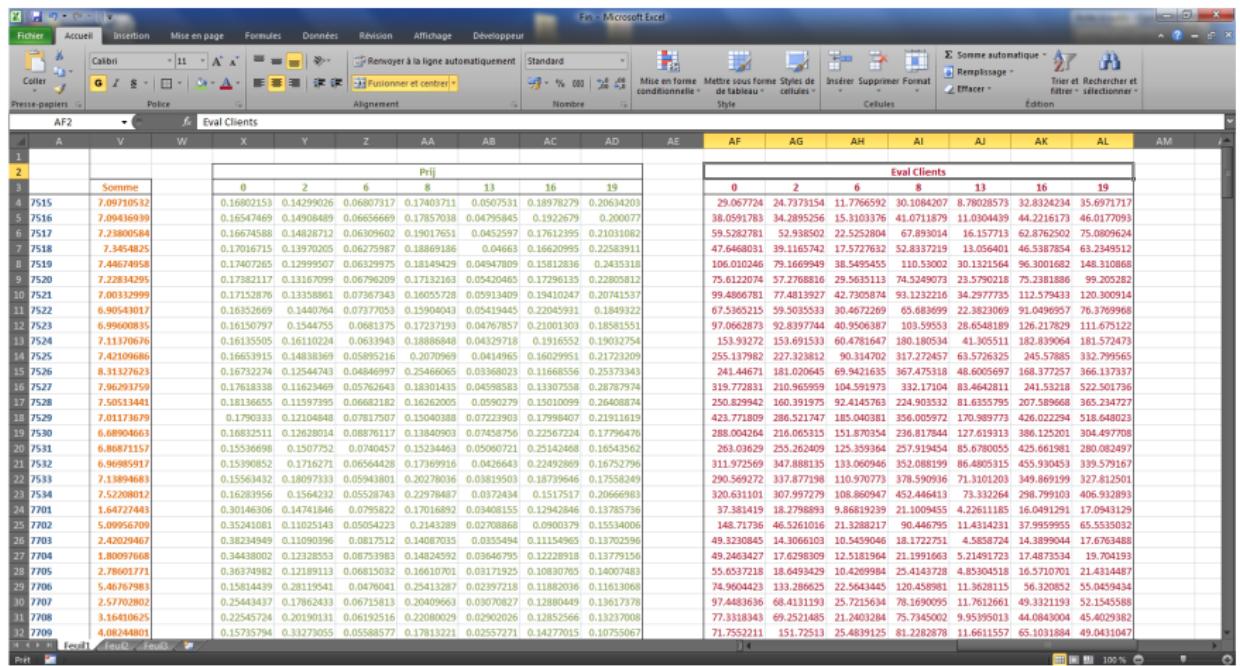
## Huff, centroides et tri

On procède alors aux calculs des opportunités.

# 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.



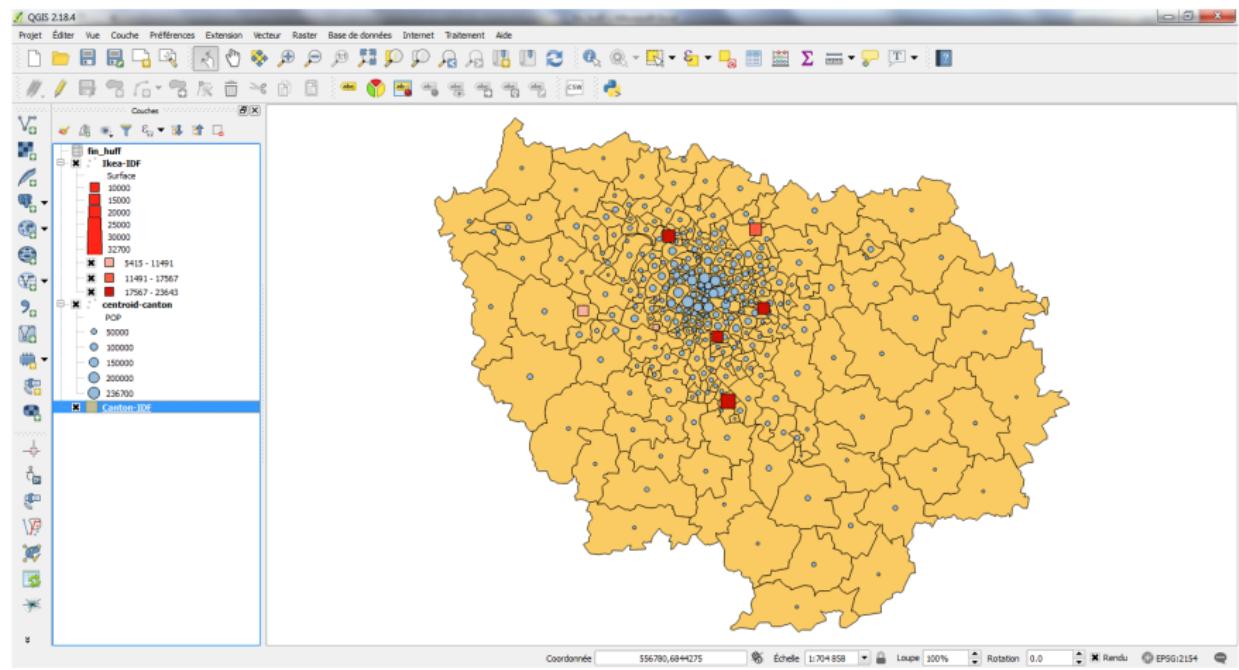
The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Eval Clients' with data for 75 clients. The columns represent various client characteristics and their probabilities. The data is organized into two main sections: 'Somme' (Sum) and 'Prix' (Price).

Client	Somme	Prix										Eval Clients									
		0	2	6	8	13	16	19	0	2	6	8	13	16	19						
7515	7.09709532	0.168002153	0.14299026	0.06807317	0.13403711	0.0507531	0.18978279	0.20634203	29.067724	24.7373154	11.7766592	30.1084207	8.78028573	32.8324234	35.697717						
7516	7.09436939	0.16547469	0.14906489	0.06656669	0.17857038	0.04795845	0.1922679	0.200077	38.0591783	34.2895256	15.3103376	41.0711879	11.0304439	44.2216173	46.0177093						
7517	7.23800584	0.16674588	0.14828712	0.0639696	0.19017951	0.04529557	0.17612995	0.21031082	59.5282781	52.938204	22.5252804	67.893014	16.157713	62.8762502	75.089624						
7518	7.34654825	0.17016715	0.13970205	0.06275987	0.18869186	0.046463	0.16620995	0.22583911	47.6468031	39.1165742	17.5772632	52.8337213	13.0564041	46.5387854	63.2349512						
7519	7.44674958	0.17407265	0.06329957	0.06329957	0.18149429	0.04947805	0.15812836	0.2435318	106.010246	79.1669594	38.5495455	110.53003	30.1321564	96.3001682	148.310868						
7520	7.22834295	0.17382117	0.13167099	0.06760209	0.17132163	0.05420461	0.17290133	0.22805812	75.6122074	72.7878816	29.5635113	74.3429074	23.5790218	75.2381886	99.205282						
7521	7.00332999	0.17152876	0.13358861	0.07367343	0.16055728	0.05913409	0.19410247	0.20741537	99.4866781	77.4813927	42.7305874	93.1232216	34.2977735	112.579433	120.300914						
7522	6.90543017	0.16352669	0.1440764	0.07377035	0.15904043	0.05419445	0.22045931	0.1849322	67.5365215	59.5035533	30.4672269	65.683699	22.3823069	91.0496579	67.3769968						
7523	6.99600835	0.16150759	0.15447755	0.06813075	0.17237193	0.04767857	0.2010103	0.18581551	97.0962873	92.8397744	40.9506378	103.59553	26.6548189	126.217829	111.675122						
7524	7.11370676	0.16135505	0.16110204	0.0633948	0.18886486	0.04327971	0.1916552	0.19032754	153.93272	153.691553	60.4781647	180.180534	41.305511	182.839064	181.574274						
7525	7.42109686	0.16663915	0.14838369	0.05895216	0.2070969	0.0414965	0.16029951	0.21723209	255.137982	227.323812	90.314702	317.274257	63.5726325	245.57885	312.799565						
7526	8.31372623	0.16732274	0.12544743	0.0484697	0.25466065	0.03638023	0.1686556	0.25737343	241.44671	181.020645	69.9421635	67.473318	48.6005967	168.377257	166.137337						
7527	7.96293797	0.17691838	0.11623469	0.05762643	0.18304143	0.04598583	0.13307258	0.28787974	319.772831	106.59599	40.5193793	332.17104	83.4642811	241.533218	522.501736						
7528	7.50513441	0.18136655	0.11597393	0.06682182	0.16262005	0.059279	0.15015909	0.26408874	250.82942	160.3911975	92.4145763	224.903332	81.6353795	207.589668	365.234727						
7529	7.01173679	0.1790333	0.12104846	0.08717507	0.15040388	0.07223903	0.17989407	0.21191619	423.771809	52.261747	185.0403811	516.005977	170.989773	426.022294	518.648023						
7530	6.68904663	0.16852511	0.12628014	0.08870117	0.13840903	0.07453795	0.22567224	0.17796476	288.004264	218.005313	151.870784	236.81784	127.019313	386.125201	304.497708						
7531	6.86871157	0.15536698	0.15075702	0.07404557	0.15234463	0.05069721	0.25124468	0.165431562	263.03629	25.2624049	125.3593164	257.914545	85.6780005	125.6611981	280.024947						
7532	6.96989519	0.15390852	0.1716271	0.06544284	0.17169916	0.0426643	0.22492669	0.16752796	311.972569	347.888153	133.690946	152.088199	86.4805315	455.930453	339.579167						
7533	7.13894683	0.15563632	0.18097333	0.05943801	0.20278006	0.03819503	0.18739646	0.17558249	290.569272	337.877198	110.970773	378.590936	71.3101203	349.869199	327.812501						
7534	7.52200812	0.16203856	0.15684232	0.05528743	0.22978487	0.0377434	0.1517517	0.20666983	320.631101	307.992779	108.869074	452.446413	73.332264	298.799103	406.932893						
7701	1.64727448	0.30146306	0.14741846	0.0795822	0.17016893	0.03406155	0.12492468	0.18757959	37.383419	28.7789893	9.6861939	21.10049545	4.22611185	16.0491291	17.976132						
7702	5.09956709	0.35241081	0.11052145	0.05054223	0.2143289	0.02708868	0.0900793	0.15534006	148.71736	46.5621016	21.3288217	90.464476	11.4314231	37.995955	65.5353052						
7703	2.42029467	0.38234949	0.11090399	0.0871571	0.14087035	0.0355458	0.15514965	0.17025956	49.3230845	44.3061065	10.5459469	18.7127251	4.5858724	14.3899044	17.6763488						
7704	1.80097668	0.34438802	0.12328353	0.08753983	0.14842492	0.03646793	0.12228918	0.17797156	49.2463427	17.6298309	12.5181964	21.1391661	5.12491723	17.4873534	17.904193						
7705	2.78601771	0.36397492	0.12189113	0.06810523	0.16010701	0.03171925	0.18082075	0.14007483	55.0537128	18.0493284	25.4143728	48.5364518	16.5710701	21.4314487							
7706	5.46796793	0.15814439	0.21881154	0.04760461	0.25413287	0.02397218	0.18182036	0.116131066	74.9004243	133.286625	22.5643445	10.458981	11.3628115	56.320285	55.0459434						
7707	2.57702802	0.25443433	0.17862433	0.06751813	0.20409663	0.03070827	0.18208049	0.161637378	97.4483636	68.4113193	25.7215634	78.1690095	11.7612661	49.3312193	55.2545568						
7708	3.16620625	0.22545724	0.20190131	0.06182516	0.22080206	0.02920206	0.18252566	0.13237008	77.3318343	69.2521485	21.2402384	75.7345002	9.93595013	44.0840044	45.4029982						
7709	4.08244801	0.15735794	0.33270505	0.05588577	0.17813221	0.02557271	0.14277015	0.10755067	71.7552211	151.172513	25.3891205	81.2282878	11.6611557	65.1031884	49.0431047						

# La zone de chalandise et ses techniques

## Huff, centroides et tri

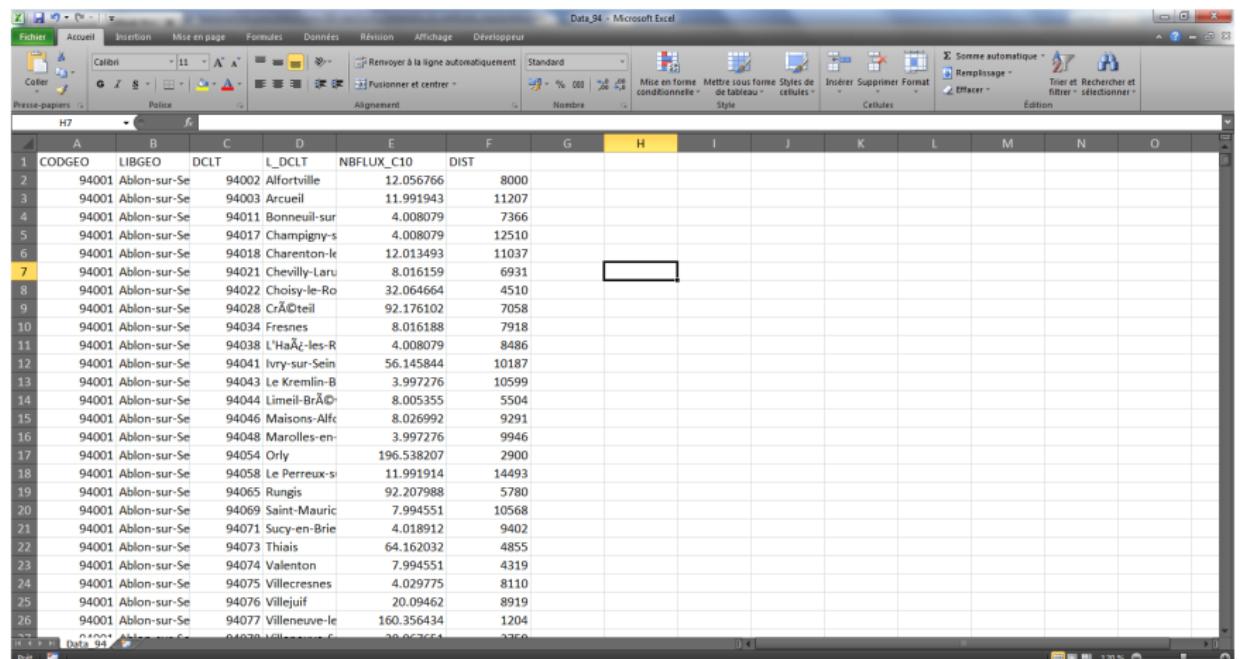
Ce calcul peut être synthétisé sous la forme d'une carte.



# 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.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Data\_94 - Microsoft Excel". The data is organized in a table with the following columns: CODEGO, LIBGEO, DCLT, L\_DCLT, NBFLUX\_C10, and DIST. The table contains 26 rows of data, with the first row serving as the header. The data includes various locations such as Ablon-sur-Seine, Alfortville, Arcueil, Bonneuil-sur-Mer, Champigny-sur-Marne, Charenton-le-Pont, Chevilly-Larue, Choisy-le-Roi, Clichy-sous-Bois, Fresnes, L'Haÿ-les-Roses, Ivry-sur-Seine, Kremlin-Bicêtre, Limeil-Brâne, Maisons-Alfort, Marolles-en-Hurepoix, Orly, Perreux-sous-Sénart, Rungis, Saint-Maurice, Sucy-en-Brie, Thiais, Valenton, Villecresnes, Villejuif, and Villeneuve-le-Roi. The "DIST" column represents distances in kilometers, ranging from 800 to 32760. The "NBFLUX\_C10" column represents the number of professional trips, with values such as 12.056766, 11.991943, 4.008079, 4.008079, 12.013493, 8.016159, 32.064664, 92.176102, 8.016188, 4.008079, 56.145844, 10187, 3.997276, 8.005355, 8.026992, 3.997276, 196.538207, 11.991914, 92.207988, 7.994551, 4.018912, 64.162032, 7.994551, 4.029775, 20.09462, 160.356434, and 30.067654.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	CODEGO	LIBGEO	DCLT	L_DCLT	NBFLUX_C10	DIST									
2	94001	Ablon-sur-Seine	94002	Alfortville	12.056766	8000									
3	94001	Ablon-sur-Seine	94003	Arcueil	11.991943	11207									
4	94001	Ablon-sur-Seine	94011	Bonneuil-sur-Mer	4.008079	7366									
5	94001	Ablon-sur-Seine	94017	Champigny-sur-Marne	4.008079	12510									
6	94001	Ablon-sur-Seine	94018	Charenton-le-Pont	12.013493	11037									
7	94001	Ablon-sur-Seine	94021	Chevilly-Larue	8.016159	6931									
8	94001	Ablon-sur-Seine	94022	Choisy-le-Roi	32.064664	4510									
9	94001	Ablon-sur-Seine	94028	Clichy-sous-Bois	92.176102	7058									
10	94001	Ablon-sur-Seine	94034	Fresnes	8.016188	7918									
11	94001	Ablon-sur-Seine	94038	L'Haÿ-les-Roses	4.008079	8486									
12	94001	Ablon-sur-Seine	94041	Ivry-sur-Seine	56.145844	10187									
13	94001	Ablon-sur-Seine	94043	Le Kremlin-Bicêtre	3.997276	10599									
14	94001	Ablon-sur-Seine	94044	Limeil-Brâne	8.005355	5504									
15	94001	Ablon-sur-Seine	94046	Maisons-Alfort	8.026992	9291									
16	94001	Ablon-sur-Seine	94048	Marolles-en-Hurepoix	3.997276	9946									
17	94001	Ablon-sur-Seine	94054	Orly	196.538207	2900									
18	94001	Ablon-sur-Seine	94058	Le Perreux-sous-Sénart	11.991914	14493									
19	94001	Ablon-sur-Seine	94065	Rungis	92.207988	5780									
20	94001	Ablon-sur-Seine	94069	Saint-Maurice	7.994551	10568									
21	94001	Ablon-sur-Seine	94071	Sucy-en-Brie	4.018912	9402									
22	94001	Ablon-sur-Seine	94073	Thiais	64.162032	4855									
23	94001	Ablon-sur-Seine	94074	Valenton	7.994551	4319									
24	94001	Ablon-sur-Seine	94075	Villecresnes	4.029775	8110									
25	94001	Ablon-sur-Seine	94076	Villejuif	20.09462	8919									
26	94001	Ablon-sur-Seine	94077	Villeneuve-le-Roi	160.356434	1204									
27	94001	Ablon-sur-Seine	94078	Villeneuve-Saint-Georges	30.067654	32760									

# 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.

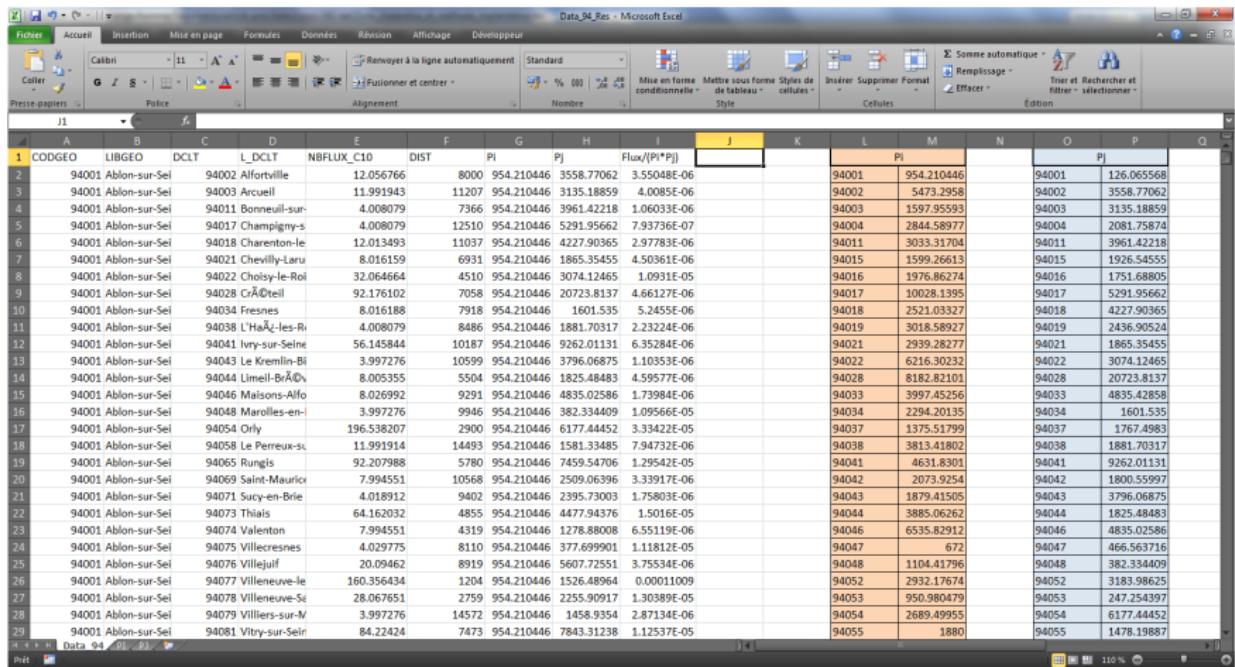
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Data\_94\_Res - Microsoft Excel". The ribbon is visible with tabs like Accueil, Insertion, Mise en page, Formules, Données, Révision, Affichage, Développeur, Options, and Création. A context menu "Outils de tableau croisé dynamique" is open over the data range B20:N4058. The data table contains two columns of data, with the second column being the target of the cross-tabulation. The right side of the screen displays the "Tableau croisé dynamique" (pivot table) interface, showing the fields used for the report: CODGEO, LIBGEO, DQLT, L\_DQLT, and NBFLUX\_C10. The report structure is defined as having "Etiquettes de lignes" (row labels) as CODGEO and "Valeurs" (values) as Somme de NBFLUX\_C10.

PI	B
1	4631.83010199999
2	Etiquettes de lignes : Somme de NBFLUX_C10
3	94001 954.210446
4	94002 5473.295798
5	94003 1597.955931
6	94004 2844.389766
7	94011 3033.317039
8	94015 1599.266129
9	94016 1976.802741
10	94017 10028.13952
11	94018 2521.033268
12	94019 3018.589268
13	94021 2939.282769
14	94022 6216.302321
15	94026 8182.821006
16	94033 3997.452556
17	94034 2294.201345
18	94037 1375.51799
19	94038 3813.418022
20	94041 4631.830102
21	94042 2073.925399
22	94043 1879.415053
23	94044 3885.06262
24	94046 6535.829116
25	94047 672
26	94048 1104.417959
27	94052 2932.17674
28	94053 950.980479
29	94054 2689.499547
30	94055 1880
31	94056 353.724488
32	94058 3410.850322

# La zone de chalandise et ses techniques

## Modèle gravitaire

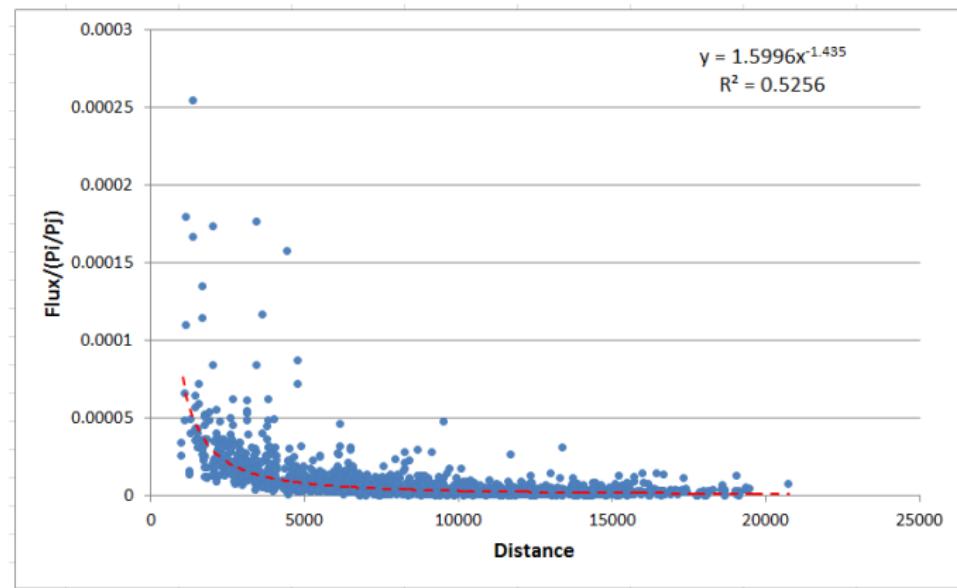
A partir de ces poids, il convient de calculer le rapport :  $Flux_{i,j}/P_i * P_j$  .



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	CODGEO	LIBGEO	DCLT	L_DCLT	NBFLUX_C10	DIST	PI	PJ	Flux/(PI*PJ)			PI		PI		
2	94001	Ablon-sur-Sel	94002	Alfortville	12.056766	8000	954.210446	3558.77063	3.55048E-06		94001	954.210446		94001	126.065568	
3	94001	Ablon-sur-Sel	94003	Arcueil	11.991943	11207	954.210446	3135.18889	4.0085E-06		94002	5473.2958		94002	3558.77062	
4	94001	Ablon-sur-Sel	94011	Bonneuil-sur-	4.008079	7366	954.210446	3961.42218	1.06033E-06		94003	1597.95593		94003	3135.18859	
5	94001	Ablon-sur-Sel	94017	Chamigny-s	4.008079	12510	954.210446	5291.56662	7.93736E-07		94004	2844.58977		94004	2081.75874	
6	94001	Ablon-sur-Sel	94018	Charenton-le-P	12.013493	11037	954.210446	4227.90365	2.97783E-06		94011	3033.31704		94011	3961.42218	
7	94001	Ablon-sur-Sel	94021	Chevilly-Larue	8.016159	6931	954.210446	1865.53555	4.50361E-06		94015	1599.26613		94015	1926.54555	
8	94001	Ablon-sur-Sel	94022	Choisy-le-Roi	32.064664	4510	954.210446	3074.12465	1.0931E-05		94016	1976.86274		94016	1751.68605	
9	94001	Ablon-sur-Sel	94028	Créteil	92.176102	7058	954.210446	20723.8137	4.66127E-06		94017	10028.1395		94017	5291.95662	
10	94001	Ablon-sur-Sel	94034	Fresnes	8.016188	7918	954.210446	1601.535	5.2455E-06		94018	2521.03327		94018	4227.90365	
11	94001	Ablon-sur-Sel	94038	Grigny-les-R	4.008079	8486	954.210446	1881.70137	2.23224E-06		94019	3018.58927		94019	2436.90524	
12	94001	Ablon-sur-Sel	94041	Ivry-sur-Seine	56.145844	10187	954.210446	9262.01131	3.65284E-06		94021	2939.28277		94021	1865.35455	
13	94001	Ablon-sur-Sel	94043	Le Kremlin-B	3.997276	10599	954.210446	3796.60875	1.1033E-06		94022	6216.30232		94022	3074.12465	
14	94001	Ablon-sur-Sel	94044	Liméil-Brâ	8.005355	5504	954.210446	1825.48483	4.59577E-06		94028	8182.82101		94028	20723.8137	
15	94001	Ablon-sur-Sel	94046	Maisons-Alf	8.026992	9291	954.210446	4835.02586	1.73994E-06		94033	3997.45256		94033	4835.42856	
16	94001	Ablon-sur-Sel	94048	Marcilles-en-	3.997276	9946	954.210446	382.334409	1.09566E-05		94034	2294.20135		94034	1601.535	
17	94001	Ablon-sur-Sel	94054	Orly	196.538207	2900	954.210446	6177.44452	3.33422E-05		94037	1375.51799		94037	1767.4983	
18	94001	Ablon-sur-Sel	94058	Le Perreux-su	11.991914	14493	954.210446	1581.33485	7.94732E-06		94038	3813.41802		94038	1881.70317	
19	94001	Ablon-sur-Sel	94065	Rungis	92.207988	5780	954.210446	7459.54706	1.29542E-05		94041	4631.8301		94041	9262.01131	
20	94001	Ablon-sur-Sel	94069	Saint-Maurice	7.994551	10568	954.210446	2509.60396	3.33917E-06		94042	2073.9254		94042	1800.55997	
21	94001	Ablon-sur-Sel	94071	Sacy-en-Brie	4.018912	9402	954.210446	2395.73003	1.75803E-06		94043	1879.41505		94043	3796.06875	
22	94001	Ablon-sur-Sel	94073	Thiais	64.162032	4855	954.210446	4477.94376	1.5016E-05		94044	3885.06262		94044	1825.48483	
23	94001	Ablon-sur-Sel	94074	Valenton	7.994551	4319	954.210446	1278.88008	6.555119E-06		94046	6535.82912		94046	4835.02586	
24	94001	Ablon-sur-Sel	94075	Villeneuves	4.029975	8110	954.210446	377.699901	1.11812E-05		94047	672		94047	466.563716	
25	94001	Ablon-sur-Sel	94076	Viry-Sur-Sel	20.09462	8919	954.210446	5607.72551	3.75534E-06		94048	1104.41796		94048	382.334409	
26	94001	Ablon-sur-Sel	94077	Villeneuve-le	160.356434	1204	954.210446	1526.48964	0.00011009		94052	2932.17674		94052	3183.98625	
27	94001	Ablon-sur-Sel	94078	Villeneuve-S	28.067651	2759	954.210446	2255.09017	1.30389E-05		94053	950.980479		94053	247.254397	
28	94001	Ablon-sur-Sel	94079	Villeneuve-S	3.997276	14572	954.210446	1458.9354	2.87134E-06		94054	2689.49955		94054	6177.44452	
29	94001	Ablon-sur-Sel	94081	Vitry-sur-Sel	84.22424	7473	954.210446	7843.31238	1.12537E-05		94055	1880		94055	1478.19887	

# 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).

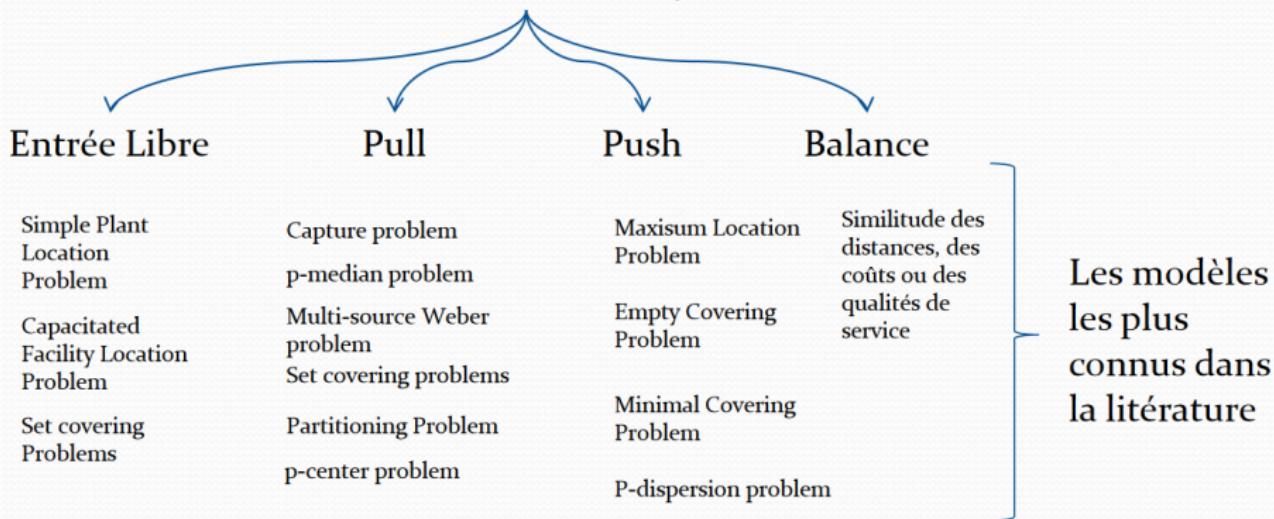
**Les problèmes Push** : on cherche à éloigner au maximum les installations de là où se situe la demande (p-dispersion).

**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

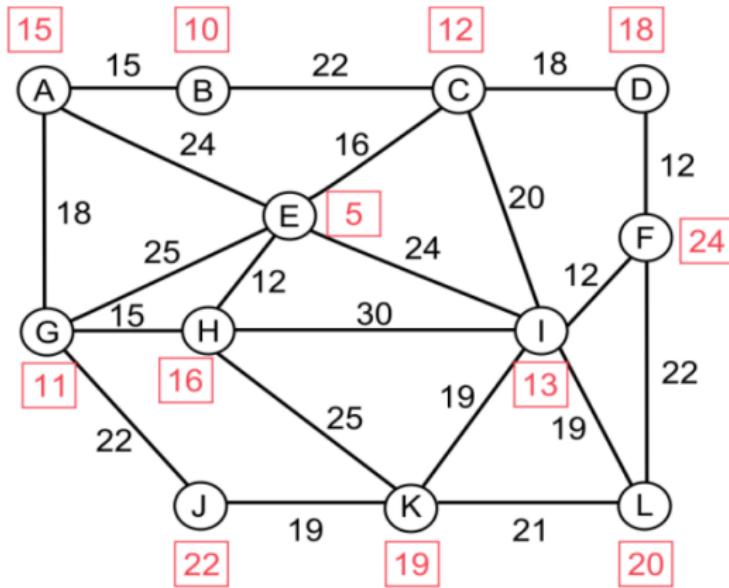
## Distancier

Ville	Site potentiel											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	15	87	55	24	60	18	88	48	40	58	67
B	15	0	22	40	38	52	33	48	42	55	61	61
C	87	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	48
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	88	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  $D_{i,j}$ .

# 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

Ville	Site potentiel											
	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	705	589	760	475	361	361	0	599
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.

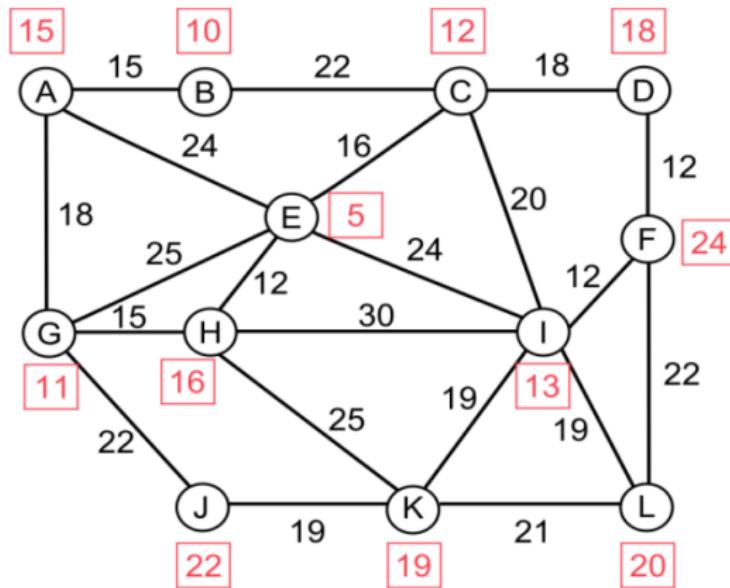
Ce problème donne naissance au problème p-median qui cherche, pour un nombre donné d'installations ( $p$ ), à minimiser la somme des distances séparant les installations retenues aux clients.

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

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

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

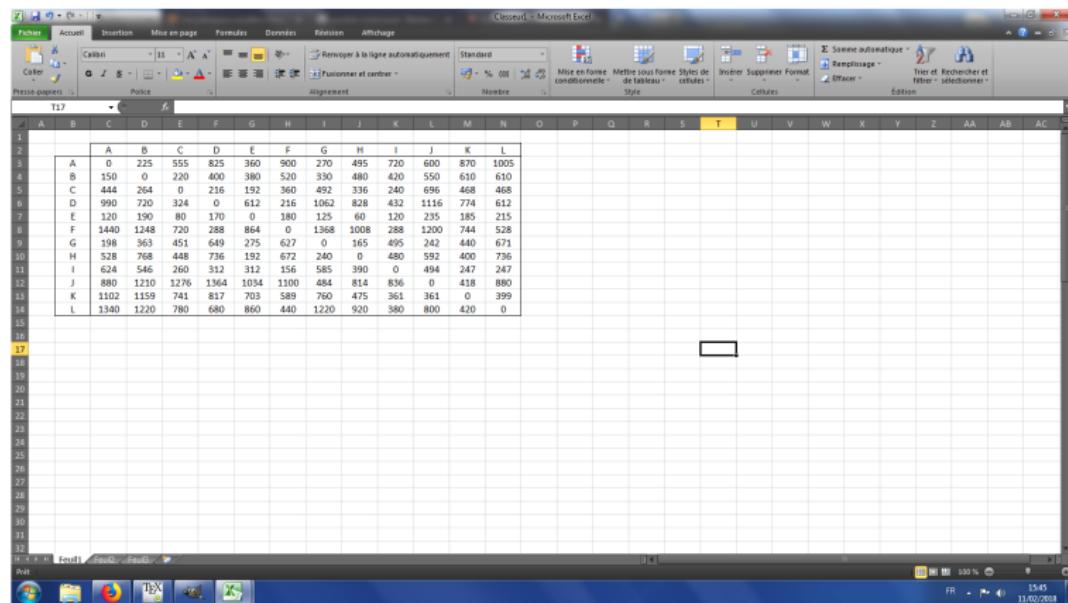
S.C les clients ne sont affectés qu'à un site ouvert :  $\sum_i^N X_{i,j} \leq Y_j \times N \forall j$

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.



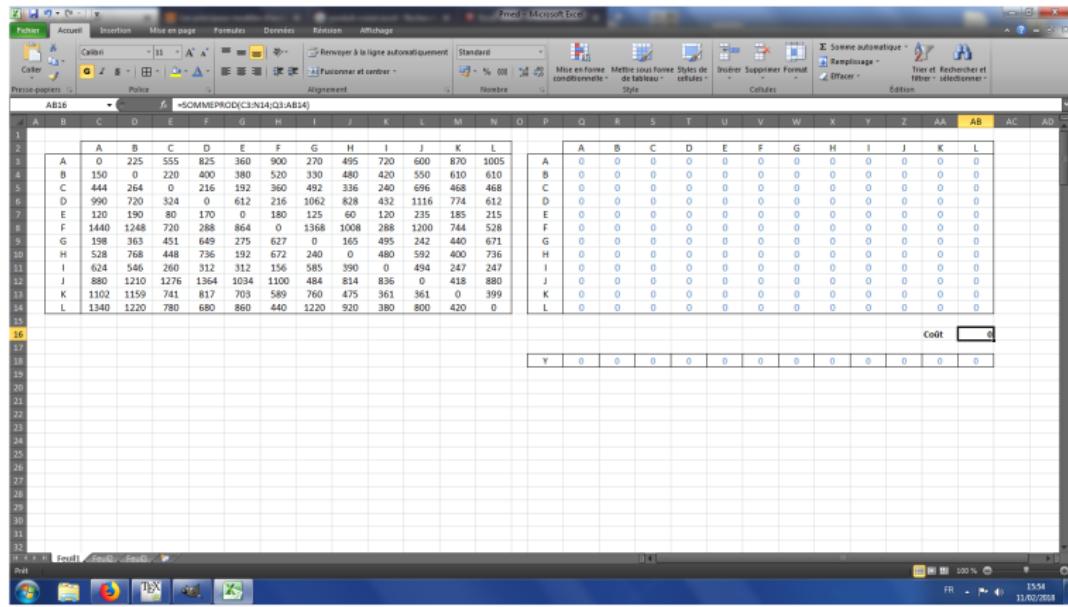
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Cours1.xlsx - Microsoft Excel'. The data is organized into a 13x13 grid. The first row and column are labeled with letters A through L. The matrix contains numerical values representing distances between locations. The first few rows of data are as follows:

	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	23	185	215
F	1440	1248	72	288	864	0	1368	1000	288	1200	744	528
G	194	363	451	649	275	627	0	165	495	242	440	671
H	528	768	44	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

# 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 a Microsoft Excel spreadsheet with two main tables. The first table, located in the top-left, is a 14x11 grid of numerical values representing distances or costs between facilities (rows A-L) and customers (columns A-L). The second table, located in the top-right, is a 14x11 grid of zeros representing the binary variables  $X_{i,j}$ . Below these tables is a 1x11 row of zeros representing the variable  $Y_j$ . The bottom-right cell of the zero matrix contains the label "Coût" with a small dropdown arrow, and the cell next to it contains the value "4". The Excel ribbon is visible at the top, showing tabs for File, Accès, Insertion, Mise en page, Formulaire, Données, Révision, and Affichage. The formula bar at the top shows the formula `=SI(MINPROD(C3:N14);Q1:AB14)`. The status bar at the bottom right shows the date "15/01 11/02/2008" and the time "13:54".

	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	268	664	0	1568	1008	288	1200	744	504	
G	539	364	451	275	672	0	365	495	260	592	671	671	
H	528	768	448	736	192	672	240	0	468	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	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

	Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	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.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with data and formulas related to a p-median problem. The data is organized into two main sections: a client demand table and a cost matrix.

**Client Demand Table (Rows 3-10, 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	452	1116	774	612	
E	120	190	80	170	0	180	125	60	120	235	185	215	
F	1440	1248	720	268	864	0	1368	1008	288	1200	744	528	
G	198	361	451	649	275	627	0	365	495	242	440	675	
H	768	480	456	456	592	672	540	0	480	592	400	736	
I	624	546	260	312	312	556	595	390	0	454	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	0	399		
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0	

**Cost Matrix (Rows 11-20, Columns A-L):**

	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	

**Formulas:**

- Cell A18:  $=\text{Somme}(\text{Q18:AB18})$
- Cell C16:  $=\text{Coût}$
- Cell P20:  $P$

**Toolbars and Menus:** Formes, Accès direct, Insertion, Mise en page, Formes, Dernières, Révision, Affichage.

## Le problème p-median

## Le simplexe avec Excel

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

Présent Microsoft Excel

Barre de menu: Fichier, Accueil, Insertion, Mise en page, Formules, Données, Révision, Affichage

Barre d'outils: Calibre, Alignement, Standard, Mise en forme conditionnelle, Styles de cellules, Insérer, Supprimer, Format, Sélection automatique, Remplissage, Effacer, Trier et Rechercher, Edition

Cellule: AB20, Formule: =AB18\*12

Tableau (15x12) :

	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	
	SUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Coût 0
		Y	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P 0

Barre d'état: Form1, 11/02/2018, 100%, 11:11

Barre de tâches: Microsoft Excel

# 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 ».

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the Solver ribbon tab selected. A dialog box titled 'Affichez et gérez les compléments Microsoft Office' (Display and manage Microsoft Office add-ins) is open, showing the 'Compléments' (Add-ins) section. The 'Complément solveur' (Solver add-in) is selected and highlighted in yellow. The main Excel window displays a data table with columns A, B, and AB, and rows 1 through 14. The data is as follows:

	A	B	AB
1			
2	A	B	
3	B	0	225
4	C	150	0
5	D	444	264
6	D	990	720
7	E	120	190
8	F	1440	1248
9	G	198	363
10	H	528	768
11	I	624	546
12	J	880	1210
13	K	1102	1159
14	L	1340	1220

The Solver dialog box shows the following setup:

- Objectif:** *AB22* (Minimiser)
- Par:** *AB22*
- Subject to the constraints:**
  - AB22 >= 0*
  - AB22 <= 1440*
  - AB22 <= 1340*
  - AB22 <= 1220*
  - AB22 <= 1159*
  - AB22 <= 1210*
  - AB22 <= 768*
  - AB22 <= 546*
  - AB22 <= 363*
  - AB22 <= 190*
  - AB22 <= 1248*
  - AB22 <= 720*
  - AB22 <= 264*
  - AB22 <= 190*
  - AB22 <= 150*
  - AB22 <= 225*
- Using the Simplex LP method**
- Presolver:** *On*
- Range names:** *AB22* (Objectif), *AB22* (Par), *AB22* (Contraintes)

# 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 add-in open. The Solver Parameters dialog box is in the foreground, and the main Excel window shows a worksheet with data and formulas.

**Solver Parameters Dialog Box:**

- Objectif à définir:** \$AB\$16
- À:** Min (radio button selected)
- Cellules variables:** \$G3:\$AD\$14:\$Q\$13:\$AD\$15
- Contraintes:** (List of constraints is present but not fully visible)
- Options:** (checkboxes for Non-negativity and Range Non-linear are checked)
- Méthode de résolution:** Simplex LP (radio button selected)

**Worksheet Data (Table 1):**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	SUM
A	0	225	555	825	360	900	27	0	0	0	0	0	0
B	150	0	220	400	380	520	33	0	0	0	0	0	0
C	444	264	0	216	192	360	49	0	0	0	0	0	0
D	990	720	324	0	612	216	108	0	0	0	0	0	0
E	120	190	80	170	0	180	12	0	0	0	0	0	0
F	1440	1248	720	288	864	0	133	0	0	0	0	0	0
G	198	363	451	649	275	627	0	0	0	0	0	0	0
H	528	768	448	736	192	672	24	0	0	0	0	0	0
I	624	546	260	312	312	156	58	0	0	0	0	0	0
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	48	0	0	0	0	0	0
K	1102	1159	741	817	705	589	76	0	0	0	0	0	0
L	1340	1220	780	680	860	440	12	0	0	0	0	0	0

**Worksheet Data (Table 2):**

	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
SUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0

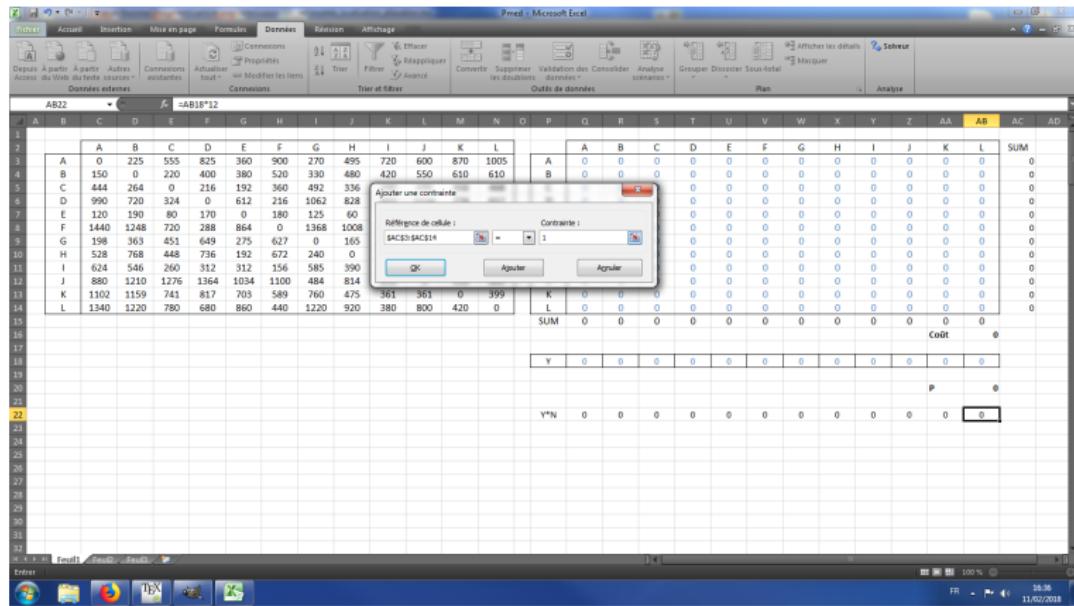
**Formulas:**

- Cell \$AB\$16: =AB18\*12
- Cell \$G3:\$AD\$14:\$Q\$13:\$AD\$15: =Table1[Q18]<=Table1[Q18]
- Cell \$Q18: =SUM(\$E\$1:\$L\$1)
- Cell \$AB\$18: =SUM(\$E\$1:\$L\$1)
- Cell \$AB\$19: =SUM(\$E\$1:\$L\$1)

# Le problème p-median

## Le simplexe avec Excel

Ensuite, on ajoute les contraintes d'affectation.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Pmed - Microsoft Excel". The spreadsheet contains a cost matrix and a constraint dialog box.

**Cost Matrix:**

	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	316					
D	990	720	324	0	612	216	1062	828					
E	120	190	80	170	0	180	125	60					
F	1440	1248	720	288	864	0	1368	1008					
G	198	363	451	649	275	627	0	165					
H	528	768	448	736	192	672	240	0					
I	624	548	260	312	312	156	585	390					
J	880	1210	1276	1364	1034	1100	484	814					
K	1102	1159	741	817	705	589	760	475	361	361	0	399	
L	1340	1220	780	680	860	440	1220	920	380	800	420	0	

**Constraint Dialog Box:**

Reference to cell: \$AC\$3:\$AC\$14  
Constraint: 1

**Buttons:** OK, Ajouter, Annuler

**Cells:**

- Cell A1: SUM
- Cell A2: Coût
- Cell A3: Y
- Cell A4: P
- Cell A5: Y\*N

## Le problème p-median

## 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.

The screenshot shows a Microsoft Excel window with the Simplex Solver dialog box open. The dialog box is titled "Paramètres du solveur" and contains the following settings:

- Objectif à définir :** \$A\$15 (Min)
- À :** \$A15
- Cellules variables :** \$Q\$15:\$H\$15
- Contraintes :**
  - \$Q\$15:\$H\$15 = 1
  - \$Q\$15:\$H\$15 <= \$Q\$22:\$H\$22
  - \$Q\$15:\$H\$15 = binnaire
  - \$Q\$23:\$H\$24 = binnaire
- Rendre les variables sans contrainte non négatives
- Sélectionnez une résolution :** Simplexe (P)
- Méthode de résolution :** Sélectionnez le moteur GRG non linéaire pour les problèmes non linéaires simples de solveur. Sélectionnez le moteur Simplex PL pour les problèmes linéaires, et le moteur évolutionnaire pour les problèmes complexes.

The background spreadsheet shows a 12x12 matrix of data, with the formula  $=AB1*12$  in cell A1. The columns are labeled A through L, and the rows are labeled 1 through 14. The matrix contains various numerical values, with some cells in the first row (A1-L1) and first column (A1-A12) being zero. The rightmost column is labeled "SUM". The bottom row is labeled "Coût".

## 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.

Arbeitsmappe: Fred - Microsoft Excel

Données à partir de la feuille source externe "Données externes" (Filtre)

Connexions

Propriétés

Modifiez les connexions

Trier

Filtrer

Supprimer les doublons

Validation des données

Consolidation

Grouper

Rechercher

Supprimer

Analyses sommaires

Attacher des détails

Masquer

Se connecter

AB22

A1

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

A 0 225 555 825 560 900 270 600 870 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 880 120 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 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 0

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

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

Print

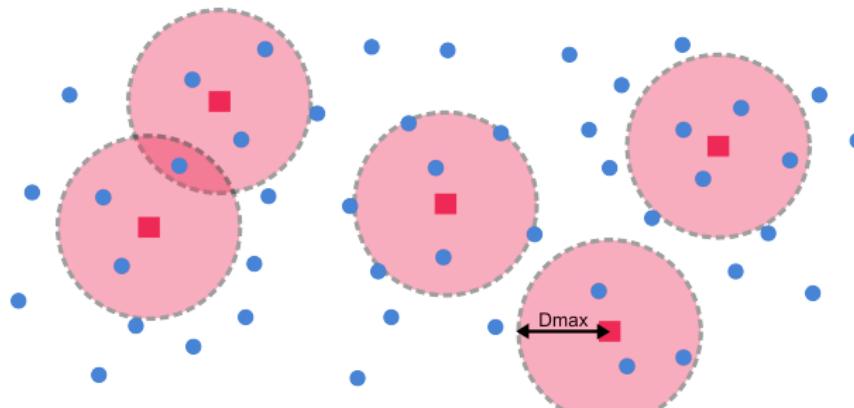
100% 11/02/2018 18:45

- 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 : 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 : 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  $A_{i,j} = 0$ .