

L'ACHEMINEMENT DU FRET DANS LES VILLES



pour en savoir plus...
eivp-paris.fr

Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris
15, rue Fénelon
75010 Paris

Année 2012

Résumé

De nos jours la question de savoir quels sont les meilleurs moyens pour l’acheminement du fret est toujours d’actualité dans de nombreuses agglomérations, puisque il est difficile d’y répondre compte tenue de tous les paramètres, certains aléatoires, d’autres mal définis.

L’étude suivante est une étude préalable à la construction d’un outil permettant de constater les solutions pour une ville donnée, selon des hypothèses claires et le plus juste possible.

L’estimation des consommations en produits alimentaires et électroménagers pour une ville fictive de 100 000 habitants est réalisée, ainsi qu’une description des différents types de fret. Ensuite différents scénarii sont envisagés (selon le nombre et la taille des dépôts et des commerces). Les résultats sont présentés sous formes de tableaux réalisés grâce au logiciel Excel et cartographient les différents flux.

Mots-clés

Modélisation, fret, marchandises, ville fictive, trafic, Excel, cartographie

Abstract

Nowadays the question to know what is the best way for the routing of the freight is still a current issue in urban areas, because it is difficult to answer it by considering all parameters, some are unpredictable, some are badly defined.

The following study is a preliminary study for the construction of a tool allowing to notice the solutions for a predefined city, according to the clearest and honest hypotheses.

The estimation of the consumptions in foodstuffs and household electrical appliances for a fictitious city of 100 000 inhabitants is realized, as well as a description of the various types of freight. Then different scenarios are considered (according to the number and the size of the warehouses and stores). The results are listed on boards realized with the software Excel and they map the various flows.

Key-words

Modeling, freight, goods, fictitious city, traffic, Excel, cartography

Remerciements

Nous tenons à remercier Mr. Bernard Beauzamy, directeur de la société de mathématiques SCMSA, pour nous avoir reçu régulièrement dans ses locaux, pour nous avoir encadré et conseillé durant toute la durée du projet travaux études et recherches.

Sommaire

Introduction	5
I - Les consommations pour une ville fictive	6
a) <i>Les marchandises alimentaires</i>	6
b) <i>Les marchandises électroménagères</i>	8
c) <i>Le courrier</i>	9
II – Caractérisation du fret pour notre ville	9
a) <i>Les différents types de fret</i>	9
b) <i>Les flux pour l’acheminement jusqu’à la ville</i>	13
c) <i>Les flux internes</i>	14
i- <i>Les denrées périssables</i>	14
ii- <i>Les denrées non périssables</i>	14
iii- <i>L’électroménager</i>	15
III - Cartographie des flux et paramètres sur lesquels agir	16
a) <i>Scénarii faisant varier le nombre d’entrepôts (à nombre de points de ventes constant)</i>	16
i-1er scénario : 3 entrepôts	20
ii-2ème scénario : 1 entrepôt	21
iii-3ème scénario : 10 entrepôts	22
b) <i>Scénarii faisant varier le nombre de points de vente (à nombre d’entrepôts constant égal à 3)</i> 24	
i-1er scénario : 20 supermarchés	25
ii-2ème scénario : 10 supermarchés	28
Conclusion	30
Annexe : GANTT du projet	31
Bibliographie	32

Introduction

Dans toute agglomération, l’acheminement du fret pose problème. En effet de nombreuses questions subsistent telles que : Doit-on favoriser les commerces de proximité ou inciter les usagers à se rendre aux supermarchés en périphérie ? Peut-on aménager des transports pour la livraison de colis ? Quelle part du fret doit être acheminée par camions, par trains ou par d’autres moyens de transports ? Comment organiser la logistique de transport à l’intérieur de la ville ?

Les paramètres à prendre en compte sont alors très nombreux et parfois mal définis ou pas très clairs. Il est difficile de prévoir l’acheminement de manière optimale puisque de nombreux paramètres aléatoires rentrent en compte (bouchons ou accidents sur la route, le mauvais temps qui peut retarder les trains, etc.).

Aujourd’hui pour répondre à ces questions, le paramètre économique est prioritairement utilisé, c’est-à-dire que l’on discute en termes de coût à la livraison (ou de coût de retard à la livraison) puis l’on recherche ensuite un optimum. Mais une telle approche ne peut être appréciée, puisque le résultat dépend de nombreuses hypothèses, qui doivent être convenablement explicitées et le plus juste possible, ce qui n’est généralement pas le cas.

Notre étude consiste en une étude préalable pour la construction d’un démonstrateur permettant l’investigation de plusieurs solutions selon une ville donnée, de manière claire et honnête. Il sera alors possible d’estimer les conséquences en termes de trafic, d’économie et de pollution urbaine.

La problématique pour notre étude est alors posée : **Quels sont les moyens différents de livrer des mêmes quantités ?**

Pour cette étude préalable, nous allons premièrement évaluer les consommations en termes d’**alimentation** et d’**équipement** pour une ville fictive de 100 000 habitants (on estimera également les quantités de courrier, comme éléments de comparaison). On supposera par la suite que ces consommations sont constantes, tout comme le nombre d’habitants. Ensuite on étudiera les différents types de fret et l’on cherchera à déterminer ce qu’il en est pour notre ville fictive. Puis finalement, nous verrons quelles caractéristiques il est possible de changer pour répondre au mieux au problème. Différents scénarii seront donc envisagés.

On cherche alors à trouver des solutions optimales selon les différents paramètres (nombre et taille des dépôts et des commerces) afin d’évaluer les conséquences en termes de transport.

Les résultats sont pour la plupart représentés (et arrondis) sur tableur Excel et pourront être utilisés comme référence pour le futur démonstrateur. Nous ne rentrerons pas dans les détails en ce qui concerne la localisation des différents éléments (dépôts, gares, commerces,...) car ici le problème deviendrait très complexe : Il faudrait affecter à chaque élément des coordonnées qui influenceraient sur les temps de trajets et distances parcourues, or ce n’est pas le propos ici.

De nombreuses hypothèses ou estimations seront effectuées, et donc présentées de manières précises.

I - Les consommations pour une ville fictive

a) Les marchandises alimentaires

L’AFSSA (agence française de sécurité sanitaire des aliments) a publié l’INCA (Etude Individuelle National des Consommations alimentaires) en 1999, puis l’INCA 2 en 2007. Les consommations en g/hab/j selon les produits sont alors estimées en se basant sur ces rapports. Ensuite on réalise le calcul pour trouver **les consommations totales annuelles**.

Le tableau suivant représente ces consommations :

catégorie	Produit	consommation en g/hab/j	consommation en t/j	consommation annuelle en kt
légumes-fruits	légumes	141	14,10	5,15
céréales	pain, céréales	129	12,90	4,71
viandes-poissons	viandes	69	6,90	2,52
légumes-fruits	pommes de terres	66	6,60	2,41
viandes-poissons	charcuterie	39	3,90	1,42
féculents	pâtes et riz	67	6,70	2,45
produits laitiers	fromages et produits laitier (hors lait)	146	14,60	5,33
légumes-fruits	fruits	145	14,50	5,29
pâtisseries et viennoiseries	pâtisseries et viennoiserie	55	5,50	2,01
viandes-poissons	volailles et gibiers	39	3,90	1,42
viandes-poissons	poissons	30	3,00	1,10
snack	snack	79	7,90	2,88
produits laitiers	lait	120	12,00	4,38
œufs	œufs	19	1,90	0,69
gateaux	chocolats, confiseries	16	1,60	0,58
gateaux	biscuits	11	1,10	0,40
boissons non alcoolisées	jus de fruits	56	5,60	2,04
boissons non alcoolisées	sodas	42	4,20	1,53
viandes-poissons	crustacés	6	0,60	0,22
gateaux	biscuits salés	4	0,40	0,15
gateaux	légumes secs	11	1,10	0,40
viandes-poissons	abats	3	0,30	0,11
			TOTAL en kilotonnes	43,62

Ensuite pour les boissons alcoolisées et autres boissons, les consommations en g/hab/j sont fournies par l’INSEE, et les résultats sont les suivants :

Boissons alcoolisées

	consommation en g/hab/j	consommation en kt
vin champagne	111	4,05
autres alcools	17	0,62
bière	28	1,02
cidre	4	0,15
TOTAL en kilotonnes		5,84

Autres boissons

	consommation en g/hab/j	consommation en t/j	consommation annuelle en kt
eau minérale	288	28,80	10,51
café	220	22,00	8,03
soupe	86	8,60	3,14
autres boissons chaud	73	7,30	2,66
TOTAL en kilotonnes			24,35

On a alors par catégorie :

	Consommation en kt
légumes-fruits	12,85
céréales	4,71
viandes-poissons	6,79
féculeux	2,45
produits laitiers	9,71
pâtisseries et viennoiseries	2,01
snack	2,88
gateaux	1,53
œufs	0,69
Boissons non alcoolisées	27,92
Boissons alcoolisées	5,84
TOTAL	77,38

Les consommations annuelles pour la ville en marchandises alimentaires s'élèvent donc à environ **77 kt** :

consommation annuelle en ktonnes	
denrées périssables	
Produit réfrigéré	viandes-poisson 6,79
	légumes-fruits 12,85
Produit réfrigéré	produits laitiers 9,71
	pâtisseries et viennoiseries 2,01
Produit réfrigéré	snack 2,88
	œufs 0,69
	TOTAL périssables (réfrigérées) 19,38
	TOTAL périssables (non réfrigérées) 15,55
denrées non périssables	
	féculeux 2,45
	boissons alcoolisées 5,84
	boissons non alcoolisées 27,92
	céréales 4,71
	gateaux 1,53
	TOTAL non périssables 42,45
	TOTAL 77,38

b) Les marchandises électroménagères :

En se basant sur les données fournies par l'INSEE, le tableau suivant représente les pourcentages de personnes et de ménages selon la catégorie socioprofessionnelle, et donne le pourcentage de ceux-ci possédant un appareil électroménager. Pour notre étude, nous ne considérerons que les 5 principaux appareils suivants : Réfrigérateur, congélateur, four micro-onde, lave-linge et lave-vaisselle.

Moyenne de personnes par ménage **2,3** source INSEE (2004-2006)

	% de la population	% possédant un réfrigérateur	% possédant un congélateur	% possédant un four micro-onde	% possédant un lave-linge	% possédant un lave-vaisselle	nombre de personnes	nombre de ménages
agriculteurs	1	100	96,3	88,1	96,5	71,9	1 000	435
artisans, commerçants, chefs d'entreprises	3,6	99,5	90,9	91,8	99	75	3 600	1 565
cadres et professions supérieures	9	99,9	87	85,4	95,8	65,5	9 000	3 913
professions intermédiaires	13,2	100	86,7	90,9	95	60,7	13 200	5 739
employés	16,4	99,4	85,6	90,4	94	41,1	16 400	7 130
ouvriers	12,6	99,7	86,9	92,1	94,4	45	12 600	5 478
retraités	17,3	99,8	88,7	76,8	95,4	48,5	17 300	7 522
autres inactifs	26,9	99,7	79	80,3	86,9	30,3	26 900	11 696
							TOTAL	43 478

Ensuite une estimation pour chaque produit de la durée de vie moyenne, du poids moyen et du volume (en prenant des dimensions moyennes) a été réalisée afin d'obtenir les consommations annuelles de cette ville en volume et en poids d'électroménager :

	Réfrigérateur	Congélateur	Micro-onde	Lave-linge	Lave-vaisselle
Durée de vie moyenne en années	15	15	8	10	10
Poids moyen en kg	50	60	12	70	50
Volume en m3	0,88	0,68	0,04	0,31	0,27

On trouve alors un total de **16 000 appareils électroménagers par an :**

	Nombre de...				
	...réfrigérateurs	...congélateurs	...four micro-ondes	...lave-linges	...lave-vaisselles
agriculteurs	29	28	48	42	31
artisans, commerçants, chefs d'entreprises	104	95	180	155	117
cadres et professions supérieures	261	227	418	375	256
professions intermédiaires	383	332	652	545	348
employés	473	407	806	670	293
ouvriers	364	317	631	517	247
retraités	500	445	722	718	365
autres inactifs	777	616	1 174	1 016	354
Consommations en nombre	2 890	2 466	4 630	4 038	2 012
Consommation en m3	2 549	1 683	205	1 236	544
Consommation en tonnes	145	148	56	283	101
				TOTAL en nombre	16 037
				TOTAL en m3	6 218
				TOTAL en tonnes	731

c) Le courrier

Afin d’avoir un élément de comparaison pour notre fret, les consommations en termes de courrier seront prises en compte.

En France, il y a environ 17 kg/hab/an de prospectus et papiers publicitaires qui sont distribués dans nos boîtes aux lettres.

Source : www.planetoscope.com

On estimera grossièrement à 8 kg/hab/an de courrier personnel (lettres), revues, livres ou journaux achetés.

En ce qui concerne le courrier des entreprises, on considèrera 1 kg/jour/entreprise, et une estimation de 100 entreprises dans notre ville de 100 000 habitants.

Au final on arrive à peu près au chiffre de **2500 tonnes par an** de courrier, revues ou livres.

II – Caractérisation du fret pour notre ville

a) Les différents types de fret

Le transport routier :

Le transport routier est le mode de transport qui domine largement en France. Il représente 89% du transport de marchandises. Cela s’explique par le fait que le réseau routier est bien plus développé que les autres, et permet d’atteindre n’importe quelle destination. De plus, c’est un mode de transport qui permet d’avoir des délais courts.

Cependant, la présence de nombreux camions sur les routes en même temps que des particuliers mène fréquemment à une congestion du trafic, par exemple lors des vacances d’hiver ou d’été. Cela peut alors engendrer des retards diverses.

De plus aujourd’hui le facteur environnemental n’est pas à négliger. Et le transport routier est un grand générateur de gaz à effet de serre. A proximité des villes et à l’intérieur de celles-ci ce mode de transport de marchandises crée une pollution auditive et une pollution de l’atmosphère.

Dans le cadre de notre étude nous avons décidé d’utiliser des semi-remorques de charge utile 17 tonnes et de volume utile 108 m³ pour livrer les entrepôts de marchandises alimentaires situés à la périphérie de la ville. Ces entrepôts permettent de stocker les produits avant de les redistribuer dans les différents points de vente à l’intérieur de la ville. Nous avons également pris des camions frigorifiques de charge utile 4 tonnes afin de transporter les produits réfrigérés. Les camions de livraison ont eux une capacité de 13 tonnes.

Dans le cas des produits électroménagers nous avons retenu des semi-remorques identiques que ceux utilisés pour l’alimentaire. Et pour les livraisons depuis l’entrepôt nous avons décidé de prendre des camions de livraisons de volume utile 20 m³.



Semi-remorque



Camion frigorifique

Le transport ferroviaire :

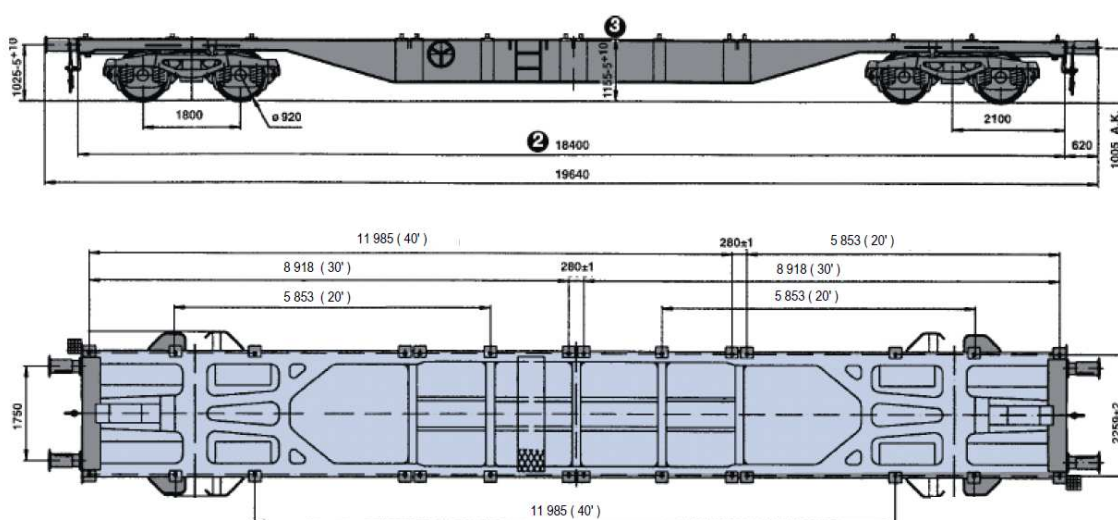
Le transport ferroviaire représente en France 10% du transport de marchandise. En 2010 on a par exemple des quantités de marchandises transportée pour les produits de l’agriculture et les produits alimentaires respectives de 7.37 et 2.75 millions de tonnes.

Le transport ferroviaire possède plusieurs avantages. Il a une capacité d’évacuation massive, une compétitivité économique pour le transport de longue distance et a un impact sur l’environnement moins important que les autres modes de transport. En effet, en France l’électricité étant majoritairement produite à l’aide de centrales nucléaires, l’impact carbone des trains est fortement réduit.

On peut noter cependant, des limites à ce mode de transport. Il manque de flexibilité en termes de planification des chargements, d’horaire, de remplissage et de destinations desservies. Il y a également un taux d’avaries important qui peut créer des retards. De plus il est limité par la présence de gares dans les villes permettant le chargement et le déchargement des marchandises.

Le transport ferroviaire peut être combiné avec le transport routier. Soit en transportant directement les semi-remorques par train, soit à l’aide de gares permettant de charger, décharger les trains et les camions afin d’effectuer la transition d’un mode à l’autre.

Pour notre étude nous avons décidé que le transport ferroviaire s’effectuerait à l’aide de wagons à bogies. Ce sont des wagons porte-conteneurs qui peuvent transporter des conteneurs 20’ et/ou 30’ et/ou 40’. Un schéma de ce type de wagons est exposé ci-dessous.



Dans le cadre de notre étude sur chaque wagon bogies nous aurons un conteneur 20’ et un conteneur 40’, dont nous avons les dimensions ci dessous.

Dimensions conteneur 20’ :

Dimensions externes : 6 058 x 2 438 x 2 591 mm (L x l x h)

Dimensions internes : 5 898 x 2 352 x 2 385 mm (L x l x h)

Tare : 2,3 t Charge Utile : 17,9 t

Dimensions conteneur 40’ :

Dimensions externes : 12 192 x 2438 x 2591 mm (L x l x h)

Dimensions internes : 12 022 x 2 352 x 2 385 mm (L x l x h)

Tare : 3.75 t Charge utile ; 28.75 t

Ainsi pour un wagon nous avons une charge utile de 45 tonnes et un volume utile de 100 m³.

Le transport fluvial :

Le transport des marchandises en France par voie d’eau est minoritaire. En effet il correspond à 1% du transport de marchandise total. Cette activité génère un certain coût, sachant qu’un navire est très cher à l’achat et à l’exploitation.



Le réseau fluvial français (chiffres de 2010) comprend 8500km de voies d’eau navigables dont 4100 km est dédié au transport de marchandises. Ce réseau est constitué par des rivières navigables et des canaux artificiels. On constate ici que ce mode de transport en France est limité par l’étendu de son réseau. En effet une ville quelconque ne se trouve pas forcément à proximité d’un cours d’eau, et ne peut donc pas profiter de ce mode de transport.

De plus ce mode de transport est utilisé majoritairement pour le fret des matériaux de construction, des produits agro-alimentaires et des produits énergétiques. Dans notre cas, nous avons des produits alimentaires et électroménagers qui nécessitent une fréquence élevée de livraison et dans des quantités qui ne sont pas toujours très importantes. Par exemple en ce qui concerne les produits périssables, ils doivent être livrés fréquemment et rapidement dans des quantités qui ne correspondent pas vraiment à la capacité d’un navire.

La capacité de transport varie selon le type de navire, on émet l’hypothèse que l’on a des navires de capacité 10 000 tonnes (en réalité leur capacité peut s’élever jusqu’à plus de 20 000 tonnes). On a une demande en marchandises alimentaires périssables qui est de 271 tonnes par semaine, ce qui correspond à 3% de la capacité d’un navire. On voit bien que ce mode de transport n’est pas adapté.

En raison de ces différents aspects du transport fluvial, nous ne tiendront pas compte de ce mode dans notre étude.

b) Les flux pour l’acheminement jusqu’à la ville

Pour rappel, on utilise :

- Des semi-remorques de charge utile 17 tonnes et de volume 108 m3 pour transporter les marchandises jusqu’aux gros dépôts (mis à part pour les produits réfrigérés).
- Des camions de livraison classiques pour livrer les points de vente en nourriture, de charge utile 13 tonnes et de volume 52 m3.
- Pour les produits réfrigérés un seul type de camion sera pris en compte (de taille moyenne) de charge utile 4 tonnes.
- Des wagons porte conteneurs à 2 conteneurs, de charge utile totale 45t et de volume total interne 100 m3.
- Pour l’électroménager, des camions de livraison de volume 20 m3.

Hypothèses :

- On estime que pour les marchandises alimentaires, le transport est limité **en poids** et non pas en volume : si nous considérons que les produits ont une "densité" de 1kg par L (comme l'eau, ce qui est plus souvent réduit selon les produits), alors on pourrait transporter 108 t par semi remorques (semi-remorque de 108 m3) ce qui est très largement au dessus de la limite acceptable.
- En ce qui concerne l’électroménager le transport est limité **en volume** et non en poids. Et il faut savoir qu’il y a un certain volume « perdu » compte tenu des dimensions et des emballages des produits. Ce volume sera estimé à 10%.

On trouve alors comme nombres correspondants de camions et wagons (si ils étaient utilisés seuls) :

	Marchandises alimentaires		Electroménager	Courrier	TOTAL
	réfrigérées	non réfrigérées			
En ktonnes	19	58		2,5	
En m3			6218		
Nombre de semi-remorques		3412	64	147	3623
Nombre de camions de livraison		4461	345	192	4999
Nombre de camions réfrigérés	4845				4845
Nombre de wagons		1289	69	56	1413

Selon l’INSEE le trafic routier représente 89% du transport des marchandises contre 10% pour le trafic ferroviaire. Ceci ne sera évidemment pas pris en compte pour les marchandises réfrigérées.

On considère qu’un train est constitué de 15 wagons (varie entre 10 et 20).

Pour une ville type de nos jours pour 100 000 habitants, on aurait alors en réalité :

	Marchandises alimentaires		Electroménager	Courrier	TOTAL pondéré
	réfrigérées	non réfrigérées			
En ktonnes	19	58		3	
En m3			6218		
Nombre de semi-remorques		3036	57	131	3224
Nombre de camions de livraison		3971	307	171	4449
Nombre de camions réfrigérés	4845				4845
Nombre de wagons		129	7	49	185
Nombre de trains		9	1	4	14

En réalité pour le courrier, des camions de livraison plus petit sont utilisés, ou même encore des vélos (ou même livraison à pied). Nous ne rentrerons donc pas dans les détails de livraison à l’intérieur de la ville.

c) Les flux internes

i- Les denrées périssables

Pour les denrées périssables il faut 3 semi-remorques par jour pour livrer les dépôts. En considérant 3 dépôts de marchandises alimentaires en périphérie de la ville, cela revient à 1 semi-remorque de livraison par jour par entrepôt pour les denrées périssables non réfrigérées ce qui est cohérent : une bonne fréquence de livraison pour des denrées qui ne se conservent pas. De plus ce chiffre (comme pour ceux d’après) est arrondi au dessus, on estime donc qu’il comprend les produits arrivés en gare.

Ainsi environ 7 camions de livraison par jour et 12 camions réfrigérés livreront les différents points de vente en denrées périssables en partant de chaque entrepôt, ce qui paraît normal pour ces types de produits.

ii- Les denrées non périssables

Par calculs, on trouve qu’il y a 7 semi-remorques par jour qui viennent livrer les entrepôts. Cela revient en moyenne à un peu plus de 2 par jour par entrepôt. Ainsi nous avons un besoin de 8 camions de livraison par jour soit un peu moins de 3 camions de livraison par jour par entrepôt.

Ici les livraisons s’effectuent différemment : En effet pour ce type de marchandises, la fréquence de livraison est beaucoup plus faible que pour des denrées périssables. C’est pourquoi un camion de livraison ici ne livrera à la fois qu’un seul point de vente.

iii-L’électroménager

On émet l’hypothèse que les produits électroménagers sont stockés dans des dépôts à la périphérie de la ville. Au vu des quantités mensuelles, une consommation moyenne de produits électroménagers de 1337 pièces équivalente à un volume de 520 m³, nous avons émis l’hypothèse qu’il y avait un seul dépôt. En effet un entrepôt de 20m sur 20m où l’on stocke sur une hauteur maximale de 2m offre une capacité de 800 m³.

On supposera que ces produits sont ensuite livrés directement au particulier.

En ce qui concerne les dépôts, la fréquence d’approvisionnement sera mensuelle. En effet ce sont des produits que l’on peut stocker sur de grandes durées (non comme la nourriture) et ce sont des produits que les ménages n’achètent pas régulièrement (une machine à laver a une durée de vie de 10 ans en moyenne).

On a une demande moyenne en volume d’électroménager qui est de 520 m³ par mois. Il nous faudra donc 5 camions pour livrer notre entrepôt tous les mois.

Ensuite en ce qui concerne la fréquence de livraison elle va varier selon la demande. Elle est donc effectuée au jour le jour. Selon les journées, les commandes vont beaucoup varier. Nous allons donc nous baser sur la moyenne. En moyenne la demande est de 44 produits électroménagers par jour correspondant à un volume de 17 m³.

Les camions de livraisons utilisés ont une capacité de 20 m³, donc de 18 m³ de volume d’électroménager compte tenu du pourcentage de volume perdu.

Ainsi un seul camion par jour est utilisé pour livrer et donc par mois nous avons en moyenne 30 camions de livraisons utilisés. Cela génère un nombre de trajets égal au nombre de commandes effectuées. Donc un camion effectuera en moyenne 44 trajets par jour (voire moins car il peut y avoir achat de plusieurs appareils à la fois). Les distances à parcourir vont alors varier.

En réalité, les commandes ne seront pas livrées au jour le jour. Par exemple si nous divisons la ville de 100 000 habitants en 5 quartiers, la logique est d’attendre qu’il y est assez de commandes dans un quartier pour effectuer la livraison quotidienne dans celui-ci.

III - Cartographie des flux et paramètres sur lesquels agir

Dans le cadre du projet, la cartographie des flux est réalisée sous forme de tableaux représentant le nombre de camions et/ou de trains pour transporter les marchandises jusqu'à la ville (gros dépôts), mais aussi à l'intérieur de celle-ci vers les commerçants.

Dans cette partie nous allons nous intéresser à la livraison des marchandises alimentaires dans les différents points de ventes de la ville à partir des entrepôts. Nous effectuerons différents scénarii ou le **nombre** et la **taille** des entrepôts varieront et le nombre de points de vente également. Cette livraison de marchandises dans les différents points de vente est supposée hebdomadaire.

a) Scénarii faisant varier le nombre d'entrepôts (à nombre de points de ventes constant)

Dans un premier temps nous avons déterminé le nombre de points de vente que nous avons dans notre ville de 100 000 habitants. Pour ce faire nous avons utilisé des chiffres de l'INSEE qui donnent en moyenne le nombre de commerces pour 10 000 habitants. Ne possédant les chiffres que pour certains types de commerces nous nous sommes limités aux alimentations générales/supérettes, aux boucheries/charcuteries, aux primeurs et aux supermarchés/hypermarchés.

	métropole	espace à dominante rurale	espace à dominante urbaine
Alimentation générale/Supérette	4,2	5,9	3,8
Boucherie/Charcuterie	4	5,8	3,6
Primeur	0,9	0,8	0,9
Supermarché/Hypermarché	1,8	2,4	1,7

Tableau donnant le nombre de commerces pour 10 000 habitants

Ce qui donne pour notre ville de 100 000 habitants les chiffres suivant :

	ville 100 000 habitants
Alimentation générale/Supérette	38
Boucherie/Charcuterie	36
Primeur	9
Supermarché/Hypermarché	17

Afin de répartir ces commerces dans notre ville de 100 000 habitants nous avons émis l’hypothèse qu’ils étaient répartis équitablement dans cinq quartiers de la ville. Nous avons également décidé de placer deux supermarchés/hypermarchés en périphérie de la ville.

	Alimentation générale/Sup	Boucherie/Charcuterie
quartier 1	8	8
quartier 2	8	7
quartier 3	7	7
quartier 4	7	7
quartier 5	8	7
total	38	36

Répartition des alimentations générales/supérettes et des boucheries/charcuteries

	Primeur	Supermarché/Hypermarché
quartier 1	2	3
quartier 2	2	3
quartier 3	1	3
quartier 4	2	3
quartier 5	2	3
total	9	15

Répartition des primeurs et des supermarchés/hypermarchés

Nous avons ensuite déterminé la part que prend chaque commerce sur les consommations hebdomadaires. Il nous a fallu pour cela différencier certains types de produits des autres. En effet, par exemple pour les boucheries/charcuteries les chiffres de consommation dont nous avons besoins sont ceux de la viande et on ne peut pas traiter les chiffres d’une catégorie plus générale de marchandises comme « viandes et poissons ».

	quantités consommées par semaines (tonnes)
viande	105,3
légumes et fruits	247,1
poisson	21,1
produits laitiers	186,7
snack	55,5
autres	868,3
autres périssables	52
autres non périssables	816,3

Pour répartir les consommations dans les différents commerces nous avons dû émettre plusieurs hypothèses :

- Pour la consommation de viande, 20% de celle-ci provient des boucheries/charcuteries, 20% provient des alimentations générales et les 60% restant proviennent des supermarchés/hypermarchés.
- Pour la consommation des légumes et fruits, 15% de celle-ci provient des alimentations générales, 80% provient des supermarchés/hypermarchés et 5% provient des magasins de primeurs (on a estimé un pourcentage faible ici car le nombre de ces commerces est faible).
- Pour la consommation de poisson, 10% de celle-ci provient des alimentations générales et 90% provient des supermarchés/hypermarchés (il n'y a généralement pas de poissonneries dans les alimentations générales et les quantités de poisson vendues sont faibles).
- Pour les consommations de snacks, de produits laitiers et les autres catégories de produits alimentaires, nous avons estimé que 20% de la consommation provient des alimentations générales et que les 80% restant proviennent des supermarchés/hypermarchés.

En appliquant ces hypothèses cela nous permet de déterminer les quantités en tonnes de marchandises qu'il est nécessaire de livrer pour chaque commerce. On peut ainsi déterminer pour chaque commerce le nombre de camions nécessaires pour les livrer chaque semaine. On utilise pour les produits réfrigérés des camions frigorifiques de capacité 4 tonnes et pour le reste des produits on utilise des camions de livraison de capacité 13 tonnes. On suppose qu'un camion ne livre qu'un seul commerce à la fois. Il ne charge donc pas une quantité de marchandises plus importante que celle dont a besoin le commerce qu'il livre, ce qu'il ferait s'il devait livrer un autre commerce ensuite.

Ci-dessous les tableaux répertoriant les quantités nécessaires en tonnes de marchandises et le nombre de camions nécessaires par semaine pour chaque type de commerce.

	Boucherie/Charcuterie	Alimentation générale/Supérette
viande (réfrigéré)	0,58	0,55
légumes/fruits	0,00	0,98
poisson (réfrigéré)	0,00	0,06
snacks (réfrigéré)	0,00	0,29
produits laitiers (réfrigéré)	0,00	0,98
autres	0,00	4,57
total tonnes produits réfrigérés	0,58	1,88
total tonnes produits non réfrigérés	0,00	5,55
nombre de camions réfrigérés	1	1
nombre de camions non réfrigérés	0	1

Tableau 1 : pour les boucheries/charcuteries et les alimentations générales/supérettes

	Supermarché/Hypermarché	Primeur
viande (réfrigéré)	3,72	0,00
légumes/fruits	10,17	1,37
poisson (réfrigéré)	1,11	0,00
snacks (réfrigéré)	2,61	0,00
produits laitiers (réfrigéré)	8,79	0,00
autres	40,86	0,00
total tonnes produits réfrigérés	16,23	0,00
total tonnes produits non réfrigérés	51,03	1,37
nombre de camions réfrigérés	5	0
nombre de camions non réfrigérés	4	1

Tableau 2 : pour les supermarchés/hypermarchés et les primeurs

Par exemple on a 3.72 tonnes de viande qui est livrée par semaine dans un supermarché et il y a 4 camions de livraison qui vont livrer les marchandises non réfrigérées à celui-ci.

i-1er scénario : 3 entrepôts

Dans un premier scénario nous avons trois entrepôts situés à la périphérie de la ville qui permettent de stocker les marchandises alimentaires avant de les redistribuer dans les différents points de vente de la ville.

Nous avons émis l’hypothèse que deux des entrepôts fournissent chacun deux quartiers et que le dernier fournit un seul quartier mais s’occupe également de fournir deux supermarchés/hypermarchés situés en périphérie.

Le tableau ci-dessous nous indique pour chaque entrepôt le nombre de commerces que celui-ci doit livrer :

	Alimentation générale/Sup	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
entrepôt 1	16	15	4	6
entrepôt 2	14	14	3	6
entrepôt 3	8	7	2	5

Ainsi :

- Pour l’entrepôt 1 : nous avons 44 camions de livraison et 61 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l’entrepôt 2 : nous avons 41 camions de livraison et 58 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l’entrepôt 3 : nous avons 30 camions de livraison et 40 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.

Au total cela nous donne 159 camions frigorifiques et 115 camions de livraison.

En réalité beaucoup des produits réfrigérés ne passe pas par un entrepôt et sont livrés directement dans les commerces, c’est pourquoi le nombre de camions frigorifiques ici peut paraître élevé quant à la réalité. Il en est de même pour les scénarii qui suivent.

Nous avons également déterminé le nombre de camions qui sont nécessaires pour réapprovisionner chacun des entrepôts. Pour ce faire nous avons divisé la catégorie de consommation « autres » en périssables et non périssables. Cette opération a été effectuée car les produits périssables vont être livrés aux entrepôts toutes les semaines car ils ne se conservent pas, contrairement aux produits non périssables qui vont être livrés tous les mois. On peut ainsi déterminer par entrepôt la quantité de marchandises périssables et réfrigérées qu’il faut livrer par semaine et la quantité de marchandises non périssables qu’il faut livrer par mois :

	Boucherie/Charcuterie	Alimentation générale/Supérette	Supermarché/Hypermarché	Primeur
autres périssables		0,27	2,44	
autres non périssables		4,30	38,42	
total périssables		1,25	12,62	1,37
total non périssables		4,30	38,42	0,00

Tableau répertoriant les quantités en tonnes de produits périssables et non périssables par type de commerce

Dans le tableau ci-dessus les lignes périssables et non périssables concernent les produits appartenant à la catégorie « autres ». Le total des produits périssables comprend en plus les fruits et légumes.

On a donc au final :

- Pour l’entrepôt 1 : 77 semi-remorques par mois livrant les marchandises non périssables, 6 semi-remorques par semaines livrant les marchandises périssables et 35 camions frigorifiques par semaine.
- Pour l’entrepôt 2 : 75 semi-remorques par mois livrant les marchandises non périssables, 6 semi-remorques par semaine livrant les marchandises périssables et 33 camions frigorifiques par semaine.
- Pour l’entrepôt 3 : 58 semi-remorques par mois livrant les marchandises non périssables, 5 semi-remorques par semaine livrant les marchandises périssables et 26 camions frigorifiques par semaine.

Il y a donc au maximum 3 semi-remorques par jour qui viennent livrer un entrepôt, ce qui paraît raisonnable compte tenu de nos consommations. Ces valeurs correspondent à des données types pour une ville de 100 000 habitants, on peut donc considérer que l’on est en situation « actuelle ».

ii-2ème scénario : 1 entrepôt

Nous avons établi un deuxième scénario dans lequel au lieu d’avoir 3 entrepôts, nous n’en avons qu’un seul. Le nombre de camions de livraison et de camions frigorifiques assurant le ravitaillement des différents points de vente est invariant. En effet le nombre de ces points de vente est inchangé. Le point de départ de ces camions est maintenant unique. Le nombre de semi-remorques nécessaires pour alimenter cet entrepôt en produits non périssables tous les mois est de 209. On a également 17 semi-remorques par semaine pour livrer les produits périssables et 93 camions frigorifiques. Dans le scénario de 3 entrepôts on a 210 semi-remorques en tout pour livrer les produits non périssables, 94 camions frigorifiques pour les produits réfrigérés et les quantités totales de camions nécessaires pour les produits périssables sont les mêmes que dans le cas d’un seul entrepôt.

Conclusion :

On économise ici un seul semi-remorque pour livrer l’entrepôt. On ne gagne donc rien par rapport au premier scénario. De plus si on prend un seul entrepôt, les quantités à stocker dans celui-ci seront très importantes et il n’est pas forcément possible de créer un entrepôt de cette taille. Le stockage des marchandises dans un seul entrepôt n’est pas pertinent. De plus dans le premier scénario les entrepôts étaient assignés à des quartiers. Ils se trouvaient donc pour chacun à proximité plus ou moins importante des différents points de vente. Ce qui n’est plus le cas ici. En prenant 3 entrepôts on diminue la longueur des trajets ce qui est plus efficace.

iii-3ème scénario : 10 entrepôts

Dans notre troisième scénario nous avons augmenté le nombre d’entrepôts à 10. De ce fait ils sont plus petits et il y a moins de marchandises à stocker à l’intérieur. Certains d’entre eux pourraient donc être situés en ville, ce qui permettrait de limiter les distances entre les entrepôts et les points de vente. Dans ce scénario nous avons décidé que pour chaque quartier il y aurait 2 entrepôts se répartissant équitablement les différents points de vente à livrer. De plus 2 entrepôts prendront chacun en charge l’un des deux supermarchés/hypermarchés situés en périphérie.

On a créé un tableau répertoriant le nombre de commerces que chaque entrepôt doit livrer :

	Alimentation générale/Supérette	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
entrepôt 1	4	4	1	1
entrepôt 2	4	4	1	2
entrepôt 3	4	3	1	1
entrepôt 4	4	4	1	2
entrepôt 5	4	3	0	2
entrepôt 6	3	4	1	2
entrepôt 7	4	3	1	2
entrepôt 8	3	4	1	1
entrepôt 9	4	3	1	2
entrepôt 10	4	4	1	2
total	38	36	9	17

On a pour ce scénario les quantités de camions nécessaires pour livrer chaque entrepôt, suivantes :

	semi-remorques (non périssables)	semi-remorques (périssables)	camions réfrigérés
entrepôt 1	15	2	7
entrepôt 2	25	2	11
entrepôt 3	15	2	7
entrepôt 4	25	2	11
entrepôt 5	25	2	11
entrepôt 6	23	2	11
entrepôt 7	25	2	11
entrepôt 8	14	2	7
entrepôt 9	25	2	11
entrepôt 10	25	2	11
total	217	20	98

Conclusion :

On a donc 7 semi-remorques en plus par mois pour les marchandises non périssables, 3 semi-remorques et 5 camions frigorifiques en plus par semaine pour les marchandises périssables, par rapport au scénario avec 3 entrepôts. Ce qui sans être une grande différence aurait quand même un impact sur la circulation et les coûts engendrés. Dans ce scénario on devrait donc mobiliser une logistique plus importante pour approvisionner les entrepôts.

Cependant les distances de livraison seraient moins importantes entre l’entrepôt et les points de vente. Il faudrait étudier aussi, pour les entrepôts situés en ville, la gêne qu’occasionne la circulation des semi-remorques qui livrent l’entrepôt. En effet en plus des camions qui livrent les points de vente, on aurait en ville les camions livrant l’entrepôt. Il faudrait faire une étude approfondie sur les différents facteurs que l’on a énoncé pour déterminer lequel des scénarios serait le plus pertinent.

Un nombre d’entrepôts encore plus important que dans ce dernier scénario ne serait pas pertinent, en effet cela engendrerait une logistique encore plus importante. De plus le nombre de points de vente livrés par un entrepôt ne serait plus assez important pour que l’utilisation d’un entrepôt soit pertinente (la livraison se ferait sans intermédiaire).

b) Scénarii faisant varier le nombre de points de vente (à nombre d’entrepôts constant égal à 3)

Nous allons maintenant établir deux autres scénarios en modifiant le nombre de points de vente. Nous gardons l’hypothèse de trois entrepôts situés en périphérie de la ville. Nous allons donc regarder les modifications que cela entraîne sur le nombre de camions pour les livraisons entre les points de vente et les entrepôts. Nous avons déjà effectué ce calcul pour les hypothèses sur les points de vente précédents. On obtenait une quantité de camions par semaine total de 159 camions frigorifiques et 115 camions de livraisons par semaine.

Pour effectuer ces changements on émet l’hypothèse que les quantités de produits alimentaires qui doivent être livrées par boucherie/charcuterie, par primeur et par alimentation générale ne changent pas. En revanche on diminue le nombre de boucheries de 36 à 15 et le nombre d’alimentation générale de 38 à 15. Le nombre de primeurs quant à lui reste constant. Seulement la quantité de marchandises livrées par supermarché/hypermarché va être modifiée, en fonction du nouveau nombre de commerces choisis en hypothèse et de la quantité de consommation de ces produits alimentaires (qui elle reste invariante).

Pour le scénario initial, il y avait 17 supermarchés.

Deux scénarios seront alors envisagés selon le nombre de supermarchés :

- 1^{er} scénario : 20 supermarchés
- 2^e scénario : 10 supermarchés

Pour rappel, voici les quantités en tonnes à livrer par semaine pour chaque commerçant, selon le scénario initial sur le nombre de points de vente :

	Boucherie/Charcuterie	Alimentation générale/Supérette	Supermarché/Hypermarché	Primeur
viande (réfrigéré)	0,58	0,55	3,72	0,00
légumes/fruits	0,00	0,98	10,17	1,37
poisson (réfrigéré)	0,00	0,06	1,11	0,00
snacks (réfrigéré)	0,00	0,29	2,61	0,00
produits laitiers (réfrigéré)	0,00	0,98	8,79	0,00
autres	0,00	4,57	40,86	0,00
total tonnes produits réfrigérés	0,58	1,88	16,23	0,00
total tonnes produits non réfrigérés	0,00	5,55	51,03	1,37
nombre de camions réfrigérés	1	1	5	0
nombre de camions non réfrigérés	0	1	4	1

Tableau du scénario initial

i- 1er scénario : 20 supermarchés

Dans ce scénario nous faisons l’hypothèse suivante sur le nombre de points de vente dans notre ville.

	ville 100 000 habitants
Alimentation générale/Supérette	15
Boucherie/Charcuterie	15
Primeur	9
Supermarché/Hypermarché	20

Dans ce scénario nous essayons de voir les changements lorsque l’on diminue le nombre des petits commerces et que l’on incite par ce fait les gens à aller faire leurs courses dans les grandes surfaces. On suppose ici que la moitié des supermarchés/hypermarchés est située en périphérie et que l’autre est située dans la ville.

Voici les quantités en tonnes à livrer par semaine pour chaque commerçant, selon l’hypothèse précédente sur le nombre de points de vente :

	Boucherie/Charcuterie	Alimentation générale/Supérette	Supermarché/Hypermarché	Primeur
viande (réfrigéré)	0,58	0,55	4,41	
légumes/fruits		0,98	11,00	1,37
poisson (réfrigéré)		0,06	1,01	
snacks (réfrigéré)		0,29	9,12	
produits laitiers (réfrigéré)		0,98	2,04	
autres		4,57	39,99	
total tonnes produits réfrigérés	0,58	1,88	16,57	0,00
total tonnes produits non réfrigérés	0,00	5,55	50,99	1,37
nombre de camions réfrigérés	1	1	5	0
nombre de camions non réfrigérés	0	1	4	1

On peut voir ici en orange les colonnes qui n’ont pas été modifiées et la colonne en vert qui a été modifiée.

On garde toujours la répartition de notre ville en cinq quartiers. Cela donne au niveau de l’emplacement des différents points de vente :

	Alimentation générale/Supérette	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
quartier 1	3		3	2
quartier 2	3		3	2
quartier 3	3		3	1
quartier 4	3		3	2
quartier 5	3		3	2
total	15		15	9

Pour les 10 supermarchés qui se trouvent en périphérie de la ville on en a 3 qui seront gérés par le premier entrepôt, 3 autres par le 2ème et les 4 derniers seront gérés par le 3ème entrepôt qui comme dans le scénario initial, ne s’occupera de l’approvisionnement des points de ventes que d’un seul quartier.

On obtient pour chaque entrepôt :

	Alimentation générale/Sup	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
entrepôt 1	6	6	4	7
entrepôt 2	6	6	3	7
entrepôt 3	3	3	2	6
total	15	15	9	20

Ainsi :

- Pour l'entrepôt 1 : nous avons 38 camions de livraison et 47 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l'entrepôt 2 : nous avons 37 camions de livraison et 47 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l'entrepôt 3 : nous avons 29 camions de livraison et 36 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.

Conclusion :

Au total cela nous donne 130 camions frigorifiques et 104 camions de livraison par semaine. Cela nous donne un gain de 29 camions frigorifiques et de 11 camions de livraison par semaine par rapport au scénario initial. En augmentant le nombre de supermarchés et en diminuant le nombre de petits commerces on utilise moins de camions ce qui permet d'avoir des coûts moins importants et une circulation de camions en ville également moins importante. Cela impose cependant aux gens de se déplacer plus.

De plus les fréquences de livraison restent pratiquement inchangées (environ 4 camions de livraison et 5 camions frigorifiques par semaine pour les supermarchés).

ii-2ème scénario : 10 supermarchés

Dans ce scénario nous faisons l’hypothèse suivante sur le nombre de points de vente dans notre ville.

	ville 100 000 habitants
Alimentation générale/Supérette	15
Boucherie/Charcuterie	15
Primeur	9
Supermarché/Hypermarché	10

Dans ce scénario nous essayons de voir les changements lorsque l’on diminue le nombre des grandes surfaces (leur taille ainsi que les quantités à livrer à chacun augmentent donc) par rapport au 1er scénario.

Voici les quantités en tonnes à livrer par semaine pour chaque commerçant, selon l’hypothèse précédente sur le nombre de points de vente :

	Boucherie/Charcuterie	Alimentation générale/Supérette	Supermarché/Hypermarché	Primeur
viande (réfrigéré)	0,58	0,55	8,82	0,00
légumes/fruits	0,00	0,98	22,01	1,37
poisson (réfrigéré)	0,00	0,06	2,02	0,00
snacks (réfrigéré)	0,00	0,29	18,23	0,00
produits laitiers (réfrigéré)	0,00	0,98	4,07	0,00
autres	0,00	4,57	79,97	0,00
total tonnes produits réfrigérés	0,58	1,88	33,15	0,00
total tonnes produits non réfrigérés	0,00	5,55	101,98	1,37
nombre de camions réfrigérés	1,00	1,00	9,00	0,00
nombre de camions non réfrigérés	0,00	1,00	8,00	1,00

On suppose ici que 6 des supermarchés/hypermarchés parmi les 10 sont situés en périphérie.

Cela donne au niveau de l’emplacement des différents points de vente :

	Alimentation générale/Supérette	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
quartier 1	3	3	2	1
quartier 2	3	3	2	1
quartier 3	3	3	1	1
quartier 4	3	3	2	1
quartier 5	3	3	2	0
total	15	15	9	4

Pour les 6 supermarchés qui se trouvent en périphérie de la ville on en a 2 qui seront gérés par le premier entrepôt, 2 autres par le 2ème et les 2 derniers seront gérés par le 3ème entrepôt.

On obtient pour chaque entrepôt :

	Alimentation générale/Sup	Boucherie/Charcuterie	Primeur	Supermarché/Hypermarché
entrepôt 1	6	6	4	4
entrepôt 2	6	6	3	4
entrepôt 3	3	3	2	2
total	15	15	9	10

Ainsi :

- Pour l’entrepôt 1 : nous avons 42 camions de livraison et 48 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l’entrepôt 2 : nous avons 41 camions de livraison et 48 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.
- Pour l’entrepôt 3 : nous avons 21 camions de livraison et 24 camions frigorifiques qui livrent chaque semaine les différents points de vente.

Conclusion :

Au total cela nous donne 120 camions frigorifiques et 104 camions de livraison.

Ce scénario nous permet d’avoir 10 camions frigorifiques en moins par semaine par rapport au 1er scénario et le même nombre de camions de livraison total. Les supermarchés recevront donc deux fois plus de camions de livraison et de camions frigorifiques que dans le scénario précédent, soit environ 8 camions de livraison et 9 camions frigorifiques par semaine. Ici la fréquence de livraison est élevée mais reste réalisable en pratique.

Conclusion

Dans le cheminement de notre étude, nous avons déterminé les consommations annuelles pour une ville de 100 000 habitants en produits alimentaires (77kt), en électroménager (6 200 m³) et en courrier (2.5kt). Ainsi nous avons pu déterminer les différents flux que cela engendrerait en terme de transport sur des hypothèses, soient 3200 semi-remorques, 4400 camions de livraison, 4800 camions frigorifique et 14 trains.

- Ensuite plusieurs scénarii ont été effectués où l’on a d’abord le nombre de points de vente qui est constant et où l’on fait varier le nombre d’entrepôts. Le nombre de camions ne varie quasiment pas que l’on est 1 ou 3 entrepôts. Par contre en prenant 10 entrepôts, le nombre de chaque camion concerné augmente, ce qui supposerait une logistique et des coûts plus importants. Cela dit les distances à effectuer pour livrer les commerces par la suite serait diminuées.
- Après des scénarii ont été réalisés à nombre d’entrepôt constant égal à 3 : On fait d’abord varier le nombre de chaque commerce (en prenant 20 supermarchés), puis ensuite dans un deuxième scénario on garde les valeurs précédentes en prenant plus que 10 supermarchés.

On remarque alors que si le nombre de supermarchés augmente et que le nombre de petits commerces diminue, il y a beaucoup moins de camions sollicités pour les livraisons.

Dans le dernier scénario on remarque que si l’on prend moins de supermarchés mais plus grands, puisque on divise leur nombre par 2 tout en gardant les mêmes chiffres pour les autres commerces, le nombre de camions varie peu et les fréquences de livraison augmentent.

Au final si l’on voulait réduire le nombre de camions afin de garantir le moins de gênes possibles, de pollution et de coûts, il faudrait alors augmenter le nombre de supermarchés et diminuer les commerces de proximité. Mais il y a tout de même une limite, car moins il y a de commerces de proximité, et plus les gens vont prendre leur voiture pour faire leur courses.

Il y a donc de nombreux autres facteurs qui vont rentrer en compte afin de pouvoir espérer se rapprocher d’un optimum, comme par exemple la localisation des éléments, selon le quartier où ils se trouvent (à forte/faible densité). Il est possible de prendre en compte le critère géographique avec un système de coordonnées ou encore à l’aide d’un logiciel comme ArcGIS par exemple qui permet de géoréférencer des objets, et de les exploiter.

Annexe : GANTT du projet

Mars

Phase de recherche:

- Chiffres des consommations alimentaires et électroménagères
- Chiffres du transport de courrier
- Types de fret

Avril

Phase d'exploitation:

- Création d'un tableur Excel
- Calcul des consommations pour une ville de 100 000 habitants
- Cartographie des flux (tableaux)

Mai

Phase d'analyse:

- Etablissement de plusieurs scénarii
- Calcul des flux générés dans chaque scénario
- Conclusions

Fin mai

Phase de rédaction:

- Rédaction
- Mise en page

Bibliographie

INSEE : <http://www.insee.fr/fr/> (nous avons utilisé principalement cette source pour obtenir nos chiffres, et ce à travers de nombreux articles)

Pour déterminer les types de fret :

http://logistique-et-transport.tice.ac-orleans-tours.fr/php5/IMG/pdf/FRET_SNCF_dossier_ressource.pdf
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Camion>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_fluvial_en_France
http://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_ferroviaire_en_France

L’AFSSA (agence française de sécurité sanitaire des aliments) : INCA et INCA 2

- INCA : <http://www.mangerbouger.fr/pro/IMG/pdf/EtudeInca1.pdf>
- INCA 2 : [http://www.iaa-lorraine.fr/media/article/document/756678_756693_AFSSA_09-0709 - Rapport INCA 2.pdf](http://www.iaa-lorraine.fr/media/article/document/756678_756693_AFSSA_09-0709_-_Rapport_INCA_2.pdf)

Pour le courrier : www.planetoscope.com