

Modélisation de la demande de transport 2A

Dimensions et segmentation de la demande

Fabien Leurent
ENPC / LVMT

- Dimension temporelle
- Moyens de transport
- Dimension spatiale
- Analyse par déplacement
- Classes d'usagers
- Segmentation selon les conditions et les comportements
- Représenter la diversité

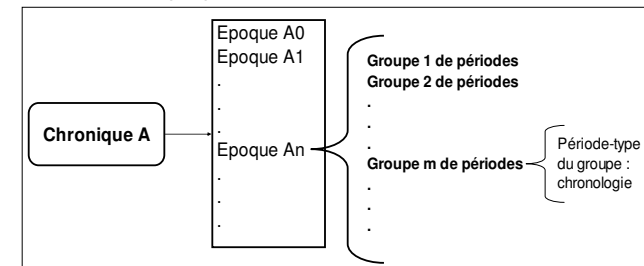
Dimension temporelle

Le temps joue plusieurs rôles

- Dimension chronologique
 - Pour les acteurs
 - Pour un observateur
- Ressource physique
 - Durée de passage en un point
- Grandeur économique
 - L'utilisateur minimise le temps (généralisé) de Dt

Chronologie et chronique

- Chronologie de période :
 - Succession d'instants à l'intérieur d'une période de référence :
ex. heures dans une journée
- Groupe de périodes
 - Population statistique de périodes distinctes et de même durée :
ex. jour dans l'année
- Chronique, à court ou long terme
 - Échelle de temps supérieure : évolution de l'offre, ou de la demande
 - Succession d'époques



Moyens et modes de transport

Moyen de transport = technique pour passer d'un lieu initial à un lieu final

- Moyen simple : un seul mode, ex. marche
- Moyen composite : séquence de modes

Mode de transport : moyen local qui combine

1. Support ou infrastructure
 2. Véhicule
 3. Protocole de conduite
- + dans le cas du fret, un niveau de « contenant » (packaging)

Milieu urbain

Mode	Usage (V-F)	Portée (km)	Vitesse (km/h)
Marche	V	0-2	2-6
Deux roues	V, F	> 0.1	5-90
Voiture	V, F	> 0.1	15-90
Autobus	V	0.3-10	10-20
Transport guidé	V	0.5-20	15-40
Poids lourd	F	toutes	10-60

Milieu inter-urbain

Mode	Usage (V-F)	Portée (km)	Vitesse (km/h)
2 roues	V	< 500	20-110
Voiture	V	toutes	100-120
Autocar	V	toutes	70-90
Train	V, F	toutes	80-350
Avion	V, F	> 200	600-2000
Voie navigable	V, F	> 20	5-20
Maritime	F, V	> 10	15-60

Dimension spatiale

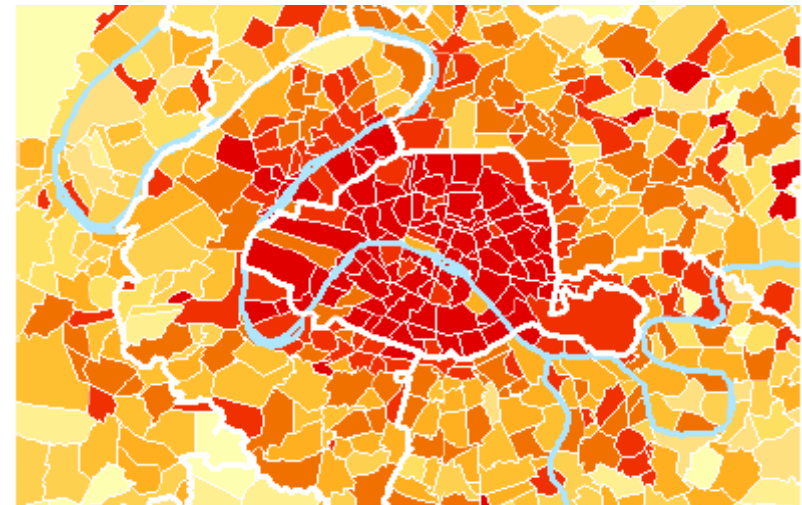
Milieu géographique

- Urbain : espace assez homogène
 - Tout ou partie d'une agglomération
- Interurbain : espace hétérogène, ville / rural
 - Régional
 - interrégional

Localisation d'un déplacement

- Lieu d'origine, lieu de destination
 - Définition des extrémités ? En fret, distinguer des O-D pour un véhicule entre des points de (dé-)chargement, ou des P-C pour Production-Consommation, entre des points de transformation (éventuellement industrielle)
- Lieux traversés, et donc certains moyens locaux

Territoire et zonage

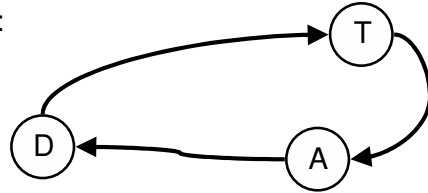


Déplacement et boucle

Boucle de déplacements :

un individu

- part de son Domicile, D
- va au Travail, T
- puis effectue un achat, A
- et retourne chez lui, D



La séquence D-T-A-D est une boucle à 3 déplacements D-T, T-A et A-D, rattachée au Domicile

Une contrainte logistique sur A-D, notamment transporter les objets achetés, peut conditionner le choix du mode pour toute la boucle : ex. automobile, qui alors sert aussi pour D-T

Relation O-D et relation P-C

Boucle en transport de fret, pour un véhicule :

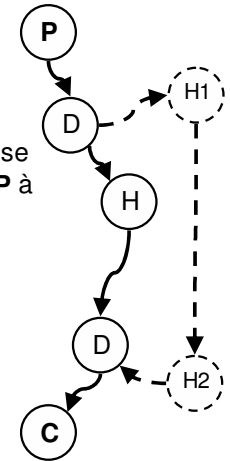
Tournée d'un véhicule de livraison, afin de desservir certains lieux, en ramasse ou en dépose
Rattachement au centre de distribution

Pour en envoi de fret, chaîne logistique :

Entre deux transformations économiques, un envoi passe par une **chaîne logistique** de la zone de **production P** à la zone de **consommation C**

Si la chaîne se compose de plusieurs moyens modaux successifs, chaque moyen implique un mouvement de véhicule entre un départ et une arrivée : qui sont la relation O-D du mouvement

La **relation P-C d'envoi**, est une **séquence d'O-D** de mouvements de véhicule



Analyse par déplacement

- Le déplacement (Dt) comme unité d'analyse
 - Choix d'itinéraire, de moyen, par l'**auteur** du Dt
 - Définir les **extrémités** : lieu + condition temporelle + activité (ex. repas)
- Passage du déplacement au trafic
 - Trafic local = superposition locale de déplacements
 - Considérer la taille de véhicule et la distance et le temps
 - Cas routier : décompte en unité de voiture particulière (uvp) :
1 VL = 1 uvp ; 1 PL = 2-3 uvp, 1 moto = .4 uvp
- Dt rattaché à un usager - décideur
 - Auteur - décideur = individu ou groupe ou véhicule
 - Rationalité individuelle de ce décideur
 - Décision dynamique
 - Aspects psychologiques : niveau d'information, de rationalité
 - Aspect ergonomique : confort, pénibilité

Suite des conséquences

- Causalités à court ou long terme
 - Liaison entre choix modal et motorisation
- Rupture de la chaîne de Dt d'un même individu
 - Donc on oublie les contraintes respectives, ex. disponibilité d'une voiture pour des achats en revenant du travail
- L'activité qui motive le Dt, passe au second plan
 - Pourtant elle motive, elle justifie, elle cause le Dt
 - Elle confère une utilité brute au Dt, indépendamment des conditions de ce Dt et de son coût
 - Elle conditionne le coût du Dt : notamment en cas de stationnement payant, le coût dépend de la durée

Classes d'usagers

- Déplacements de personnes : les voyageurs
 - Caractères sociaux, démographiques (sexe, âge et position dans le cycle de vie, contraintes familiales)
 - Caractères économiques : revenu, préférences pour la rapidité ou l'économie ou le confort
 - Par motif de déplacement
- Le fret (marchandises)
 - Tonnage ? Valeur ? Dimensions ?
 - Nature du chargement / Type de produit
 - Type de chaîne logistique ?
- Parts dans le trafic
 - En milieu urbain, chaque individu fait 3-4 Dt/jour, et parcourt 20-30 km ? Trafic fret = 10% des distances parcourues sur le réseau routier, soit 20% de la charge de capacité
 - En milieu interurbain, Dt plus longs, moins fréquents. Fret = 20% du trafic, 40% de la charge capacité

Segmenter pour modéliser les choix

- Tautologie : pour bien étudier les choix, segmenter la clientèle selon les conditions et comportements
- Selon les conditions de choix
 - Comportement d'usage des modes : notamment en circulation routière, ou piétonne, ou selon conditions de stationnement
 - Conditions d'accès au mode : ex. la taille de groupe peut conditionner le prix en TC
- Segmenter selon le comportement de choix
 - Selon les préférences du décideur entre le prix et les caractères « qualitatifs » des services
 - Arbitrages prix-temps (« valeurs (unitaires) du temps ») : préférence pour la rapidité ou pour l'économie
- Autres critères de segmentation
 - Selon les caractères socio-démographiques-économiques : les motifs si voyageurs, ou la nature du chargement

Représenter la diversité

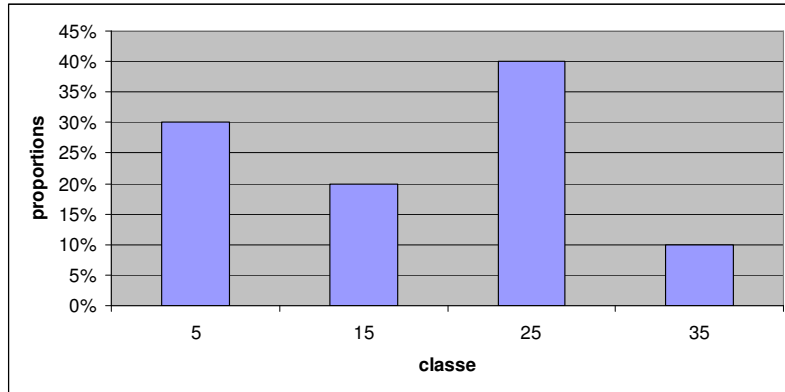
Trois options

1. Sélection qualitative
 - Par démarcation, isoler certains segments
 - Limite d'analyse : les autres segments sont hors modèle
2. Distribution discrète
 - Proportion de chaque segment
3. Distribution continue
 - Outil statistique : la fonction de répartition cumulée

Distribution discrète

- U classes u , proportions p_u
- Analyse d'une variable X
 - Valeur X_u pour classe u
 - Moyenne $E[X] = \sum_{u \in U} p_u \cdot X_u \equiv \bar{X}_U$
 - Variance $V[X] = \sum_{u \in U} p_u \cdot (X_u - \bar{X}_U)^2$
 - Écart-type $\sigma_X = \sqrt{V[X]}$
- Dans chaque classe, variabilité résiduelle
 - Variance intraclasse par opposition à la variance interclasse

Exemple



Moyenne = 18 ;
Variance = 101 ;
Ecart-type = 10.05

Distribution continue

- La variable X prend sa valeur $X_{\omega} \in [u, u + du[$ avec une proportion $f_X(u) du = F_X(u + du) - F_X(u)$
- Fonction de densité f_X
- Fonction de répartition (cumulée)

$$F_X(x) = \Pr\{\omega : X_{\omega} \leq x\}$$

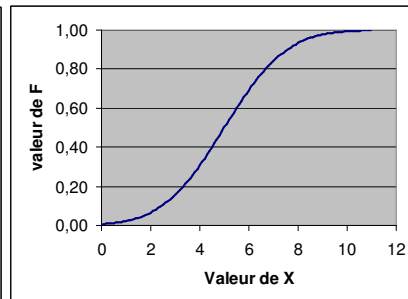
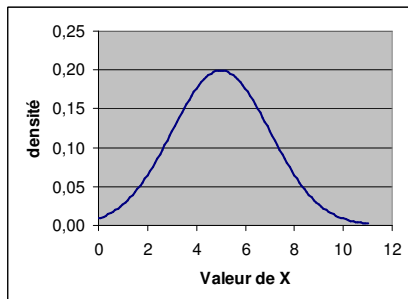
$$= \int_{-\infty}^x f_X(u) du$$

- Fonction croissante entre 0 et 1

- De plus $\frac{dF_X}{dx} = f_X(x)$

Variable aléatoire gaussienne

- Variable $X \approx N(m, s^2)$ avec une distribution gaussienne
 - On dit aussi : distribution normale
 - Deux paramètres m et s
 - Densité $f_X(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{1}{2}(\frac{x-m}{s})^2]$
 - m est la moyenne et s l'écart-type, s^2 la variance



Conclusion

- Bases pour représenter la demande
 - Dimension temporelle
 - Dimension spatiale
 - Analyse par déplacement
 - Classes d'usagers : segmentation selon les conditions et les comportements
- Éléments de modèle probabiliste pour représenter la diversité
 - la théorie des probabilités, comme science de l'agrégation