

Modélisation de la demande de transport

2B

Moyens et services de transport : représentation élémentaire

Fabien Laurent
ENPC / LVMT

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Plan

- Introduction
- Le réseau support : nœuds et arcs
- Les services de transport collectif
 - Horaires ou fréquences
 - Linoïdes
- Remarques sur la pratique des études
- Conclusion

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Service, moyen, maillons

- Service de déplacement (notion + abstraite)
 - A un horaire de départ donné, pour aller d'une zone d'origine à une zone de destination
 - Accent sur la qualité de service, donc sur la demande
- Moyen de transport (notion + concrète, topologie)
 - Moyen pour passer d'un nœud (point) à un autre
 - Moyen simple : un arc = transition d'un nœud à un autre, ou une séquence de segments entre deux stations
 - Moyen composé en série : chaîne de maillons
- Maillon et structure de cheminement
 - Maillon simple = un moyen
 - Composition en parallèle : « maillon composite »
 - Composition en parallèle et en série : structure de cheminement

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Objectif et prolongements

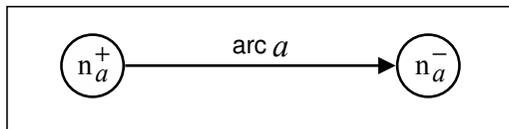
- Décrire et caractériser des services offerts, tels que perçus par les usagers
 - En topologie : nœuds, arcs, maillons, itinéraires...
 - En attributs physiques : distance, temps, capacité...
 - En attributs économiques : coûts de diverses natures
- *Applications :*
 - *Composer des services : constituer une structure de cheminement depuis l'origine jusqu'à la destination*
 - *Sélectionner certains services « optimaux » ou performants*

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Le réseau-support

- Coder la **topologie**
 - Nœud : point remarquable (discontinuité) ou jonction
 - Arc : liaison d'un nœud (sommet) initial à un nœud final
- Itinéraire (= chemin)
 - Séquence d'arcs $(a_i)_{i=1..k}$ telle que le sommet initial de a_{i+1} est identique au sommet final de a_i
- Navigabilité
 - Le réseau codé doit représenter les mêmes possibilités de naviguer, cheminer sur le réseau concret



Nœuds et arcs, par mode

Mode	Noeuds	Arcs	Autres
Route	Jonction, point intermédiaire	Partie d'une route (un sens)	Mouvements tournants
Bus, car, train	Station montée et descente	Route élémentaire entre 2 stations	Lignes, table de desserte
Aérien	Aéroport	Route aérienne	Lignes, table de desserte
Fluvial, maritime	Port	section fleuve/canal route maritime	
Piéton	Id. route	2 dimensions?	

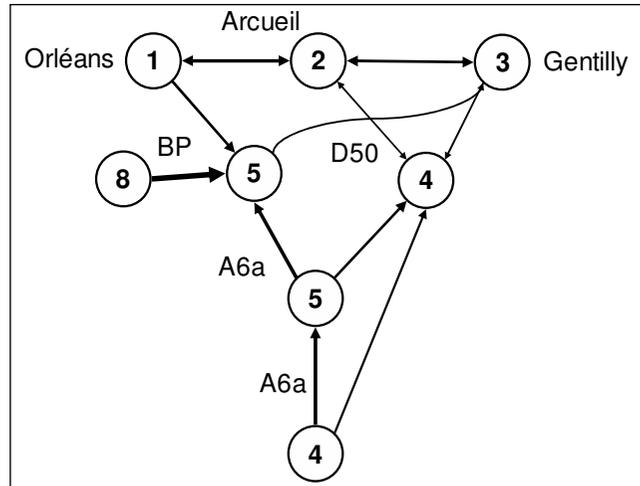
Description physique et économique

- Caractères (= attributs) des nœuds
 - Localisation : coordonnées géographiques
 - Type de jonction
 - Éventuellement : nœud (ex. carrefour Pompadour)
- Caractères des arcs
 - Physiques : longueur, nb de voies, capacité de stockage, capacité d'écoulement, vitesse de référence, relation débit-vitesse
 - Économiques : confort, temps, prix ; niveau de service
- *Éventuellement : mouvements tournants*
 - Définition : un mouvement tournant est un couple de deux arcs consécutifs dans un chemin
 - Motivation : il peut y avoir des caractères spécifiques, notamment une pénalité temporelle (pour tourner à gauche on risque d'attendre plus longtemps que pour aller tout droit) ou un tarif de passage

Classes d'arcs

- Pourquoi faire des classes ?
 - Il est plus facile de paramétrer pour quelques classes, que pour chacun des arcs
- Comment définir des classes ?
 - Selon le milieu, urbain ou interurbain
 - Selon le type d'exploitation : en site propre ou banalisé
 - Selon les interactions entre modes : piétons, stationnement
 - Selon la régulation en sortie ou le long de l'arc

Exemple



Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Table des noeuds

Coder les caractères dans un tableau, avec un nœud par ligne

Nom	Index	Type	X	Y
Maréchaux-Orléans	1	Giratoire, feux	5	20
Maréchaux-Arcueil	2	Droit, feux	10	19
Maréchaux-Gentilly	3	Droit, feux	18	17
D50-Peupliers	4	Droit, sans feu	15	14
A6a-BP	5	Droit, feux	7	13
A6a-D50	6	Sortie site propre	8	11
A6a-D62	7	Sortie site réservé	8	5
BP-N20	8	Echangeur	3	15

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Table des arcs

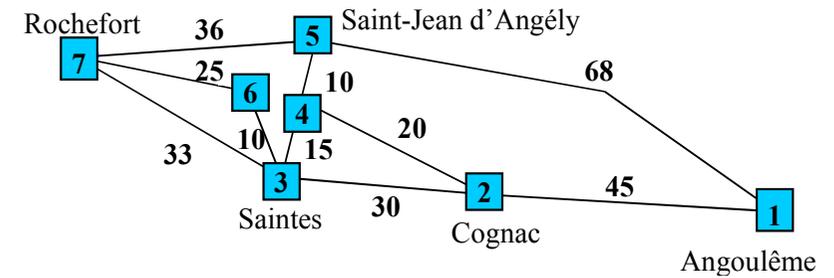
n+	n-	Index	Nom	Nb voies	Site	Longueur m	Capacité uvp/h	Vitesse libre km/h	Stationnement uvp/m
1	2	1	Maréchaux	2	Banal	600	1 600	50	0,1
2	1	2	Maréchaux	2	Banal	600	1 600	50	0,1
1	5	3	D50	1	Banal	400	800	30	0,2
2	3	4	Maréchaux	2	Banal	1000	1 600	50	0,1
3	2	5	Maréchaux	2	Banal	1000	1 600	50	0,1
2	4	6	D50	1	Banal	800	800	50	0,2
4	2	7	D50	1	Banal	800	800	50	0,2

Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Exercice

Liaison Angoulême-Rochefort : PCC en distance

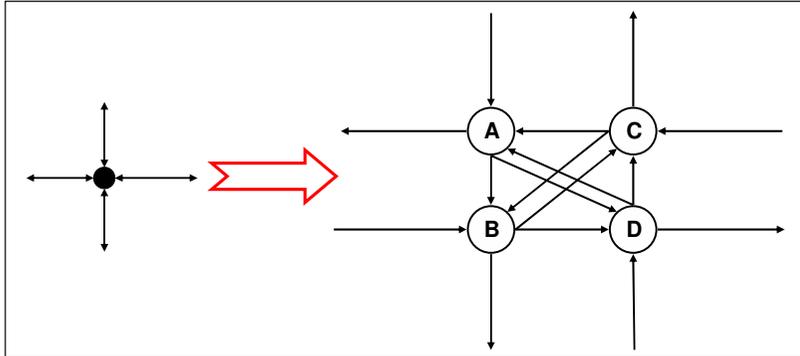


Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Codage d'une jonction

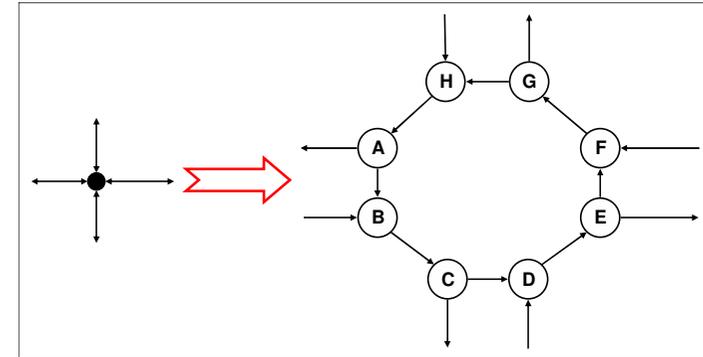
- Source = plan de réseau
- Résultat = détail nœuds et arcs unidirectionnels



Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Coder un carrefour giratoire

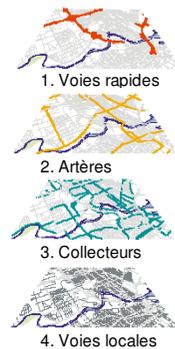


Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Principes de codage

- Hiérarchie fonctionnelle des voies
 - Descendante : d'abord les voies majeures, puis les artères, puis les voies secondaires, enfin la voirie de desserte fine
 - Précision : coder le niveau $N+1$ pour exploiter les trafics des axes au niveau N
 - Connexion des centroïdes



Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Services de TC

- Définitions
 - **Mission** = un itinéraire de service collectif le long d'une ligne, pour desservir un sous-ensemble de stations
 - **Course** = service d'un véhicule pour remplir une mission
 - **Ligne** = trajectoire reliant une série de stations, empruntée par une ou plusieurs missions
 - **Quai** = nœud de ligne
 - **Interstation** d'une ligne = arc entre 2 quais successifs
 - **Gare / station** = sous-ensemble de quais et de nœuds de relais, avec les arcs intermédiaires : interstations ou arcs d'accès

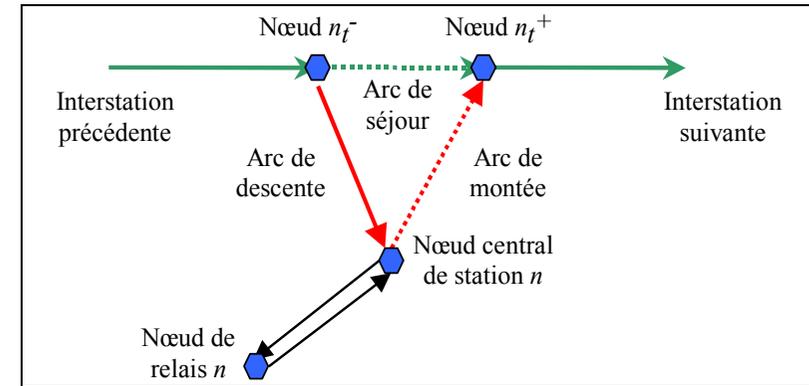
Modélisation de la demande de transport

Moyens et services de transport

Coder un réseau de TC

- Niveaux
 - Moyens TC : lignes et missions
 - Stations, accès et correspondance ; mode auxiliaire
 - Protocoles : tarification, règles d'usage
- Nœuds pour quais et jonctions
- Arcs pour interstations et liens piétons
 - Interstation avec distance, durée de parcours
 - Arc de séjour avec durée en station
 - Arcs de montée, avec fréquence de service
- Nœuds et arcs pour le mode d'accès et de correspondance
 - piéton en TC de voyageurs

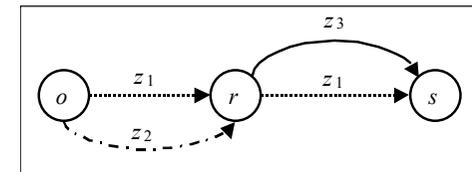
Coder une station de TC



Missions et courses

- Nature d'une mission
 - Un type de service : desserte de certaines stations sur une ligne, par un ensemble de courses
- Caractérisation d'une mission
 - Les stations desservies
 - Nb de places, par type de place ?
 - Conditions tarifaires ?
 - Fréquence de mission
 - Arcs suivis en interstation, durées interstation moyennes
- Représentation des horaires : par course
 - Tableau avec une ligne par course
 - Attributs : capacité, condition tarifaire (au niveau Mission si génériques)
 - Pour chaque station desservie : horaires d'arrivée et départ, quai de séjour

Table de service, sur une ligne



		Station o	Station r	Station s			
Course	Mission servie	Arrivée	Départ	Arrivée	Départ	Arrivée	Départ
1	1	7:00	7:00	7:08	7:09	7:18	7:19
2	1	7:12	7:12	7:20	7:21	7:28	7:20
...

Lignes, missions et fréquence

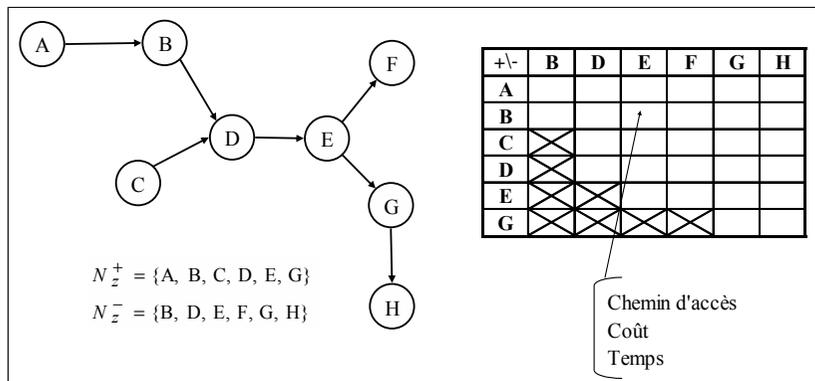
- **Ligne** = ensemble de missions qui ont en commun
 - la trajectoire (les voies d'interstation, éventuellement les quais)
 - les stations de passage : chaque mission en dessert certaines qui sont ses stations d'arrêt
- Par extension : lignes en X, en Y
- Fréquence de mission
 - nb de dessertes dans une période
 - en unité de véh / heure
- La fréquence n'est pas identique à la fiabilité ni à la régularité
 - cadencement = espacement homogène des dessertes successives en une station

Une table de missions

Ligne / Mission	Freq véh/h	Station 1			Station 2			Station 3		
		Nœud	Séjour	Parcours	Nœud	Séjour	Parcours	Nœud	Séjour	Parcours
1	6	o	0.4	8	r	0.5	9	s	9	∞
2	10	o	0.5	6	r	1	∞	-	-	-
3	12	r	0.5	4	s	1	∞	-	-	-

Description en linoïdes

Pour des conditions par entrée/sortie : ex. tarifs



Horaires ou fréquences ?

- Enjeu de la décision
 - Le codage en horaires est lourd, et pas forcément meilleur en cas d'aléas
 - Le codage en fréquences vaut pour une période limitée
- Une condition de fréquence minimale
 - En milieu urbain : 6-10 courses par heure
 - En milieu interurbain : 2-3 courses par heure, si desserte suffisamment cadencée (courses espacés assez régulièrement)

Aspects pratiques

- Sources d'information
 - Réseaux
 - Relevés terrain
 - Cartes papier, ou cartes numériques : pour les réseaux routiers, GéoRoute (IGN), Michelin, NavTeq
 - Missions et courses : offreurs TC / autorités organisatrices
- Un volume d'information très fort
 - Le logiciel de modélisation des Dt permet de gérer les données par tables et par fenêtres graphiques
- Coûts de constitution
 - Conditions d'obtention : achat initial? Actualisation?
 - Coût élevé pour TC => on se limite souvent au JO hors été, à l'HPM
 - Modèles routiers plus simples à développer

Conclusion

- Offre décrite sous forme de
 - Réseau : nœuds et arcs
 - Missions ou courses, dans le cas des TC
- Limites
 - Les coûts de production, ainsi que les protocoles de gestion, sont peu représentés
 - Les tarifs et autres conditions de commercialisation pour les TC, sont codés de manière très simplifiée
 - Coût du stationnement ?
 - Représentation des taxis ?
 - *Modes abstraits, décrits en niveau de service*