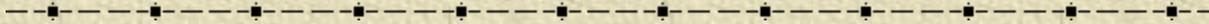


# Aperçu sur les modèles de trafic



# Plan



- ✦ Modèle de trafic
- ✦ Les coûts
- ✦ L'évaluation de quoi
- ✦ Etapes

# Les modèles en quatre étapes

---

- ✦ 1 : Etape de génération : flux émis par zones d'émission
- ✦ 2 : Etape de distribution : répartition des flux entre les origines O et les destinations D (OD)
- ✦ 3 : Choix modal : pour chaque OD, répartition des flux par modes
- ✦ 4 : Choix d'itinéraires : Pour chaque OD et mode, répartition par itinéraire

# 1 : L 'étape de génération

---

- ✦ Pour relier les flux émis à la population de la zone, à sa population et à sa richesse
- ✦  $O_i = k * P_i * r_i^a$
- ✦  $O_i$  : émission de flux de la zone  $i$ , par unité de temps et par habitant
- ✦  $r_i$  : revenu moyen par habitant en zone  $i$
- ✦  $P_i$  : population de la zone  $i$
- ✦ Eventuellement un facteur spécifique IDF
  
- ✦  $k, a$  : paramètres à caler

## 2 : L 'étape de distribution

---

- ✦ Pour relier les caractéristiques des zones aux flux par zone origine à zone destination
- ✦  $T_{ij} = k * O_i * D_j * f(C_{ij})$
- ✦  $T_{ij}$  est le flux de  $i$  vers  $j$
- ✦  $O_i$  est l 'émission de la zone  $i$
- ✦  $D_j$  est l 'attraction de la zone  $j$
- ✦  $C_{ij}$  : coût généralisé de déplacement de  $i$  à  $j$
- ✦  $f$  : une fonction décroissante (impédance)

# Le coût généralisé d'un déplacement

---

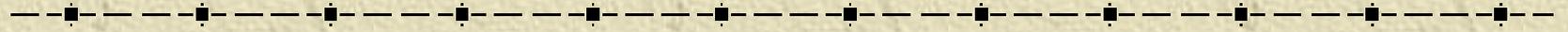
- ✦ Deux freins à la demande de déplacement de  $i$  à  $j$  : le prix  $p_{ij}$  et le temps passé  $t_{ij}$
- ✦ Si une heure de temps passé supplémentaire a le même effet que  $z$  euros de prix supplémentaire sur la limitation de la demande, on appelle  $z$  la valeur du temps
- ✦ Le coût généralisé de base est alors :
- ✦  $C_{ij} = p_{ij} + \text{ValTemps} * t_{ij}$

# La valeur du temps

---

- ✦ C'est un taux marginal de substitution entre argent et temps
- ✦ Elle dépend principalement du motif du déplacement
- ✦ LOISIR : faible environ 15 E/h
- ✦ PRO : élevée environ 40 E/h
- ✦ Et, de manière moins prononcée de la distance du trajet (+ faible (-20%) à courte distance)

# Autres facteurs



- ✦ La fréquence (ou intervalle)
- ✦ La minute repère au départ
- ✦ L'heure ronde
- ✦ La pénalisation des correspondances
- ✦ La pénalisation des retards

# La fréquence

---

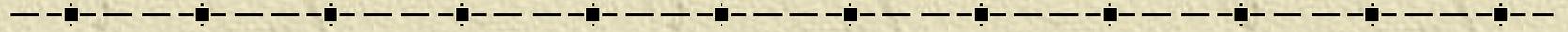
- ✦ Souvent un terme de type  
 $CG = \ln(a + b * \text{fréquence})$
- ✦ Beaucoup d'effet pour 1 fréquence en plus  
s'il y en a peu à la base
- ✦ Pas beaucoup s'il y en a déjà beaucoup

# La minute repère au départ

---

- ✦ Facilite la mémorisation
- ✦ 5 (non fréquent) à 7 mn (fréquent) en motif PRO
- ✦ 3 (non fréquent) à 7 mn (fréquent) en motif LOISIRS
- ✦ (passenger demand forecast handbook)
- ✦ Trajets > 30 km
- ✦ Court = 1 train par heure
- ✦ Fréquent = 2 trains par heure et +

# Minute à l'arrivée



✦ Probablement peu importante en elle-même, mais une dispersion de celle-ci rend les correspondances de mauvaise qualité

# Heure ronde



✦ Environ équivalent à 2 minutes

# Les correspondances

---

- ✦ Le temps passé en correspondance est souvent pénible (bagages, peur de rater la correspondance, effort, ...)
- ✦ Pénalité
- ✦ Variable selon les modèles
- ✦ Fois 2 ou 3 souvent voire pire

# La fiabilité



✦ Les retards sont à pénaliser

✦ Environ un facteur 3

# Modèle gravitaire

---

✦ :  $T_{ij} = k * O_i * D_j * f(C_{ij})$

✦ Tous modes

✦ Fonction gravitaire :  $f(C_{ij}) = 1/ C_{ij}^b$

✦ b est un paramètre à caler

✦ b un peu en dessous de 2

✦ Comme Newton et la pomme...

# 3 : Partage modal

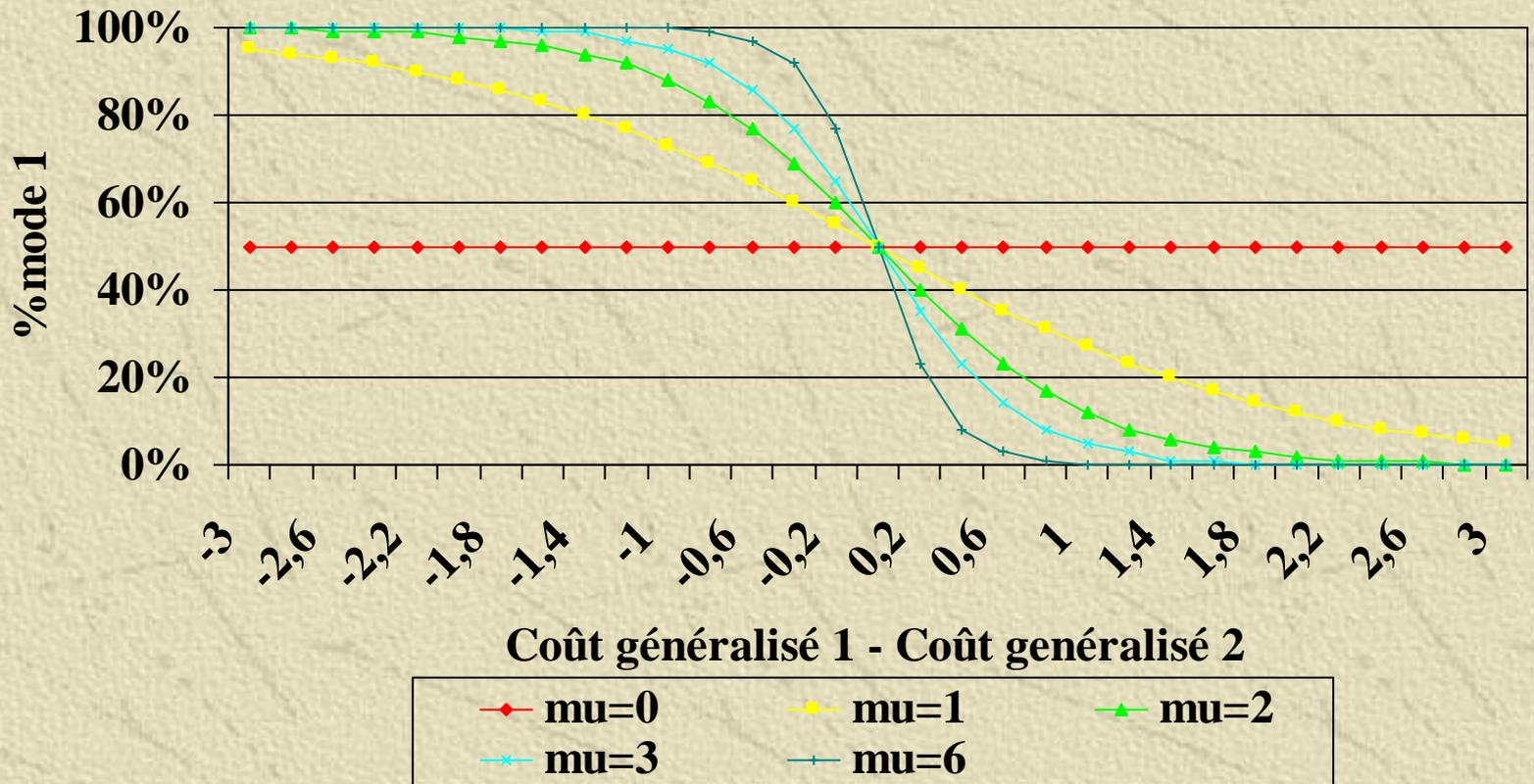
- 
- ✦ Pour simuler la part des flux sur une OD qui emprunte chaque mode de transport
  - ✦ Logit
  - ✦ Prix temps

# Logit

---

- ✦ Part modale du mode 1 =
- ✦  $\text{Exp}(-\mu * \text{CG1})$
- ✦ Divisé par
- ✦ Somme de  $\text{Exp}(-\mu * \text{CG1}) + \text{exp}(-\mu * \text{CG2}) + \text{exp}(-\mu * \text{CG3}) \dots$
- ✦ Somme des parts modales = 100%

# Part du mode 1 selon la valeur de $\mu$ et la différence de coût généralisé



# Un exemple : modèle prix temps

## TGV/air

---

✱  $C_f^i$  et  $C_a^i$  : coûts généralisés fer et air de l'individu  $i$

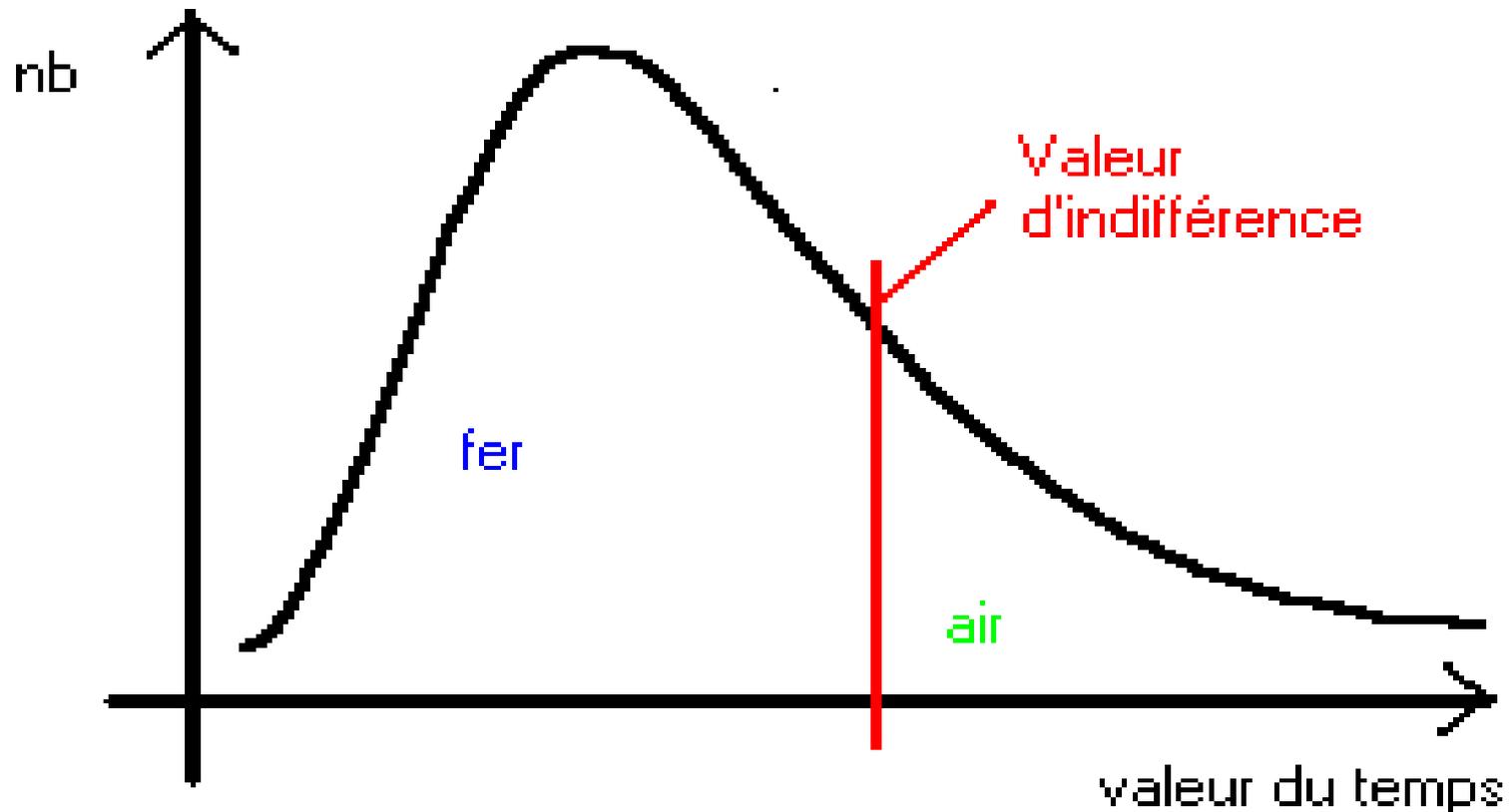
✱  $h^i$  est la valeur du temps de l'individu  $i$

✱  $i$  choisit le fer si sa valeur du temps  $h^i$  est inférieure à la valeur pivot  $h_{af}$

✱  $h^i < h_{af} = (p_a - p_f) / (t_f - t_a)$

✱ % fer =  $\text{Prob}(h < h_{af})$

# Le modèle prix temps de partage modal air fer



# 4 : Le choix d'itinéraires

---

- ✦ Pour affecter les usagers sur des itinéraires
- ✦ En interurbain, on utilise souvent la loi d'Abraham
- ✦  $T_1/T_2 = (CG_1/CG_2)^{-A}$
- ✦  $T_i$  : trafic de l'itinéraire  $i$
- ✦  $CG_i$  : coût généralisé de l'itinéraire  $i$
- ✦  $A$  : coefficient à caler
- ✦ Ou du LOGIT

# L 'affectation en réseau maillé

---

- ✦ Le temps de trajet et donc le coût généralisé dépendent de la charge du réseau
- ✦ Les réseaux sont fortement maillés, donc les possibilités d 'itinéraires sont nombreuses
- ✦ On a donc recours à une formulation d 'équilibre, dite premier principe de Wardrop

# Le premier principe de Wardrop

---

- ✦ A l'équilibre, pour toute O/D, les coûts généralisés sur chaque itinéraire UTILISE, sont inférieurs ou égaux à ceux des itinéraires NON UTILISES
- ✦ Si, pour une O/D, plusieurs itinéraires sont utilisés, leurs coûts généralisés sont égaux

# Les coûts du transporteur

---

- ✦ Type de coûts :
- ✦ Possession du matériel roulant
- ✦ Conduite
- ✦ Accompagnement
- ✦ Energie
- ✦ Maintenance du matériel roulant
- ✦ Commercialisation
- ✦ Divers (nettoyage, escale, structure...)
- ✦ Et le péage

# Inducteurs de coûts du transporteur

---

- ✦ Dépendant du temps :
- ✦ Possession du matériel roulant, conduite, accompagnement
- ✦ Dépendant de la distance :
- ✦ Maintenance du matériel, énergie
- ✦ Dépendant du nombre de voyageurs :
- ✦ Commercialisation
- ✦ Dépendant de RFF :
- ✦ Péage

# Vitesse et rentabilité du transporteur

---

- ✦ Le transporteur est doublement gagnant avec la vitesse
- ✦ Plus de trafic voyageurs, payant plus cher
- ✦ Moins de coûts d'exploitation (car moins de temps)
- ✦ Malheureusement, il faut s'arrêter de temps en temps en gare...

# Evaluer un horaire

---

- ✦ Evaluation différentielle
- ✦ Variante A par rapport à la variante B
- ✦ Evaluation socio-économique (collectivité)
- ✦ Ou Financière (acteurs : RFF, transporteurs, voyageurs, chargeurs,...)
- ✦ Périmètre : Grandes Lignes, Chemin de fer, Chemin de fer + autocars...

# Evaluation d'un investissement

---

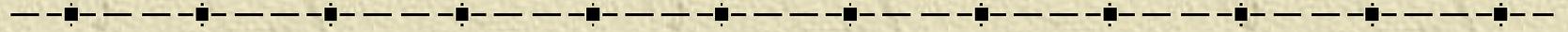
✦ Situation 1

✦ Sans l'investissement

✦ Situation 2, avec l'investissement

✦ Permet en général davantage de trains, plus rapides, mais avec un coût

# Acteurs



- ✦ Voyageur, chargeurs
- ✦ Transporteurs
- ✦ Externalités
- ✦ Gestionnaire infra (péage, maintenance)