

13 février 2013

## **Cours d'ECONOMIE DES TRANSPORTS**

**Année universitaire 2012-2013**

**Alain SAUVANT**

### **I. CONTEXTE**

Dans la grille de formation au transport, un enseignement d'économie du transport vient en amont, en vue de préparer les approfondissements et les spécialisations ultérieures.

A cet égard, le cours d'économie du transport doit être complémentaire :

- de la modélisation de la demande de transport.
- du cours sur la tarification des transports

Le plan ci-après comprend 3 parties principales, d'abord l'économie de l'offre, puis l'économie de la demande, enfin la gestion du système de transport et de son développement.

### **II. PLAN**

Plan, pour 10 séances :

#### **1- Introduction**

**2- économie de la production**

**3- économie des infrastructures**

**4- économie des services en transport de voyageurs**

**5- La demande de transport**

**6- Analyse (statique) de l'équilibre offre-demande**

**7- Gestion de la demande**

**8- Gestion à moyen terme de l'offre**

**9- Développement à long terme d'un système de transport**

**10- Compléments et ouvertures**

#### **1- Introduction et généralités**

Après une présentation du cours, cette séance introductive présentera les principales spécificités des transports et leurs conséquences en matière de politiques publiques : la difficulté de faire jouer la concurrence du fait des rendements croissants, la présence d'importantes externalités environnementales et de sécurité qui justifient une forte implication

---

des pouvoirs publics,.... La place des transports dans l'économie, soit environ 15% de la consommation des ménages, sera ensuite rappelée.

Dans un deuxième temps seront présentés les enjeux des transports en termes de développement durable. Les principales externalités environnementales des transports seront détaillées : pollution locale liée aux émissions des moteurs thermiques (particules fines, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc.), pollution globale liée aux gaz à effet de serre, bruit, sujet des traînées de condensation produites par les avions à réaction, sujet de la pollution « du puits à la roue » (cycle complet).

On verra ensuite comme ces effets peuvent être pris en compte dans l'analyse économique, et notamment comment par quelles méthodes ils sont monétarisés. Les différentes méthodes d'internalisation seront présentées : instruments économiques (taxes, permis négociables) et normes.

On passera enfin de la théorie à la pratique, en évoquant les suites du Grenelle de l'environnement, pour étudier comment les politiques de transport répondent concrètement aux enjeux environnementaux. Les exemples du péage kilométrique pour les poids lourds, du marché de permis négociables pour le transport aérien, et des investissements en transport ferroviaire seront notamment évoqués.

Intervenant : Alain SAUVANT

## **PARTIE I – ECONOMIE DE L'OFFRE**

### **Séance 2 : économie de la production de services de transport : généralités.**

Cette séance a pour objectif de montrer comment l'offre de transport se construit. La production, ses coûts, et les choix des producteurs sont étudiés au moyen d'outils basiques de l'analyse microéconomique.

Quelques rappels de notions de micro-économie seront d'abord effectués, en donnant des exemples provenant du secteur des transports :

Acteurs économiques : demandeur, offreur, industrie...

Circuits d'impacts et circuits économiques entre les acteurs du système de transport. Qualification des impacts, définition des externalités.

Définitions d'économie industrielle : situations de concurrence, situation de complémentarité verticale (sous-traitance) ou horizontale (spécialisation spatiale).

### **Analyse de la production et de ses coûts.**

La production de services de transport est l'opération de transformation d'intrants (biens ou services) en services de transport. Pour produire un service de transport, différentes transformations sont possibles, à partir de différentes quantités d'intrants. Ces possibilités sont représentées par la fonction de production, qui constitue donc l'outil fondamental de

---

l'analyse de la production. On en présentera la définition, les propriétés ainsi que des formes type (Cobb-Douglas, Leontiev, CES.)

L'acquisition des intrants nécessaires à la production de services de transport est généralement payante. Dès lors, sous certaines conditions, la fonction de production est équivalente à une fonction de coût, avec laquelle il est parfois plus facile de travailler. On définira la fonction de coût, on expliquera pourquoi elle est équivalente à la fonction de production. On introduira les notions de coût moyen, coût marginal, coût fixe. On évoquera les problèmes d'imputation des coûts, notamment dans le cas de coûts joints ou communs. On présentera l'exemple des coûts portuaires.

La difficulté de faire jouer la concurrence sur les marchés de services de transport découle de certaines particularités de la structure des fonctions de production (et donc de coût) associées à ces services. On présentera le moyen d'identifier ces particularités, en introduisant notamment les notions d'économies (ou dés-économies) d'échelle et d'envergure. Les sources d'économies d'échelle à infrastructure fixée seront présentées, en particulier celles spécifiques au transport (densité de trafic, taille du réseau, taille des véhicules, longueur du déplacement.) De même, les sources d'économies d'envergure seront présentées. Dans les deux cas, des exemples correspondant à différents modes de transport viendront illustrer les notions. Les moyens d'estimer les fonctions de coût, et donc de mesurer le degré de présence d'économies d'échelle, seront évoqués.

### **Comportement du producteur.**

La transformation d'intrants en services de transport est effectuée par un producteur. Si ce producteur est une entreprise privée, alors son objectif est de maximiser son profit. Dans un tel cas, le comportement du producteur est déterminé par la fonction de production, par la structure de marché – c'est-à-dire par le nombre et le comportement des autres producteurs présents sur son marché, ainsi que par la demande.

De manière générale, les environnements auquel peut être confronté un producteur sont extrêmement variés. On évoquera cette diversité, et on présentera plus précisément le cas polaire dans lequel le producteur ne peut pas influencer les prix sur son marché – il est *price-taker*, ainsi que le cas symétrique où le producteur contrôle les prix – il est *price-maker*. Ces deux situations seront illustrées respectivement par le cas d'un petit transporteur routier et par le cas d'un transporteur ferroviaire en situation de monopole monomodal.

On exposera les cas dans lesquels le producteur ne maximise pas son profit. En particulier, dans le cas où le producteur est une émanation de la puissance publique, on évoquera le problème de sa fonction objectif. On verra également que l'hypothèse selon laquelle le producteur minimise le coût auquel est produit un ensemble donné de services peut, dans certains cas, être remise en question.

---

## **Services de transport de marchandises.**

Afin d'illustrer le propos de la séance, on construira la fonction de production et la fonction de coût d'un service de transport de fret. Les coûts de transport routier seront analysés précisément. Les différents composants de ces coûts seront détaillés (carburant, main d'œuvre, véhicule, soutien), ainsi que les différentes options disponibles pour les transporteurs routiers.

Les coûts logistiques feront également l'objet d'une analyse précise, avec décomposition par poste et par unité d'œuvre autant que possible. On présentera les difficultés et les limites de cette approche.

Ces deux cas s'appuieront sur des éléments de coût chiffrés. On évoquera la volatilité de ces éléments et la répercussion de cette volatilité sur les choix des producteurs. On présentera en particulier l'exemple du modèle EOQ (*economic order quantity*), pour illustrer la manière dont le transporteur s'adapte à la demande et construit son coût en fonction du trafic et de ses ressources.

Intervenant : François COMBES

## **3- Economie de la production de services d'infrastructures**

Le but de cette séance est de présenter les logiques économiques qui président à la production de services d'infrastructures, tant du point de vue du gestionnaire d'infrastructures que du point de vue de la collectivité.

Après avoir rapidement illustré à travers quelques exemples la diversité des infrastructures de transport, une typologie de ces infrastructures sera présentée, basée sur leur nature et sur leurs fonctions dans le réseau de transport et dans la chaîne du transport.

Des ordres de grandeur des coûts des divers types d'infrastructure seront fournis, ainsi que pour leurs principales caractéristiques, notamment leur durée de vie. La distinction entre infrastructures, superstructures et autres investissements sera abordée, de même que la nature des services d'infrastructure, au-delà de la seule fourniture de l'infrastructure physique.

Le cycle de vie d'une infrastructure avec ses principaux types de flux ayant été présentés, on en viendra à décrire la démarche d'évaluation socio-économique et financière d'un projet d'infrastructures, en abordant les points de vue du gestionnaire d'infrastructure (GI) et celui du décideur public :

- définition et construction d'une situation de référence
  - estimation des variations de flux annuels concernant le GI et les autres types d'acteurs, des externalités
  - l'importance du taux d'actualisation, du choix des hypothèses d'évolution portant sur les paramètres-clé et leur évolution (tarification, coûts, éventuels investissements)
-

éludés, ...)

- les principaux indicateurs socio-économiques et financiers
- les risques et incertitudes, la question-clef de la répartition des risques et des marges de manoeuvre,
- l'optimisation des projets, les arbitrages entre fonctions et entre coûts (dont la notion de « coût global »).

Les analyses détaillées des éléments comme les externalités ou la tarification seront renvoyées aux séances du module qui leur sont consacrées.

Des exemples concrets portant sur des projets ayant fait l'objet de bilans a posteriori (ligne LGV, autoroute) viendront illustrer cette partie.

La question de la sélection d'investissement sera abordée, du point de vue du GI et du décideur public, sous l'angle socio-économique classique tout d'abord (critères relatifs à la valeur actuelle nette, au taux de rendement et autres indicateurs classiques) puis en abordant la question de la durabilité (ou soutenabilité) aux diverses échelles de temps. L'arbitrage entre optimisation initiale du projet et flexibilité d'adaptation future et la notion d'irréversibilité, notamment, seront illustrées sur quelques exemples de projets récents.

Après avoir traité le cas d'une infrastructure unique, les dimensions plus larges seront abordées :

- programmes d'infrastructures : effets-réseau, dynamiques d'évolution et de financement
- vision patrimoniale (valorisation, politiques de maintenance).

Le cas du réseau ferroviaire et celui du réseau routier fourniront des éléments de référence concrets.

Intervenant : David MEUNIER

#### **4A - économie des services en transport de voyageurs.**

Cette séance a pour objectif de décrire précisément l'économie de l'offre de services de transport de voyageurs, c'est-à-dire la manière dont se construit un ensemble de services de transport ayant des caractéristiques données.

#### **Généralités sur les services de transport de voyageur.**

Les services de transport de voyageurs sont employés par les voyageurs pour se déplacer. La principale particularité des voyageurs est qu'ils disposent en propre d'une bonne partie des moyens nécessaires à la production de ces services (déplacement à pied, à vélo, en voiture, etc.) Ils peuvent également utiliser des services produits par d'autres personnes (covoiturage) ou par des opérateurs (transport en commun.) Dans tous les cas, ils utilisent également des

---

moyens qu'ils ne possèdent pas (infrastructure.) Ces particularités de la production des services de transport de voyageurs sont fondamentales à la compréhension de son économie.

Sans entrer dans la description de la demande de services de transport de voyageurs, on présentera les caractéristiques susceptibles d'entrer en ligne de compte dans les décisions des voyageurs. On décrira ainsi les services en terme de coût, de temps, de confort, etc. On introduira ainsi les notions fondamentales de coût privé, de coût généralisé, et de qualité de service.

Les services de transport de voyageurs sont caractérisés par le fait que l'utilisation d'un service par un usager peut engendrer des dommages ou des conséquences positives, et que ces effets sont (généralement) peu ou pas considérés par l'usager dans sa décision. On introduira les notions d'externalité et de coût externe (on n'évoquera que rapidement la congestion, qui fait l'objet d'une autre séance.)

De même, sans entrer dans les considérations sur le financement des services de transport collectif de voyageurs et leur tarification optimale, nous évoquerons la présence de déficits structurels et introduirons la notion de coût public, à distinguer de celle de coût privé.

### **Organisation d'un service de transport massifié de voyageurs.**

Les services de transport collectif de voyageurs ont la particularité que leur organisation est décidée par un opérateur, et non le résultat d'un très grand nombre de décisions décentralisées prises par un ensemble de voyageurs. On entend par organisation la mise à disposition, au moyen de ressources, compte-tenu de choix stratégiques, d'une capacité de transport ayant des caractéristiques données. La décision d'utiliser cette capacité revient à l'usager.

On présentera les questions attendant à la conception d'un service de transport public. En particulier, on étudiera le choix des stations desservies sur une ligne, le choix des fréquences de dessertes, le choix de capacité de véhicule, et le choix de vitesse commerciale en fonction des arrêts, ce en fonction de la demande. On présentera des notions sur la manière dont ces choix se traduisent en qualité de service. On donnera des applications numériques pour le dimensionnement du service, en fonction des capacités, coûts et des ressources. La question de la concurrence entre opérateurs de bus (choix de grille d'horaire permettant de transporter un maximum d'usagers, compte-tenu des choix des autres opérateurs.)

On étudiera le choix de structure de réseau supportant le service de transport collectif, en particulier les possibilités de massification offerte par la mise en place de *hubs*. Dans le cas d'un réseau configuré en *hub and spokes*, ou plus généralement d'un réseau avec correspondances, on évoquera la question du cadencement.

### **Cas concret.**

Le cas francilien sera mis à profit pour illustrer les notions introduites dans la séance.

Intervenant : François COMBES

---

## **PARTIE II – ECONOMIE DE LA DEMANDE**

### **4B- Analyse spatiale de la demande de transport**

Modèles d'ingénieur pour prévoir le trafic : le schéma à quatre étapes (génération, distribution, choix modal, affectation)

Aperçu sur les principes de Wardrop (équilibre et optimum) et les conséquences en matière de politique des transports.

Modèles de choix discret pour le choix modal. Hypothèses, propriétés (formules de répartition, de surplus du consommateur)

Intervenant : Alain SAUVANT

### **5 – Transport et histoire et économie spatiale**

5A Analyse historique des flux de transports

Définitions microéconomiques : fonction de demande et surplus dans les cas simples

Revue d'élasticités de la demande au prix selon les modes de transports et les milieux géographiques

Approche historique : Seront présentées les évolutions des flux de voyageurs et de marchandises depuis la révolution industrielle en France : quels sont les déterminants des flux totaux (croissance économique, prix, parc de véhicules, performances des infrastructures,...), la notion d'élasticité de la demande, l'histoire du partage modal et les enseignements pour les politiques publiques.

Aperçu sur la croissance des flux dans les pays en développement

Intervenant Alain SAUVANT

5B Transport et économie spatiale

Modèles théoriques de formation de la demande à long terme (localisation) : le modèle monocentrique (Von Thunen) de localisation en milieu urbain (cas de localisation urbaine, cas de localisation d'activités, rente foncière)

Modèle de Weber de localisation d'activités

Théorie des places centrales de Christaller

Transport et emploi : choc asymétrique sur l'emploi et système de transport.

Intervenant : Alain SAUVANT

### **6- Analyse (statique) de l'équilibre offre-demande ; la tarification des infrastructures**

L'équilibre de l'utilisateur (l'optimum individuel)

Analyse de la congestion

Les externalités : comment les prendre en compte

---

L'optimum collectif ; comment l'atteindre grâce à la tarification

On passera ensuite à la question de la tarification et de l'imputation des coûts entre fixe et marginal (coût marginal d'usage, coût marginal social, coûts des fonds publics, coût marginal social harmonisé, ...)

On abordera les problèmes pratiques de la mesure des coûts : observer les ressources et leur occupation ; choisir une imputation afin de donner aux coûts leur mesure ; le coût du comptable, du statisticien, de l'ingénieur, de l'économiste ; méthodes de dérivation de la marginalité

L'évaluation des impacts et l'internalisation des externalités (principes)

La tarification en pratique (cas innovants)

Des exemples innovants étrangers pourront être présentés, notamment la tarification des poids lourds en Suisse, et les projets de l'Allemagne et de la Grande Bretagne en matière de tarification des poids lourds ou le péage urbain londonien mis en place en février 2003. Sans entrer dans le détail technique de chaque cas, on s'efforcera de montrer comment chaque solution est adaptée à une situation particulière et qu'il n'y a pas en la matière de solution miracle, mais des solutions appropriées adaptées selon les objectifs fixés.

Une présentation d'une simulation de ce que pourrait donner une mise en péage pour les poids lourds d'une partie du réseau routier en France (en dehors des autoroutes concédées). Cette simulation permet d'illustrer comment on peut mettre en œuvre diverses techniques abordées à des leçons précédentes : modélisation de trafic, prise en compte de l'environnement, affectation des recettes à des projets, ...

Intervenants : Alain SAUVANT

## **7- Gestion de la demande**

Les décisions décentralisées des agents formant la demande de transport ne conduisent pas spontanément à un usage optimal des ressources disponibles, comme cela a été présenté dans les séances précédentes. Théoriquement, il est possible de rejoindre l'optimum collectif au moyen d'une tarification adaptée à cet objectif. La mise en œuvre pratique de ce résultat est cependant assez difficile. L'objet de cette séance est de présenter les différents instruments dont disposent la puissance publique ou les opérateurs pour gérer la demande de transport en modulant les incitations des agents, à infrastructure donnée.

### **Instruments de gestion de la demande de transport.**

Le choix d'un service de transport peut se décomposer en plusieurs décisions qui s'imbriquent ; un ensemble d'instruments pouvant être mis en œuvre par des opérateurs ou la puissance publique est susceptible d'influer ces décisions. On présentera ces outils en les distinguant en fonction du niveau de décision auquel ils s'appliquent.

Configuration des réseaux et gestion des flux.

---

La question de la gestion des flux se pose à différentes échelles, correspondant aux différents niveaux de décisions dans les choix des usagers des services de transport. Le niveau le plus bas est celui du choix d'itinéraire pour un mode donné. Du fait de l'imparfaite internalisation des coûts par les usagers, leurs choix sont inefficaces ; un certain nombre d'outils permettent d'orienter ces choix de telle manière que la situation soit globalement améliorée.

Les instruments permettant d'orienter les choix d'itinéraire (c'est-à-dire le trafic) dans un réseau modal peuvent être regroupés dans trois catégories : information aux usagers (notamment par le biais des panneaux à message variable – on en profitera pour évoquer l'effet du GPS sur l'efficacité globale du système), tarification (prix d'usage des transports en commun, taxe sur les carburants, péage), et régulation de capacité (notamment en changeant dynamiquement le nombre de voies.)

#### Gestion plurimodale des moyens de transport.

Le choix de service de transport par l'utilisateur est également un choix de mode, au sein duquel s'effectue un choix d'itinéraire (en gardant à l'esprit qu'un déplacement peut emprunter plusieurs modes de transport.) La possibilité d'orienter le choix de mode par les usagers peut être un enjeu important, par exemple dans des situations où un mode est surchargé et source d'externalité, et un autre sous-exploité et source plus limitée d'externalités.

Les instruments permettant d'influer sur le choix de mode comprennent les instruments précédemment présentés, mais également un volet de la tarification (coût d'acquisition d'un véhicule, abonnements pour les transports en commun ou pour les péages – autoroutiers ou urbains, etc.), l'ensemble des outils de gestion du stationnement, et dans certains cas particuliers la gestion du nombre de services disponibles quand la puissance publique ne les contrôle que partiellement (taxis.)

#### Gestion territoriale : occupation de l'espace, organisation du temps et gestion des horaires.

Le point le plus amont de la formation de la demande de transport qu'il est possible d'influencer est celui de la localisation des personnes et établissements, ainsi que leurs choix d'emploi du temps, c'est-à-dire les lieux et moments où ils vont procéder à certaines activités.

Dans une certaine mesure, les outils précédemment exposés peuvent influencer ces décisions, bien qu'à long terme, et dans des directions qui ne sont pas complètement comprises aujourd'hui. D'autres instruments ont vocation à influencer spécifiquement sur les choix de localisation : la fiscalité (taxe foncière ou incitation à l'installation, pour les ménages ou les entreprises,) et l'urbanisme (permis de construire, contrôle d'installation des établissements, accessibilité des véhicules.) Il est également possible d'influencer les choix temporels d'un certain nombre d'agents : horaires autorisés de livraison, autorisation d'accès à certains types de véhicules utilitaires limitées à certaines plages horaires, etc.

On s'attachera à remettre en perspective ces différents types d'outils, d'abord en en proposant une sorte de tableau, puis en distinguant les acteurs les mettant en œuvre et donc les échelles spatiales correspondantes, les différentes échelles temporelles sur lesquelles ils sont susceptibles d'opérer. On évoquera rapidement les possibilités d'effets pervers, ainsi que d'interférences entre les décisions de différents acteurs. On évoquera également à titre

---

indicatif les effets potentiels de certaines lois *a priori* étrangères au domaine des transports sur la demande de transport (35 heures, LME, etc.)

### **Gestion de la demande en pratique : le yield management.**

La gestion fine des prix et des capacités est le premier facteur de la rentabilité des compagnies aériennes. C'est ainsi qu'ont été mis en place dans la plupart des compagnies aériennes (ainsi que ferroviaires, ou dans certains autres secteurs) des systèmes de « yield management » dont on donnera un aperçu sur leur fonctionnement. Cet aperçu comportera essentiellement trois points :

- la gestion de la sur-réservation (conditions marginales optimalité, impact des politiques publiques de droits des passagers à la compensation en cas de sur-réservation), prise en compte des passagers ne se présentant pas (« no show ») ou se présentant au dernier moment (« go show »)
- la gestion des prix et des capacités sur un tronçon : on montrera comment un modèle simple de récurrence inverse permet d'expliquer l'ouverture et la fermeture de classes tarifaires au cours de la réservation ; les résultats de ce modèle sera comparé avec les ouvertures et fermetures pratiquées dans la réalité (axe Paris Marseille)
- la gestion des prix dans un réseau en étoile (ou « hub ») : aperçu sur la technique dite du « virtual nesting », avec un exemple sur Marseille Tokyo via Paris.

Intervenants : François COMBES et Alain SAUVANT

## **PARTIE III – GESTION DU SYSTEME**

### **8- Gestion à moyen terme de l'offre**

- Les monopoles : insuffisances statiques et dynamiques
- La régulation d'activités de service public avec concurrence
- Les principales formes de régulation des prix (« cost plus », « price cap »,...), avantages et inconvénients
- Les subventions croisées et la contestabilité des monopoles
- Etudes de cas
- Transports et télécommunications : similarités et différences (intervenant extérieur)

L'organisation du secteur des transports est un sujet de débat croissant avec la montée en puissance de la régulation économique et de l'ouverture à la concurrence d'activités autrefois confiées à des monopoles.

La première partie de la leçon présentera quelques éléments de théorie à ce sujet. Dans un premier temps, seront rappelées les principales insuffisances des monopoles : elles sont à la fois statiques (distorsion globale de prix du fait d'une rente de monopole, possibilités de subventions croisées et de distorsions, insuffisance de variété de l'offre) et dynamiques (faible incitation à la productivité, faible prise en compte des besoins des clients, faible prise en compte des demandes des autorités organisatrices,...). Mais les avantages des monopoles ne

---

seront pas oubliés (facilité de gestion pour l'autorité organisatrice, possibilités de péréquation pour assurer des missions de service public déficitaires, coûts de duplication de réseaux évités, stabilité du contexte organisationnel,...)

Ce constat, couplé avec celui de la réduction de certains coûts de transaction liée aux nouvelles technologies, a amené à ouvrir à la concurrence de nombreuses modes de transport, et plus généralement d'activités de services publics, et de les fragmenter les anciens monopoles horizontalement et/ou verticalement. On rappellera d'ailleurs qu'il n'y a jamais eu identité entre service public et monopole. On montrera comment certaines spécificités des transports impliquent une nécessaire réglementation (régulation) du secteur même après libéralisation et ouverture (rendements croissants, facilités essentielles, intérêt général,...).

Les principales formes de régulation des prix seront passées en revue, notamment le « cost plus » et le « price cap », en montrant les principaux avantages et inconvénients de ces deux approches. On présentera également quelques éléments généraux sur la concurrence dans les transports : concurrence dans le marché, pour le marché,...

Enfin, on montrera comment les pouvoirs publics peuvent, dans des secteurs ouverts à la concurrence, organiser les conditions d'exécution de missions de service public ou d'intérêt général (obligations réglementaires, cahier des charges, fonds de péréquation,...).

Après ces rappels théoriques, on passera en revue quelques études de cas parmi les suivantes :

- transports urbains en Grande-Bretagne
- transports ferroviaires en Grande-Bretagne
- libéralisation du transport routier de marchandises en France (1986) et l'industrialisation du secteur (notamment celle du transport de lot) qui en a découlé
- ouverture du ciel européen à la concurrence (1996)

Pour chaque étude de cas, on commencera par présenter la réforme mise en œuvre, puis ses conséquences positives, négatives ou neutres, les éléments de consensus et de débat, et éventuellement la réforme de la réforme le cas échéant. On indiquera celles qui étaient facilement prévisibles dès le départ, et celles qui ont constitué une surprise, et les enseignements que l'on peut tirer de ces surprises.

Même si chaque mode et chaque cas est spécifique, on s'efforcera de tirer les leçons globales des succès et échecs de ces réformes : l'intensité de la croissance des rendements, l'impératif de sécurité, les politiques d'accompagnement de l'ouverture et de la fragmentation du secteur, les liens entre topologie du réseau et possibilité d'accès des tiers.

On présentera ensuite une comparaison de deux économies de réseau : celle des transports et celles des télécommunications. Ces deux secteurs présentent de nombreuses similarités : rendements croissants, effets de club, effets de réseau,...

---

On notera cependant aussi des différences, dont les principales sont probablement la vitesse du progrès technologique, et le poids différent des impératifs de sécurité.

Le secteur des télécommunications a connu une ouverture à la concurrence depuis plus longtemps que les transports en règle générale. On dispose donc en général de davantage de recul sur les avantages et inconvénients de diverses formes de régulation. De plus, l'analyse économique du secteur des télécommunications est globalement plus développée que celle des transports, et peut donc constituer pour l'économie et le politique des transports une source d'inspiration importante. Enfin, sur le plan institutionnel, le secteur des télécommunications présente les marques d'une régulation organisée (existence d'un régulateur notamment), ce qui est encore rarement le cas dans le secteur des transports en France en tout cas.

Intervenant : Alain SAUVANT

### **9- Développement à long terme d'un système de transport ; financement et PPP**

- Etude de cas : le financement des lignes à grande vitesse en France
- Le partenariat public privé dans le financement des infrastructures et services collectifs

Le problème du financement des projets de transport se situe de toute évidence au cœur de la politique des transports ; il constitue d'ailleurs un « casse tête » de cette politique, si l'on en croit le récent livre blanc de la commission européenne.

A titre d'entrée en matière, on rappellera les ordres de grandeur du financement des infrastructures de transport sur les dix dernières années, les parts du contribuable et celles de l'utilisateur, et les possibilités en grandes masses pour les vingt prochaines années.

On montrera dans un premier temps les liens étroits qui existent entre tarification des infrastructures et financements : sans tarification à un niveau suffisant, le financement de projets est difficile : le cas concret de la tarification d'infrastructures ferroviaires fret permettra d'illustrer ce premier constat.

La deuxième idée est que la clé du financement de projets ou de services est le périmètre de la mutualisation des ressources. L'exemple de la directive européenne 2001/14 sur les liens entre tarification de congestion et financement d'infrastructures dans les chemins de fer est à cet égard emblématique ; cet exemple pourrait d'ailleurs faire école au delà des chemins de fer dans la politique européenne des transports. Derrière cette question de mutualisation peuvent se ranger plusieurs questions clés de politique des transports : comment mutualiser les ressources entre une infrastructure nouvelle et une ancienne, comment mutualiser les ressources entre les modes de transport.

---

Une étude de cas concernera le financement des lignes à grande vitesse en France : son histoire, ses principes, ses principales bases juridiques, les réalisations qui ont été permises, mais aussi les défauts, l'impasse dans lequel il se situe actuellement (projets moins rentables, séparation verticale, mutualisation intermodale ou pas,...).

Ensuite sera esquissée une présentation du partenariat public privé dans le financement des infrastructures et services collectifs. On montrera d'abord la diversité de ces partenariats (régie, affermage, « BOOT » et variantes, concessions, privatisations,...) selon leur durée et les poids respectifs des partenaires.

Seront ensuite passés en revue les principaux avantages et inconvénients de ces partenariats. Au delà de partis pris idéologiques binaires, on montrera d'abord que chaque projet ou service est un cas d'espèce, nécessitant une solution appropriée, ce qui est possible pour les grands projets. On montrera comment chaque partenariat est aussi l'occasion d'inventorier les risques inhérents aux projets, de les répartir, et qu'un bon partenariat est une solution gagnant-gagnant pour les deux partenaires si chaque risque est supporté par le partenaire le mieux à même de le maîtriser et de l'estimer à sa juste valeur. Enfin, ce passage en revue des risques est l'occasion de présenter un classement des principaux risques pour des projets de transports dans des pays développés et de montrer que les plus gros risques ne sont pas nécessairement ceux que l'on croit.

Enfin, une revue comparative de partenariats publics privés récents ou en cours en France et au Royaume-Uni sera présentée. Elle montre que, malgré un discours plus volontariste outre-Manche, les réalisations n'y sont pas toujours à la hauteur des annonces effectuées, et que l'approche française, plus discrète, avec des structures souvent hybrides public-privé qui peuvent paraître dangereuses à première vue, obtient souvent davantage de résultats en pratique.

Intervenants : Alain SAUVANT, Jean DELONS

## **10- Compléments et ouvertures**

Transport et développement durable

Le développement durable

La dépendance pétrolière et les énergies pour le transport

La croissance des transports en Asie (Chine, Inde)

La question des prix de l'énergie et de leurs impacts ; la règle de Hotelling ; les causes d'écarts à cette règle

Une des spécificités du secteur des transports est la présence significative de coûts externes. Les principaux coûts externes environnementaux analysés dans la théorie économique sont le bruit, la pollution locale de l'air et l'effet de serre. L'insécurité est également un coût externe.

---

On précisera également le statut des coûts de congestion, dont l'internalisation par chaque usager est partielle. On mentionnera enfin rapidement d'autres coûts.

Après un tableau d'ensemble de la nature de ces externalités, on abordera les principales méthodes d'évaluation de ces coûts externes (coûts d'évitement, coût des dommages). On appliquera les méthodes dans deux cas concrets : un calcul de coûts d'évitement de la pollution de l'air (pot catalytique), et un calcul des coûts des dommages liés au bruit (dévalorisation des biens immobiliers), mettant en lumière la dépendance du résultat en fonction notamment des normes de protections fixées.

L'examen des principaux coûts environnementaux dans les principaux modes doit montrer à la fois les certitudes et les incertitudes des évaluations. En prenant le cas d'une étude sur la mortalité liée à la pollution de l'air liée aux transports, on montrera les points acquis et les points plus discutables de ce type d'évaluation.

La question des tensions sur la rareté des ressources énergétiques, et donc celle des prix de l'énergie, et plus particulièrement du pétrole, est particulièrement d'actualité. A cet effet, on rappellera les principes théoriques d'évolution des prix des ressources non renouvelables (Hotelling). D'un point de vue pratique, un bilan par type d'usage croisé avec les types d'énergie sera présenté ainsi que les perspectives possibles. Seront abordées les perspectives de croissance de la demande par grande zone géographique mondiale, celles de la croissance (ou non) des flux de ressources, et les problèmes engendrés par la faible élasticité prix de la demande de carburants dans les transports. Les moyens pour réduire la part du pétrole dans les transports seront abordés, ainsi que leurs limites, et les outils de politique publique afférents.

Derrière le problème des externalités environnementales, se trouve celui des politiques d'orientation des politiques publiques en matière d'orientation des choix modaux.

Un éclairage sera donné sur la problématique de la croissance des flux dans des pays en développement où la motorisation progresse de manière rapide : la Chine et l'Inde, montrant l'impact de ce développement sur les consommations de ressources rares et les émissions de polluants, les modèles contrastés de développement de ces pays et les conséquences au plan mondial du décollage économique de l'Asie.

Intervenant : Alain SAUVANT

Deuxième partie : Contrôle de connaissances

---

## IV Modalités pédagogiques

### a) Modalités de présentation du cours, composition de l'équipe

La méthode pédagogique doit donner une large part à l'étude de cas, de manière à présenter l'économie comme une matière vivante et concrète. Bien entendu, une présentation des principaux éléments de théorie économique utilisés est effectuée au préalable ou au cours des études de cas.

Le formalisme mathématique utilisé doit permettre une lecture à plusieurs vitesses : intuition des phénomènes au vu d'un graphique, puis démonstration mathématique formalisée pour ceux qui possèdent un bagage mathématique adéquat, ce qui devrait être le cas de tous les élèves dans une formation d'ingénieur. Chaque fois que cela est possible, une illustration graphique des éléments de théorie économique est présentée, de manière à favoriser la visualisation du raisonnement présenté.

Des compléments plus mathématiques seront remis aux élèves, pour ceux qui veulent aller plus loin, lorsque la formalisation mathématique apporte une plus-value. Par exemple, dans les questions de « Yield Management », la solution complète du problème posé passe par la résolution d'un Hamiltonien. Une lecture plus intuitive est également possible. Une interaction avec l'auditoire permet de s'assurer que les éléments présentés ont été effectivement compris.

#### Intervenants

Alain SAUVANT, RFF

David MEUNIER, ENPC

François COMBES, ENPC

Jean DELONS, Cofiroute

Les cours sont présentés en général sur transparents en format « Powerpoint » permettant à la fois une bonne lisibilité du texte et des graphiques préparés à l'avance.

Un document écrit, reprenant les transparents projetés, est remis également aux élèves. Ce document va souvent plus loin que les transparents projetés, pour servir de base de référence aux élèves qui souhaiteraient aller plus loin et approfondir le sujet.

Des références de brefs articles de littérature, disponible sur internet, seront également fournies.

---

b) Modalités de contrôle des connaissances et d'évaluation des élèves

Les éléments suivants doivent permettre aux élèves de mettre en œuvre les connaissances, concepts, modes de raisonnement étudiés, dans des situations proches de situation réelles.

**Contrôle écrit (en fin de cours)**

Deux questions de synthèse autour de divers aspects de la politique des transports, amenant les élèves à rassembler des éléments provenant de différentes leçons, d'en effectuer la synthèse et de dégager un point de vue personnel

ET/OU

un commentaire de documents, sur un document d'actualité ayant un rapport avec la politique des transports

A titre d'exemple, les sujets figurant à l'examen en janvier 2003 ont été : (2 questions à choisir parmi 3)

- La tarification des infrastructures peut-elle, à elle seule, orienter les transports sur le chemin du développement durable ?
- Les transports structurent-ils l'espace encore aujourd'hui ?
- Quel bilan tirez-vous des expériences de libéralisation dans les transports ?

Et

Commentaire de document : exemple (examen janvier 2003) extrait du livre blanc de la Commission européenne : « les transports en 2010 : l'heure des choix ».

Egalement,

**MINI-MEMOIRES**

Par groupes de deux ou trois, les élèves présentent par écrit par groupe un sujet autour d'une thématique d'économie et de politique des transports. Un mini-rapport est remis.

---

Une liste de sujets possibles est proposée aux élèves en début de module, avec la possibilité pour ceux qui le souhaitent de proposer également un sujet.

Le mini-mémoire est l'occasion de travailler en situation réelle, de découvrir les centres de documentation sur les transports (notamment le CDAT du Ministère du développement durable), ainsi que les sources électroniques (internet, moteurs de recherche,...), d'apprendre à s'orienter dans ces sources, d'effectuer une synthèse en mobilisant les connaissances et les concepts introduits dans le cours. Les meilleurs élèves peuvent également procéder à des recherches originales au delà de la simple synthèse de documents existants.

### **Exemples de sujets de mini-mémoires**

La congestion dans les transports routiers : le point de vue de l'économiste et celui de l'ingénieur

La saturation dans les transports ferroviaires : de la mesure aux moyens d'action

La saturation dans les transports aériens : comment allouer les capacités

La politique des transports pour le franchissement des Alpes

La politique des transports pour le franchissement des Pyrénées

Le développement des compagnies aériennes à bas coûts

La productivité dans les transports

Les effets externes dans les transports ferroviaires

Les effets externes dans les transports routiers

Les spécificités des politiques des transports dans les pays en voie de développement

La rente foncière urbaine dans divers pays

---

Annexe

**Présentation du coordinateur du module et Enseignements dispensés par celui-ci**

**Alain SAUVANT**

**Coordinateur du module**

Directeur de la planification, Réseau ferré de France

Coordinateurs des modules :

Economie et politique des transports, Mastère PAPDD, ENPC

Economie des transports ferroviaires, Mastère Système de transports ferroviaires et guidés

---

## **Annexe : Eléments de bibliographie des cours**

### **Principes d'économie des transports, E. Quinet, Economica**

**En outre, on trouvera ci-dessous les références des principaux compléments de matériaux utilisables, téléchargeables facilement sur internet.**

#### Transports et activité économique

Place des transports dans l'économie : extraits de la commission des comptes transports de la nation 2007, SES, juin 2008

Déterminants des évolutions des transports et trafics de voyageurs : dossier de la commission des comptes transports de la nation 2002, SES, juin 2003

Evolution des transports et trafics de marchandises : Volume et partage modal en transport de marchandises depuis 1845, Notes de synthèse SES, Sauvart (A.)

#### Les transports et la ville

Transport et emploi : modèle simplifié à deux zones inspiré des travaux d'Andrew Oswald (Theory of home and jobs, 1997).

#### Transports et développement durable

Effets externes : rapports Boiteux (I et II), travaux préparatoires, avis du CGPC sur le rapport Boiteux II

Rapport du CAS sur le prix du carbone, juin 2008

Transports : le prix d'une stratégie (Commissariat général du Plan)

OMS/WHO : « Health costs due to road traffic related pollution : Austria, France and Switzerland », juin 1999

#### *Tarifification des infrastructures de transport*

---

Transports : le prix d'une stratégie (Commissariat général du Plan)

Études de cas d'après les travaux du SESP

Évaluation financière et socio-économique des projets de transport

Rapports Boiteux I et II

Évaluation ex post du TGV Atlantique (CGPC)

Rapport Lebègue

Rapport du CAS sur la valeur du CO<sub>2</sub>

Le financement des projets ou des services de transports

Financement des infrastructures et des services collectifs : le recours au PPP, DAEI

---

Minutage pour 2012/13

Lieu = ENPC Site de Noisy Champs

Séances le mercredi de 16h15 à 19h30

Leçon 1 13 mars 2013 16h15 Alain SAUVANT

Leçon 2 20 mars 2013 16h15 François COMBES

Leçon 3 27 mars 2013 16h15 David MEUNIER

Leçon 4 3 avril 2013 16h15 François COMBES et 18h00 Alain SAUVANT

Leçon 5 24 avril 2013 16h15 Alain SAUVANT

Leçon 6 15 mai 2013 16h15 Alain SAUVANT

Leçon 7 22 mai 2013 16h15 François COMBES et 18h00 Alain SAUVANT

Leçon 8 29 mai 2013 16h15 Alain SAUVANT

Leçon 9 5 juin 2013 16h15 Alain SAUVANT et 18h00 Jean DELONS

Leçon 10 12 juin 2013 16h15 Alain SAUVANT

---