

Économie des transports

Moez Kilani

Septembre, octobre 2015

Préambule

- ▶ Volume horaire : 10h cours (5 séances de 2h) et 10h de TD (5 séances de 2h)
- ▶ Évaluation : contrôle continue
- ▶ Livre : “Principes d'économie du transport d'Émile Quinet (disponible à la bibliothèque)
- ▶ Il est obligatoire de s'inscrire sur le Moodle (clé : et-fi1)

Quelques définitions

Le transport Action de déplacer un **individu** (transport de voyageurs) ou une **marchandise** (transport de marchandise) d'un endroit à un autre

L'économie est la science qui étudie l'**allocation** optimale des ressources rares entre des **usages alternatifs**

Économie des transports c'est une branche de l'économie qui s'intéresse principalement à :

- ▶ la compréhension des choix des usagers (quel déplacement effectuer, quel mode utiliser, quel temps de départ, etc.)
- ▶ évaluer les politiques de transport public (quel projet considérer, quel budget allouer à la sécurité routière, quelle politique de concurrence pour le transport aérien, etc.)

Les spécificités de l'économie des transports

Les problèmes étudiés en économie des transports présentent quelques différences majeures avec l'analyse économique classique :

- ▶ La prise en compte du **temps de trajet** : on associe au temps passé dans les transports une **valeur (un coût) monétaire**.
- ▶ L'usage des **réseaux routiers** produit un rallongement des temps de trajet : on parle de **congestion**
- ▶ La **construction** et la **maintenances** des infrastructures de transport (routes, chemin de fer, aéroports, etc) sont **très coûteuses**. En même temps, les usagers ne payent qu'une **petite partie** de ces coûts
- ▶ Les activités de transport occupent trop d'**espace** (routes, voies ferrées, parking, etc), génèrent de la **pollution** et consomment trop d'**énergie**

Autres spécificités

- ▶ Les passagers ne tirent pas un bénéfice direct du transport, mais cette mobilité leur permet d'accéder à leurs objectifs (travail, consommation, loisir, etc.)
- ▶ Les systèmes de transport réguliers offrent une capacité donnée mais continuent à fonctionner même si celle-ci n'est pas entièrement utilisée
- ▶ Parfois la demande est stable et récurrente ce qui permet une bonne planification de l'offre
- ▶ ... toutefois, souvent la demande est **irrégulière et instable** ce qui pose des problèmes de planification

Multiplicité des modes de transport

Choix modal un usager a le choix entre plusieurs modes de transport : voiture particulière (diesel, essence, etc.), transport public (bus, métro, tram, v'Lille). Il y a en plus le choix de l'heure de départ (afin d'éviter la congestion) et le choix de l'itinéraire.

L'intermodalité est un concept qui implique l'utilisation de plusieurs modes de transport au cours d'un même déplacement

La multimodalité désigne la présence de plusieurs modes de transport différents entre deux lieux. On parle de multimodalité entre deux lieux si on peut les relier par des trajets empruntant des modes de transport différents ; par exemple la multimodalité entre deux villes renvoie à l'existence à la fois d'une ligne de chemin de fer et d'une autoroute

Unités de mesure

Il existe des mesures assez simples pour exprimer l'offre et la demande de transport

- ▶ le **passager-km** est une mesure usuelle de la demande de transport réalisée. Elle exprime le nombre de passagers transportés et la distance du déplacement.
- ▶ la **tonne-km** est une mesure similaire pour le transport de marchandises

Ces mesures conviennent pour exprimer la demande ainsi que l'offre de transport

Exemple

Un bus transportant 20 passagers sur une distance de 6km produit 120passagers-km. Un bus transportant 35 passagers sur une distance de 3km produit 105passagers-km.

La capacité

- ▶ Pour le transport routier et ferroviaire l'offre est limitée par :
 - ▶ la capacités des **véhicules** utilisés
 - ▶ les routes et **voies** empruntées
- ▶ Pour le transport aérien et maritime l'offre est principalement limitée par les capacités des **terminaux**
- ▶ Le choix de la capacité lors de la construction a un impact important sur le coût de l'investissement.
- ▶ Toutefois, ajuster la capacité plus tard est souvent techniquement difficile et conduit à un coût encore plus élevé.

Interactions entre modes de transport

- ▶ certains modes sont en **concurrence** sur la même infrastructure (exemple : voiture et camions).
- ▶ certains modes sont **substituables** (exemple : TGV et avion sur des trajets de quelques centaines de kilomètres). Cette situation crée une certaine concurrence entre les opérateurs et permet aux usagers de bénéficier d'une tarification attractive
- ▶ certains modes sont **complémentaires** (bus urbain et TGV). Dans ce cas, le niveau des activités de l'un des deux opérateurs a une influence positive sur le niveau de l'activité de l'autre opérateur.

La situation d'équilibre (complexité)

- ▶ Sur un marché donné c'est l'**interaction** entre l'offre et la demande qui conduit à l'équilibre (c'est à dire un volume de transport donné en fonction du "prix du transport")
- ▶ Un changement au niveau des coûts pour un mode de transport donné conduit à un changement du flux de transport pour **ce mode**, pour les **autres modes**, mais conduit aussi à des changements pour le même mode sur d'**autres périodes** de temps, etc.

D'autres détails rendent la relation offre-demande plus complexe

- ▶ **Coûts d'entrée** : Ils sont souvent très élevés en transport. L'entrée sur ce marché est donc difficile. Ainsi, l'offre ne peut pas s'ajuster à la demande rapidement
- ▶ **Service public** : au niveau investissement, c'est principalement l'État qui assure la mise en place des grands projets. Au niveau de l'exploitation, même si les opérateurs sont privés, les collectivités territoriales imposent une réglementation stricte (tarification, qualité de service, etc.)

L'interaction entre le transport et l'urbanisme

- ▶ Les individus prennent en considération la proximité des transports dans le choix du lieu d'habitation
- ▶ Les entreprises tiennent compte de l'accessibilité aux transports et la proximité au marché
- ▶ Ainsi, le développement des réseaux de transport a une importante influence sur l'évolution de l'urbanisation

- ▶ En même temps, le développement urbain crée de nouveaux besoins de mobilités et l'offre de transport cherche à y répondre par le développement de nouvelles lignes, la construction de nouvelles routes ou l'amélioration des fréquences de service.
- ▶ Notons que cette évolution peut aussi être négative. Par exemple, le déclin démographique peut conduire à une réduction des services de transport public.

Équilibre de localisation

- ▶ Le choix de localisation d'un individu (un ménage) ou d'une entreprise dépend des coûts de transport.
- ▶ La formation des villes dépend de deux forces :
 - Centripètes** la proximité des activités économiques permet d'économiser sur les coûts de production. Au niveau des ménages, la proximité du lieu de travail permet de réduire les coûts des déplacements domicile-travail
 - Centrifuges** La proximité des lieux de résidences et des lieux de travail conduit à une grande concurrence sur le prix du mètre carré, une congestion élevée sur les routes et un niveau de pollution extrême. Disposer d'un espace d'habitation plus grand pousse certains ménages à s'éloigner du centre ville ou à habiter dans des agglomérations plus petites.
- ▶ Ainsi, l'évolution du système de transport a un impact important sur la forme des villes que l'on observe.

Le marché de l'emploi

- ▶ Les déplacements domicile-travail constituent l'une des formes de mobilité urbaine les plus importantes
- ▶ Un système de transport performant permet aux entreprises d'attirer une main d'œuvre dispersée sur une aire géographique assez grande
- ▶ Il y a une relation positive entre les possibilités de mobilité et l'efficacité de la recherche de l'emploi : de meilleures possibilités de transport favorisent une plus grande chance de trouver un emploi
- ▶ Le bon fonctionnement du marché du travail nécessite une bonne structure de mobilité urbaine

Le compte satellite du transport

- ▶ Le compte satellite du transport est une synthèse mettant en cohérence de nombreuses données et visant à répondre aux questions :
 - ▶ quel est le montant total de ressources nationales allouées au transport ?
 - ▶ qui paye quoi dans les différents modes de transport ?

Il permet de suivre dans le temps les réponses à ces questions

- ▶ les comptes satellites s'imposent deux contraintes de cohérence :
 - ▶ l'une **externe**, assurant une articulation avec les comptes nationaux
 - ▶ l'autre **interne**, assurant une cohérence à l'intérieur du compte, notamment entre emplois et ressources

Structure du compte satellite du transport

Les activités du transport du compte satellite comprennent en première approche et quel que soit le mode de production du service (compte propre ou compte d'autrui, marchand ou non) :

- ▶ les activités de transport telles que définies dans la section H de la nomenclature d'activités française, soit :
 - ▶ le service de transport proprement dit de marchandises et de voyageurs ;
 - ▶ les services auxiliaires de transport (dont la gestion des infrastructures de transport) ;
- ▶ le maintien de la sécurité dans les transports, la régulation des flux et les services d'information liés au transport ;
- ▶ les services de réglementation, d'administration et d'organisation générale des transports.

Les dépenses de transport

- ▶ La dépense totale de transport (DTT) représente plus de 18% du PIB. Son montant consolidé est de 355 Md€ en 2010.
- ▶ À titre de comparaison, les dépenses de logement s'établissent à 430 Md€ pour la même année.
- ▶ La DTT est constituée d'une dépense courante (DCT) qui s'élève à 324 Md€ et d'une dépense d'investissement (DIT) d'un montant de 52 Md€.
- ▶ La dépense courante est la valeur de la demande adressée aux producteurs de services associés à la fonction transport. Elle représente plus de 20% de la demande totale hors investissement adressée à l'économie.
- ▶ Cela équivaut à considérer que pour dix euros de richesse créée, deux euros sont consacrés plus ou moins directement au transport.

Le compte satellite du transport

La dépense courante de transport par secteur institutionnel et par mode de transport en 2010 (en millions d'euros)

	Tot.	Route	Fer	TCU-AR	Fluvial	Maritime	Aérien
Mén.	171 518	151 030	5 732	4 818	257	976	8 705
Entr.	121 628	92 905	5 451	5 387	398	10 526	6 961
Adm.	27 130	14 427	6 914	4 919	262	437	170
RdM	3 620	556	0	0	0	0	3 064
Tot.	323 896	258 918	18 097	15 124	917	11 939	18 900

- ▶ Les dépenses pour compte propre des ménages sont évaluées à 146,2 Md€ en 2010, soit 85% de leur dépense courante totale en transport.
- ▶ La route constitue 88% de la dépense en transport des ménages. L'aérien (5%) est le second poste, suivi par le fer (3%).

Conclusion

- ▶ Le transport est un bien qui n'est pas désiré pour lui-même, mais pour accéder à d'autres biens
- ▶ Le transport joue un rôle important dans la vie économique (décision de localisation, environnement, marché de l'emploi, bon fonctionnement des chaînes logistiques, etc.).
- ▶ En économie des transports on tient compte des spécificités du transport
- ▶ Le compte satellite du transport retrace les dépenses de transport pendant une année donnée. Les chiffres pour 2010 indiquent que les activités de transport contribuent largement au PIB national.

La notion de demande

On distingue entre quelques notions de demande :

demande potentielle l'ensemble de la demande adressée à un service de transport donnée

demande réalisée la partie de la demande potentielle à laquelle l'opérateur de transport a pu répondre

demande dérivée les biens tels que le transport sont demandés afin d'avoir accès à un autre bien et non pour soit.
Exemple : on achète le carburant non pas parce qu'on désire le carburant en soit, mais pour pouvoir se déplacer

Loi de la demande

Lorsque le prix d'un bien augmente, la quantité demandée de ce bien décroît, et inversement (on dit que la fonction de demande est décroissante).

Deux effets expliquent la loi de la demande :

effet revenu l'augmentation du prix est équivalente à une diminution du pouvoir d'achat

effet de substitution l'augmentation du prix d'un bien fait que certains consommateurs lui substitueront un autre bien similaire

Les déterminants de la demande

À part le **prix** du bien en question, les éléments suivants influencent la demande, notamment pour le transport :

- ▶ le **prix, la disponibilité et la qualité** de produits substituables
- ▶ le **prix, la disponibilité et la qualité** de produits complémentaires
- ▶ les **variations du revenu**
- ▶ l'**évolution démographique** (ou nombre de consommateurs)
- ▶ l'**effet de popularité** (ou de mode)
- ▶ la **vitesse ou la durée du trajet**
- ▶ le **respect des horaires**
- ▶ les **formalités administratives**
- ▶ la **sécurité**

Variations de la demande

Déterminants	Relation
Prix du bien	-
Disponibilité d'un substitut	-
Prix d'un substitut	+
Disponibilité d'un complément	+
Prix d'un complément	-
Popularité	+
Revenu	+/-
Vitesse (ou durée du trajet)	+
Respect des horaires	+
Formalités administratives	-
Sécurité	+

Deux natures du bien transport

On peut aborder la demande de transport de deux manières :

Bien divisible on s'intéresse à la distance parcourue, au flux de véhicules qui passent durant une période temps donnée, etc.

Bien indivisible nombre de voies sur une route, le type de voiture à acheter, le mode de transport (bus ou vélo), etc.

- ▶ L'analyse de chacun de ces deux types de demande nécessite le recours à une méthodologie différente.
- ▶ Nous abordons ces deux approches dans deux sections distinctes.

La fonction de demande

La **fonction de demande** est une relation entre le prix d'un bien et la quantité demandée de ce bien.

Analytiquement cette relation s'écrit

$$q = \mathbf{f}(p)$$

où \mathbf{f} est une fonction donnée. Cette relation veut dire que *pour un prix p la quantité demandée est q .*

Demande inverse

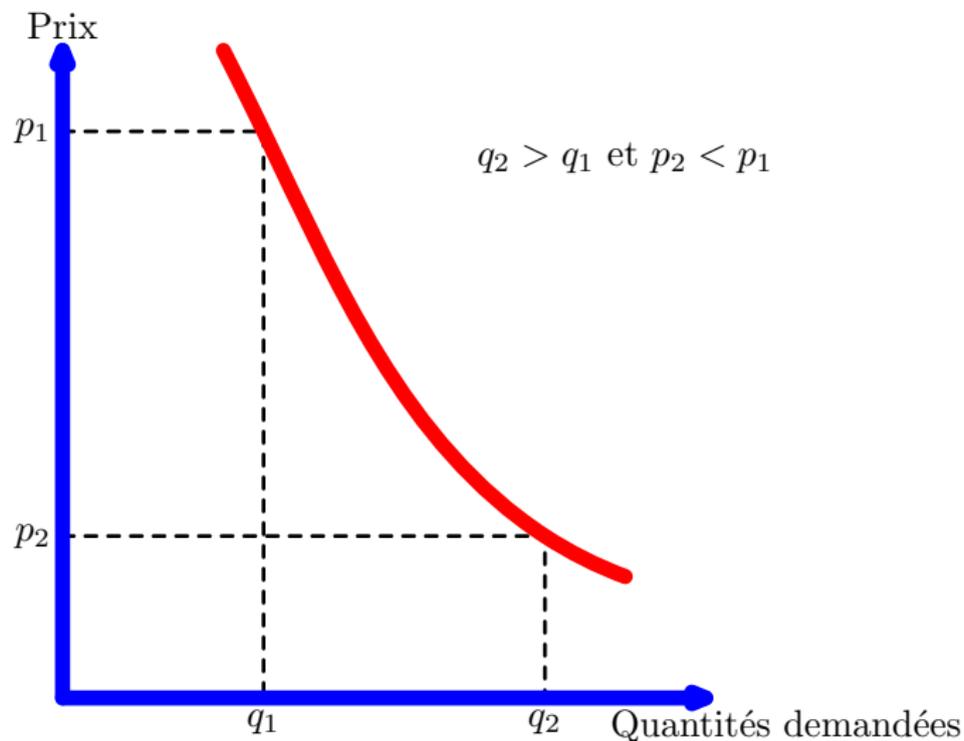
A partir de la fonction de la demande, on peut concevoir une relation inverse : pour vendre une quantité q on doit fixer le prix à p

$$p = \mathbf{g}(q)$$

avec \mathbf{g} la réciproque de \mathbf{f} , i.e. $\mathbf{g} = \mathbf{f}^{-1}$.

Cette relation est appelée **fonction de demande inverse**. En analyse micro-économique, c'est cette relation qui est le plus souvent utilisée.

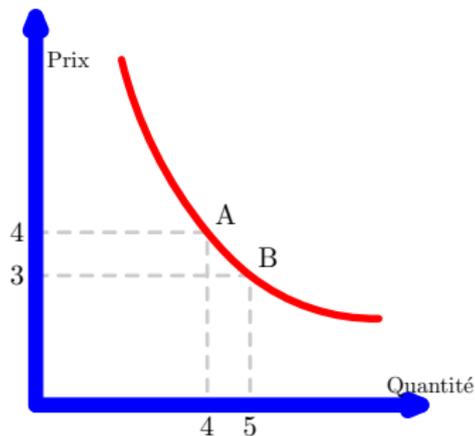
Fonction de demande : illustration graphique



Élasticité prix de la demande

On appelle élasticité prix de la demande, notée **EpD**, la quantité définie par :

$$\mathbf{EpD} = \frac{\text{Variation relative de la quantité demandée}}{\text{Variation relative du prix}}$$



Pour une variation de A vers B
on a :

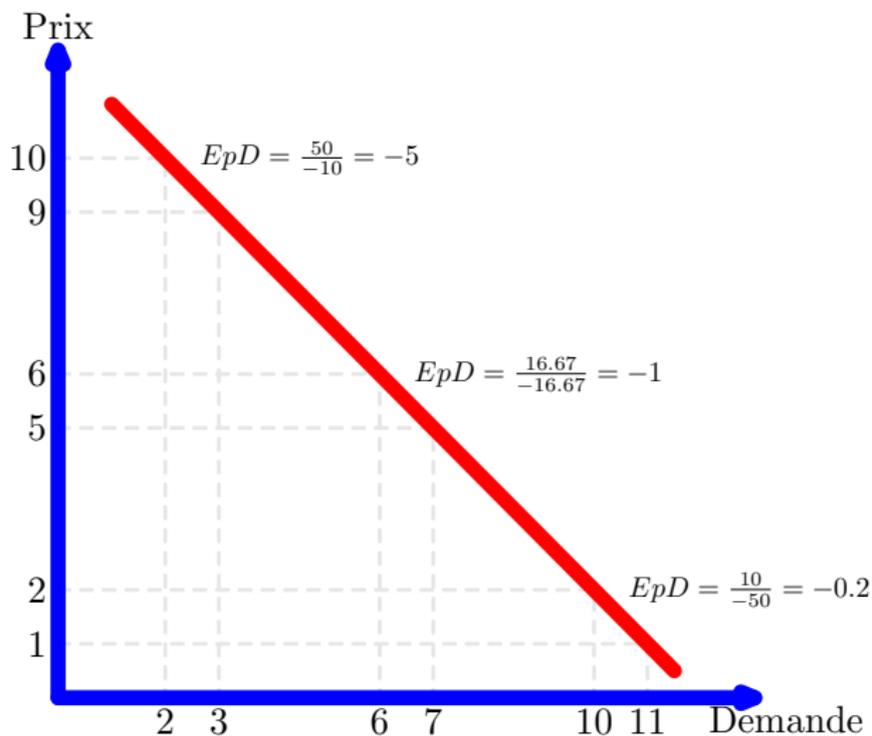
$$\mathbf{EpD} = \frac{\frac{5-4}{4}}{\frac{3-4}{4}} = \frac{0.25}{-0.25} = -1$$

Remarques importantes

1. L'élasticité prix de la demande est le rapport de deux valeurs relatives (en pourcentage), et elle n'a donc **pas d'unité de mesure** (on dit que c'est une variable sans dimension)
2. L'élasticité prix de la demande est **toujours négative**. Ceci étant la conséquence de la loi de la demande.
3. La valeur de l'élasticité trouvée dans l'exemple précédent se lit de la manière suivante : *suite à une variation du prix par -25%, la demande a subit une variation de*

$$\underbrace{E_{pD}}_{(-1)} \times (-25\%) = +25\%$$

Élasticité de la demande sur une ligne droite



Élasticité revenu de la demande

On appelle élasticité revenu de la demande, notée ErD , la quantité définie par :

$$ErD = \frac{\text{Variation relative de la quantité demandée}}{\text{Variation relative du revenu}}$$

- ▶ **ErD positive** : une augmentation du revenu implique une augmentation de la demande. On parle de **bien normal** dans ce cas.
- ▶ **ErD négative** : une augmentation du revenu implique une diminution de la demande (on utilise un substitut de meilleur qualité). C'est le cas, par exemple, du vélo. On parle de **bien inférieur**.

Élasticité croisée de la demande

On appelle élasticité croisée de la demande, notée ExD , la quantité définie par :

$$ExD = \frac{\text{Variation relative de la quantité demandée du bien A}}{\text{Variation relative du prix du bien B}}$$

- ▶ **ExD** positive : une augmentation du prix du bien B implique une augmentation de la demande du bien A. Dans ce cas les deux biens sont **substituables** : suite à l'augmentation de B les consommateurs lui substituent A.
- ▶ **ExD** négative : une augmentation du prix du bien B implique une diminution de la demande du bien A. Dans ce cas les deux biens sont **complémentaires** : Suite à l'augmentation du prix de B, les consommateurs diminuent leurs demande de B ainsi que celles des biens qui lui sont complémentaires, tel le bien A.

Les modèles de choix discrets

- ▶ Ces modèles sont très utilisés en économie des transports et en marketing (un choix parmi quelques alternatives)
- ▶ En transport un usagers des transports se trouve souvent dans une situation où il doit choisir en entre quelques alternatives :
 - ▶ effectuer le trajet ou non
 - ▶ quelle marque de voiture acheter, quelle motorisation
 - ▶ utiliser les transports publics ou voiture particulière
 - ▶ itinéraire 1 ou 2
 - ▶ partir assez tôt ou tard
 - ▶ etc.
- ▶ Des modèles appropriés pour analyser cette demande ont été développé.

Choix déterministe, choix aléatoire

- ▶ Considérons deux biens identiques vendus à deux prix légèrement différents
- ▶ La théorie de la demande classique, prédit que **tous les consommateurs** achètent le bien le moins cher (et aucun n'achète le bien le plus cher)
- ▶ Dans la réalité on observe, toutefois, que la majorité des consommateurs achètent le bien le **moins cher**, mais que certains (moins que la moitié) achètent le bien le plus cher
- ▶ Les modèles de choix discret résolvent ce problème car ils ont une structure aléatoire : on ne dit pas si on achète A ou non, mais avec quel **probabilité (quel pourcentage)** on achète A

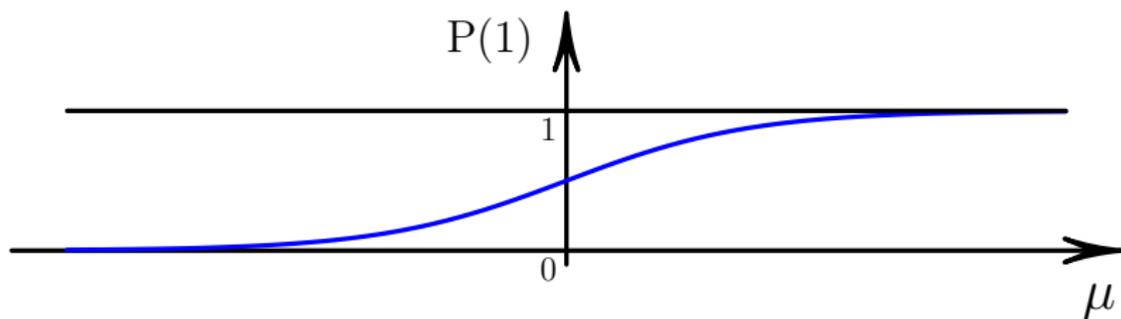
Un problème type

Nous simplifions l'étude de cette analyse en considérons un exemple avec deux modes de transport.

- ▶ Considérons deux modes de transport qui permettent à un usager de se déplacer d'un point A vers un point B
- ▶ Les coûts pour les modes 1 et 2 sont de p_1 et p_2 , respectivement (tous les prix sont exprimés en euros)
- ▶ Nous observons sur le terrain qu'une proportion des usagers adopte le mode 1, et que les autres usagers adoptent le mode 2
- ▶ **Question** : quelle sera la nouvelle répartition des usagers si le coût du mode 1 passe de p_1 à p'_1 ?
- ▶ Les modèles mathématiques qui permettent d'analyser ce type de problème se base sur la connaissance d'un paramètre technique μ (alphabet grec "mu").
- ▶ Nous abordons cette question à travers une approche graphique

Illustration graphique

- ▶ Supposons que $p_1 < p_2$, c'est à dire que le premier mode est moins couteux
- ▶ Si nous traçons la courbe relative à la proportion des usagers du mode 1 pour différentes valeurs du paramètre μ , alors nous obtenons le graphique suivant



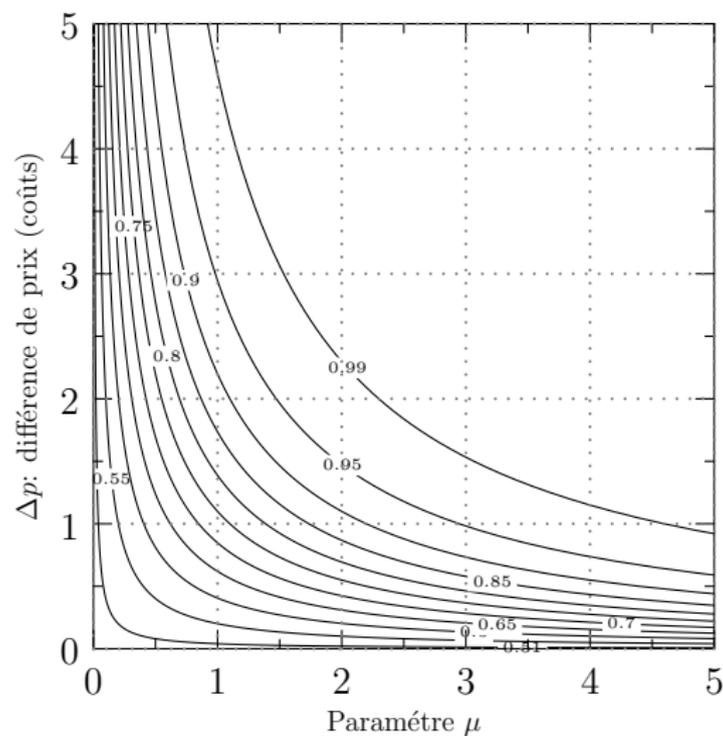
Applications des modèles de choix discrets

Dans la pratique la procédure pour utiliser ces modèles peut être décomposée en quelques étapes :

1. Observer les pourcentages d'utilisateurs des deux modes
2. Utiliser l'abaque de calcul pour déterminer la valeur de μ
3. On utilise cette valeur pour retrouver le changement de prix envisagé

Pour éviter les calculs on peut utiliser un graphique qui combine, pour des valeurs usuelles, les niveaux d'usage, les différences de prix (de coûts) et les valeurs du paramètre μ .

Abaque de calcul



Application

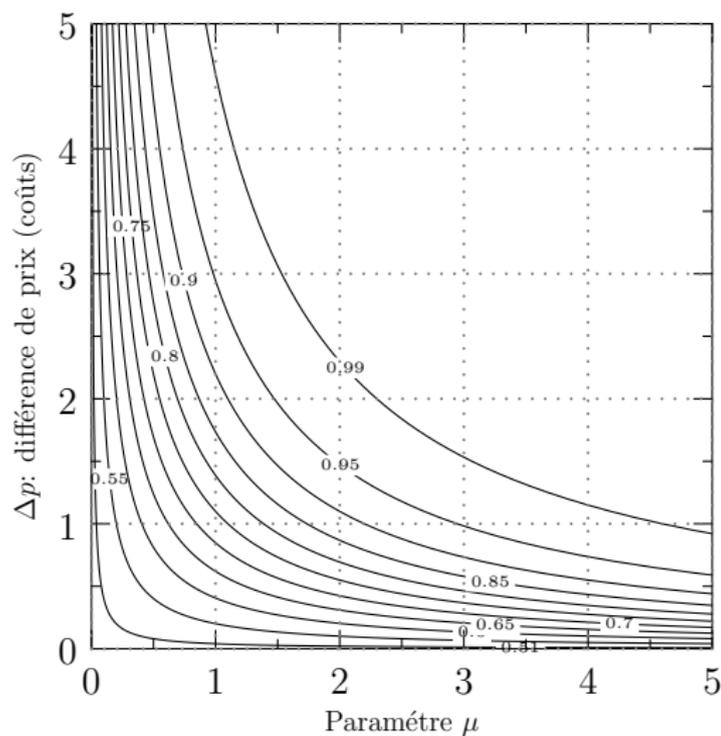
Considérons la situation suivante :

- ▶ Soient deux routes pour un trajet entre deux points A et B (par exemple Lille et Tourcoing)
- ▶ Un trajet par voiture coûte 2.5 euros
- ▶ Le même trajet en transport public coûte 3.5 euros
- ▶ On observe que 95% des usagers utilisent actuellement leurs voitures

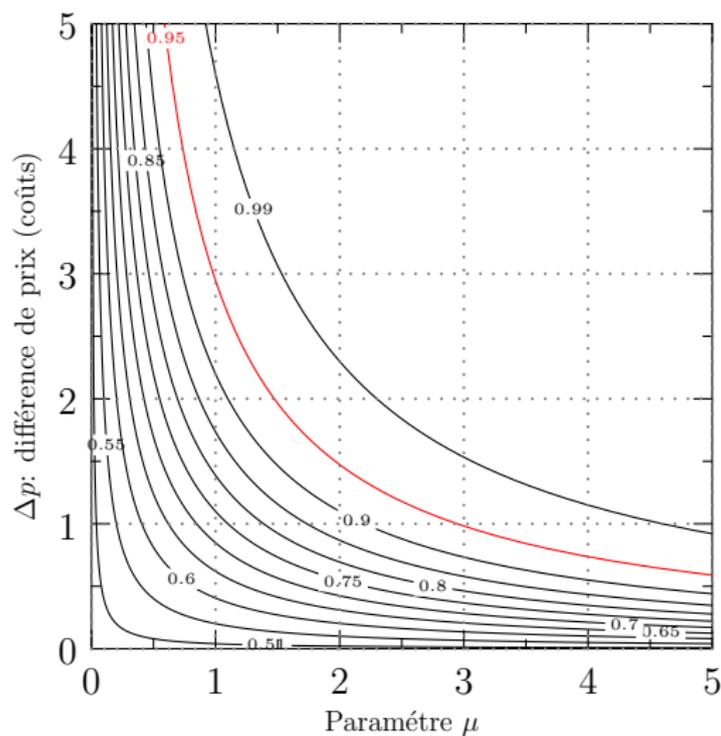
On cherche à évaluer l'impact d'une augmentation des coûts de carburant sur le choix des usagers.

1. Calculer la différence de prix, et déterminer graphiquement la valeur du paramètre technique μ
2. Donner une estimation de l'impact d'une augmentation du coût d'un trajet en voiture par 0.25 euro sur le choix des usagers.

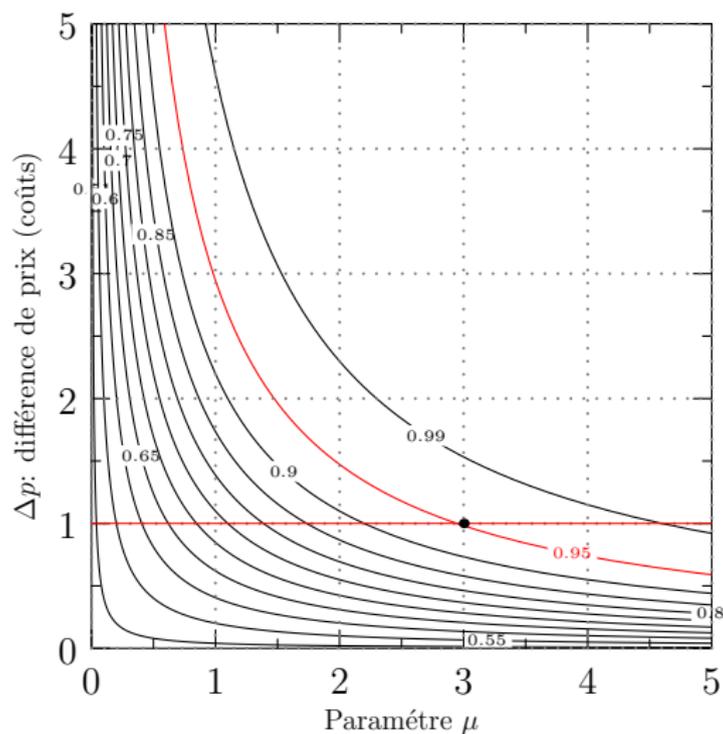
Résolution : déterminer μ



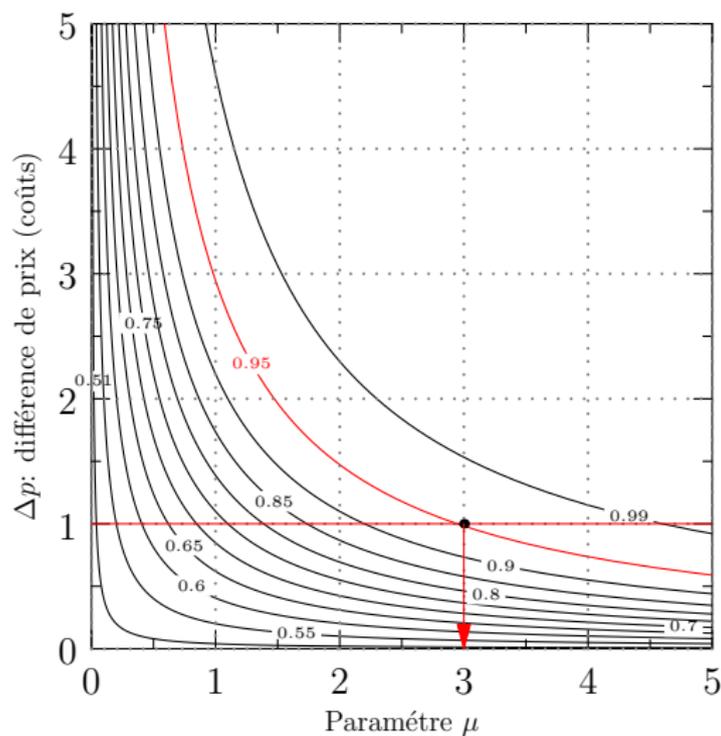
Résolution : déterminer μ



Résolution : déterminer μ



Résolution : déterminer μ



La valeur du temps

- ▶ La valeur (ou le coût) du temps est importante afin d'apprécier les **changements** au niveau des durées des trajets.
- ▶ les valeurs du temps augmentent avec les **contraintes** pesant sur le **motif** de déplacement (elles sont plus élevées pour les motifs professionnels que pour les motifs loisir) ainsi que lorsqu'on passe respectivement du mode **roucier** au mode **ferré** puis au mode **aérien**
- ▶ Notons que ces deux **argumentations** recouvrent des phénomènes très **différents**
- ▶ Par exemple, pour une **distance** et un **motif** de déplacement donnés, la supériorité des valeurs du temps de l'**aérien** par rapport à celles des **autres modes** témoigne principalement du fait que les **usagers** ne sont pas comparables et, précisément, que les usagers de l'avion sont plus **aisés** que les usagers des autres modes

Le coût généralisé

- ▶ Le **coût total** d'un trajet contient deux parties :
 - ▶ une partie monétaire qui correspond au prix du billet de train ou le coût du carburant utilisé
 - ▶ une partie non monétaire qui correspond au temps passé dans le véhicule (on parle de coût d'opportunité)
- ▶ On définit, le coût généralisé du transport comme la **somme** de ces deux composantes :

$$\underbrace{\text{coût généralisé}}_{\text{euro}} = \underbrace{\text{coût monétaire}}_{\text{euro}} + \overbrace{\underbrace{\text{temps de trajet}}_{\text{heure}} \times \underbrace{\text{valeur du temps}}_{\text{euro/heure}}}^{\text{coût non monétaire (euro)}}$$

- ▶ Notons la **cohérence** entre les unités de mesure

Définition

Coût variable (CV) le coût qui varie avec le nombre d'unités produites

Coût fixe (CF) le coût qui ne dépend pas du nombre d'unités produites

Coût total (CT) la somme du coût variable et du coût fixe

Coût moyen le coût divisé par le nombre d'unités produites

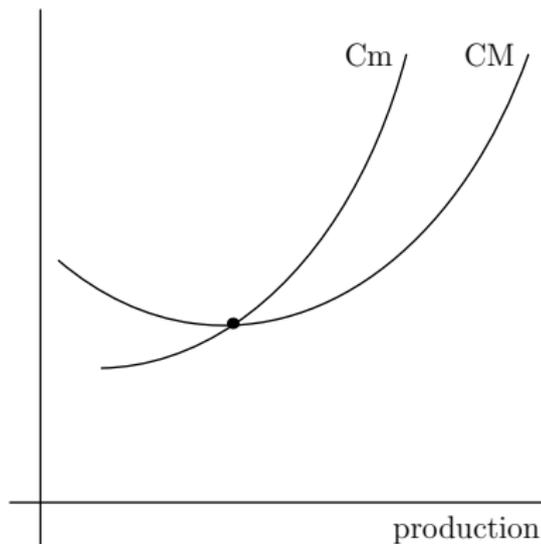
Coût marginal (Cm) le coût de la dernière unité produite

Production	CV	CVM	CF	CFM	CT	CTM	Cm
1	8	8	30	30	38	38	–
2	14	7	30	15	44	22	6
3	18	6	30	10	48	16	4

Coût (total) moyen et coût marginal

La relation entre les deux coûts peut être résumée ainsi :

- ▶ le coût (total) moyen est décroissant lorsqu'il est plus élevé que le coût marginal
- ▶ le coût (total) moyen est croissant lorsqu'il est plus faible que le coût marginal



Le coût d'opportunité

- ▶ En mobilisant des ressources pour une tâche donnée, ceux-ci ne peuvent être utilisés pour une autre tâche
- ▶ Au cours d'un trajet donnée, les passagers sont privés de plusieurs activités
- ▶ On parle ainsi d'un **coût d'opportunité**
- ▶ Le coût du temps est donc un coût d'opportunité. Il reflète la contrainte pesant sur les passagers lors du trajet

Rendement d'échelle

- ▶ dans un processus de production on dit qu'il y a des **rendements d'échelle croissant** lorsque la production varie de façon plus importante que la variation des facteurs de production utilisés
- ▶ dans ce cas la production d'unité supplémentaire permet de faire des **économie des coûts**
- ▶ Les **rendements d'échelle sont constants** lorsque la production varie dans la même proportion que celle des facteurs de production utilisés. Le coût reste lui aussi constant.
- ▶ Les **rendements d'échelle sont décroissants** lorsque la production varie de façon moins importante que la variation des facteurs de production utilisés. Dans ce cas la production d'unités supplémentaire devient de plus en plus couteuse.

Effet Mohring

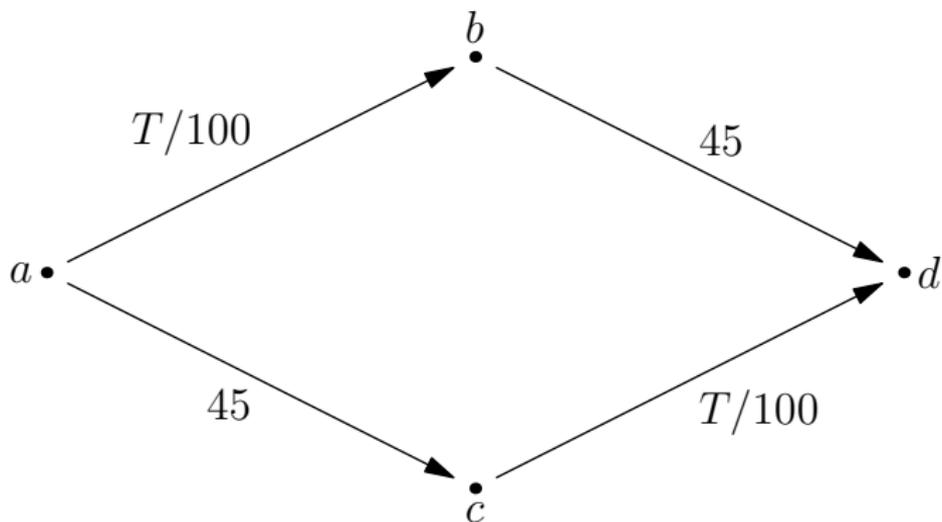
- ▶ Considérons une section d'un réseau où le nombre de passagers est faible
- ▶ L'opérateur de transport offrira un service avec une faible fréquence (et un temps d'attente important)
- ▶ Si le nombre de passagers augmente l'opérateur ajustera son offre et mobilisera plus de moyens sur cette section
- ▶ Le temps d'attente pour les passagers se trouve réduit
- ▶ L'augmentation du nombre de passagers est donc profitable pour tous ces passagers
- ▶ On parle ici d'un effet externe positif, identifié sous le nom d'*effet Mohring*

Équilibre sur un réseau

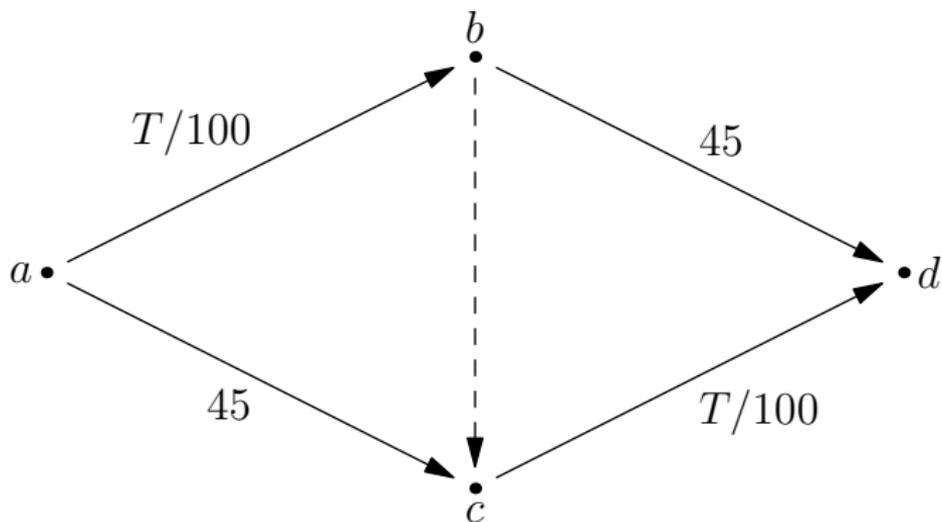
Supposons qu'un groupe d'individus souhaite aller d'une origine A vers une destination B et qui y a deux routes connectant les deux points :

- ▶ une route 1 assez courte mais avec un capacité limitée
- ▶ sur cette route la durée du trajet en minutes est de $10 + n/5$, où n désigne le nombre d'utilisateurs sur cette route
- ▶ une route 2 plus longue mais sans problème de capacité sur cette route
- ▶ sur cette route la durée du trajet est de 20 minutes indépendamment du nombre d'utilisateurs
- ▶ question : s'il y a un total de 100 utilisateurs, comment seront-ils répartis entre les deux routes ?
- ▶ Comparer la solution avec le cas où sur la route 1 il y a 25 utilisateurs (les autres utilisent la route 2)

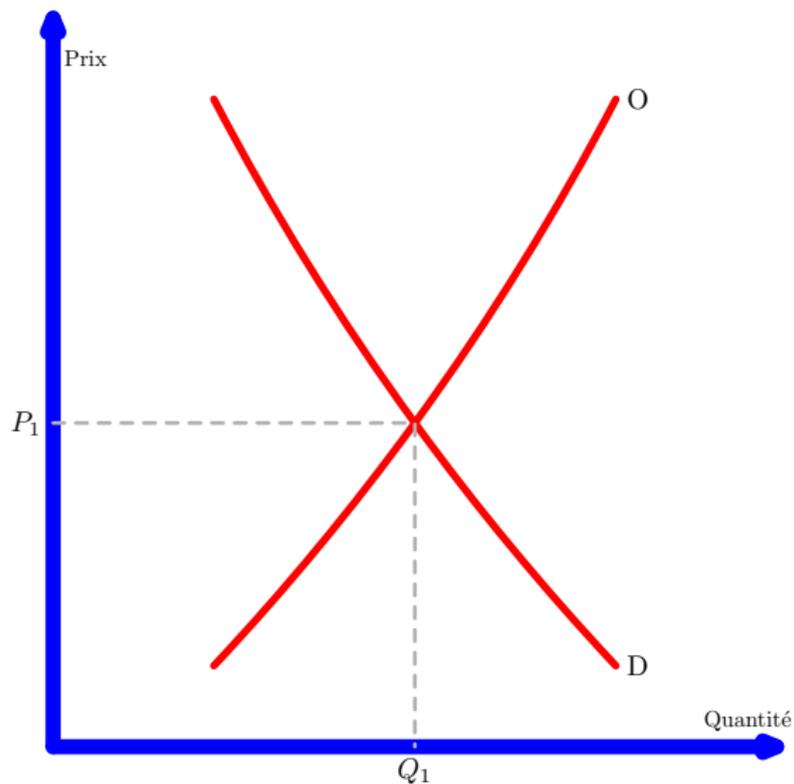
Calcul d'équilibre



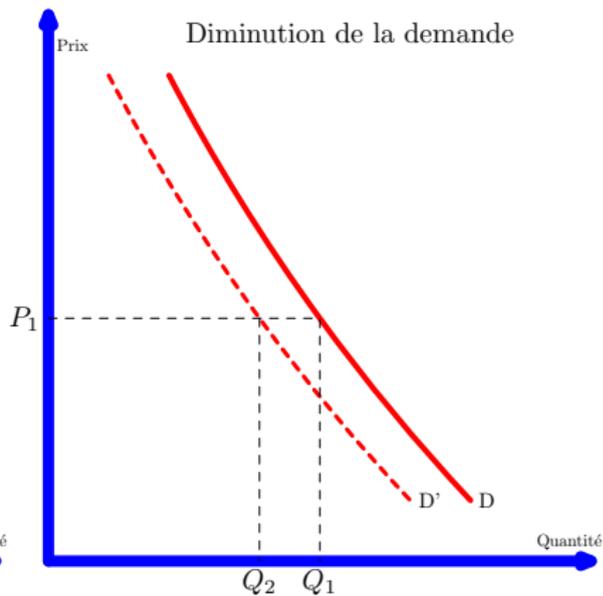
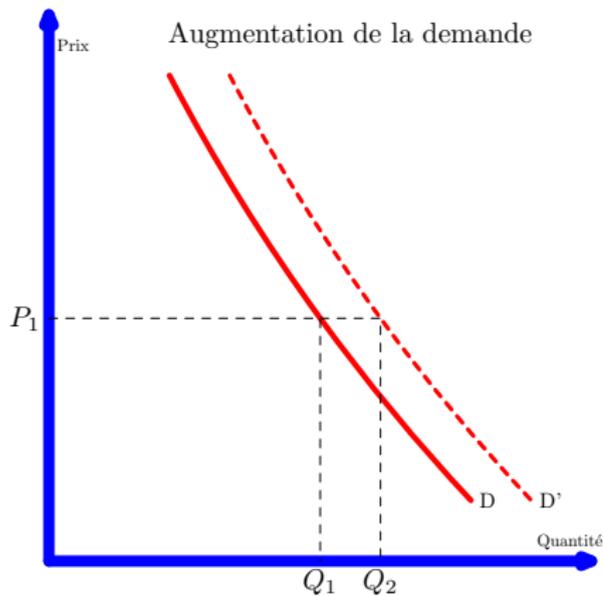
Calcul d'équilibre



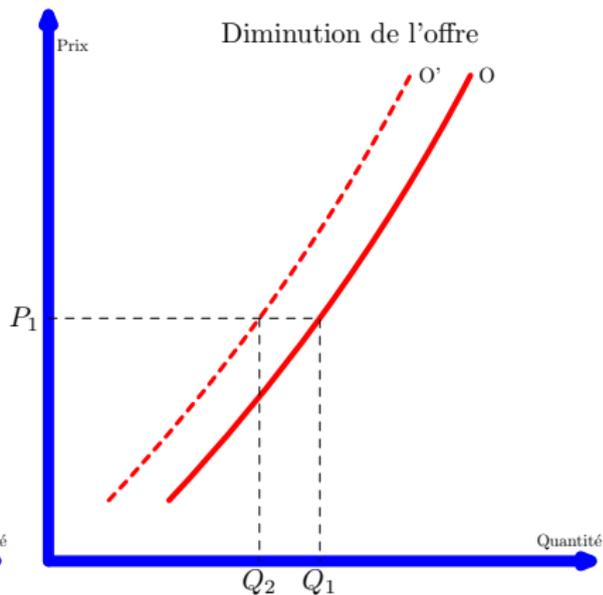
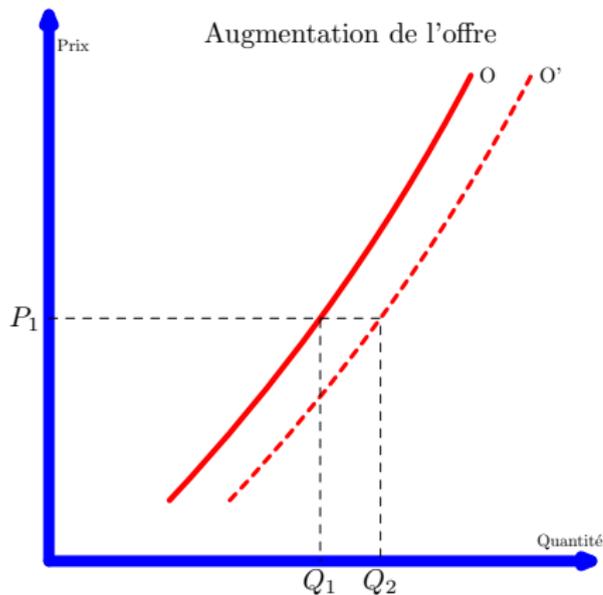
Équilibre de marché



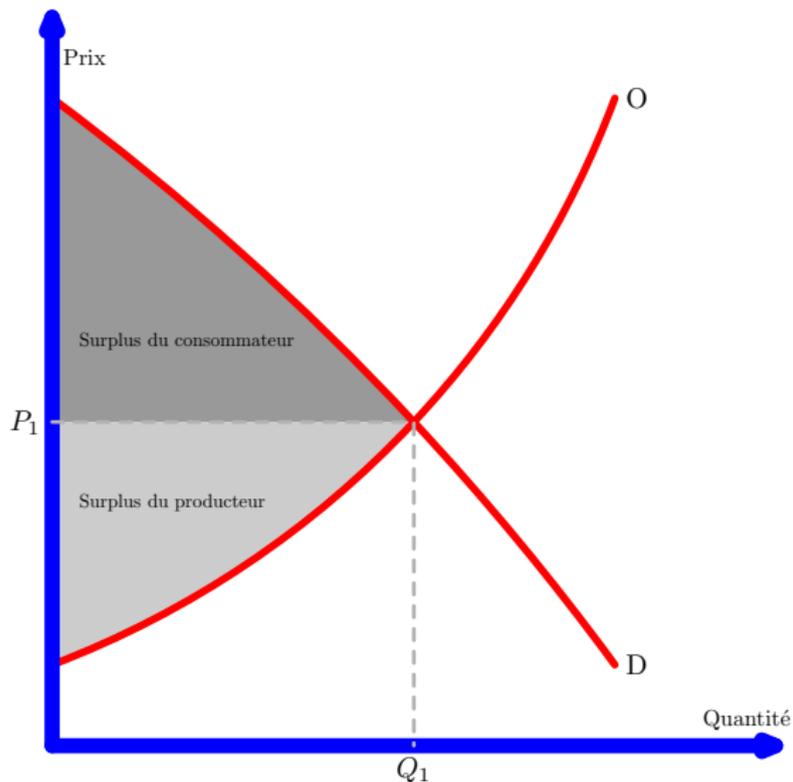
Déplacements de la courbe de demande



Déplacements de la courbe d'offre



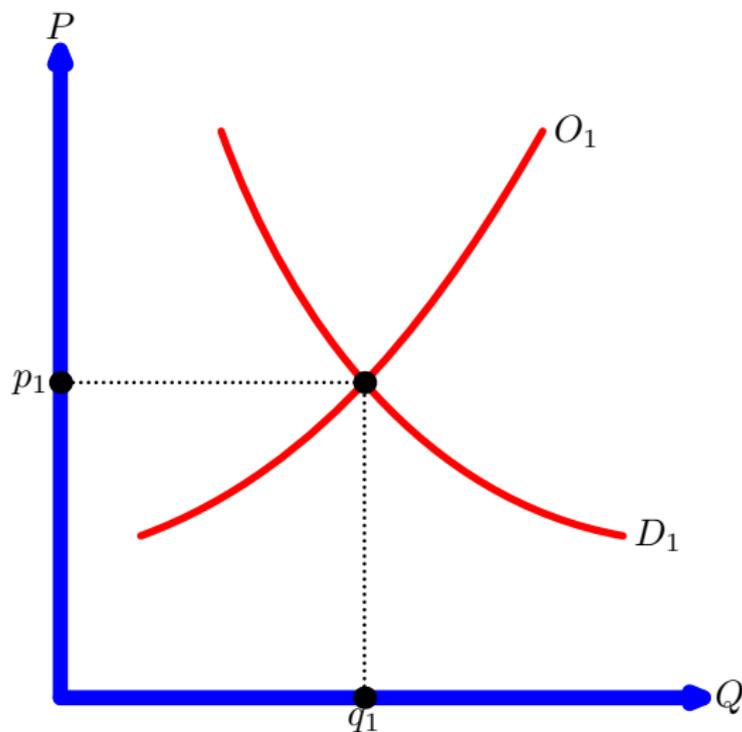
Surplus du producteur et surplus du consommateur



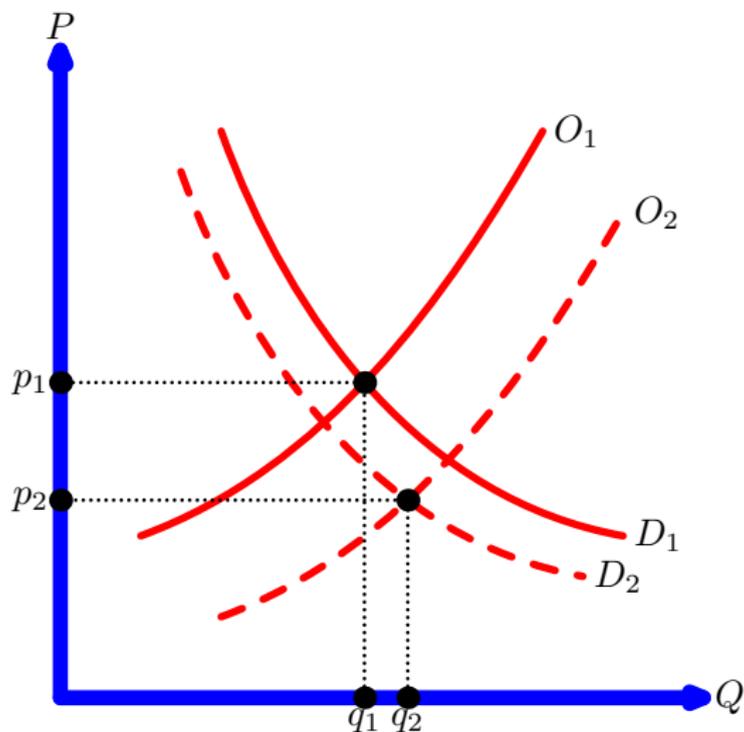
Les compagnies low cost

- ▶ Les jours après les attaques du 11 septembre étaient catastrophiques pour le secteur du transport aérien :
 - ▶ Pas de vols sur le ciel des États-Unis et un ciel plutôt tranquille en Europe
 - ▶ Les principales compagnies aériennes faisaient face à de grandes difficultés financières :
 - ▶ Boeing a annoncé la suppression de 25 000 postes
 - ▶ SWISSAIR a fait faillite
 - ▶ ...
 - ▶ Des couloirs aériens et des slots (des créneaux) dans les aéroports étaient libérés par les grandes compagnies aériennes
- ▶ La demande a diminué (déplacement de la courbe vers le bas)
- ▶ Les compagnies low-cost ont profité de cette situation afin d'augmenter leur offre (déplacement de la courbe vers la droite)

Secteur low cost : équilibre initial



Secteur low cost : équilibre après crise



Les principes de l'évaluation socioéconomique des projets

- ▶ Dans un certain nombre de secteurs, et notamment en transport, les projets sont relativement **couteux** et mobilisent de **grandes ressources** de la collectivité.
- ▶ Il est ainsi important de bien étudier, parmi toutes les **alternatives** possibles, celles qui sont particulièrement **bénéfiques**.
- ▶ L'évaluation socioéconomique des projets (ESE) a pour objet d'apprécier **l'intérêt de chaque projet** pour l'ensemble de la **collectivité nationale** et de permettre de hiérarchiser les différents projets en vue de leur **réalisation**

Étapes de l'évaluation d'un projet

Les principales étapes :

1. Identification des acteurs
2. Estimer les impacts sur les agents
3. Monétarisation des impacts
4. Actualisation et calcul de la VAN

Identification des agents

Les **catégories d'agents** les plus fréquemment rencontrées sont :

- ▶ l'**État**, qui finance tout ou partie des dépenses d'investissement et perçoit **impôts et taxes**
- ▶ les **entreprises**, qui à la suite de l'investissement voient leurs **coûts** se réduire ou leurs capacités de production augmenter
- ▶ les **individus consommateurs**, pour lesquels l'investissement entraînera une baisse des prix des produits qu'ils **consomment**, ou une augmentation de leur **revenu** (dans le cas par exemple d'un investissement dans l'éducation), ou encore une amélioration de leur qualité de vie (par exemple dans le cas d'un effet sur l'environnement)

Évaluation des impacts

L'évaluation des avantages revient à déterminer :

- ▶ pour les **entreprises** les gains de productivité et de compétitivité ou l'augmentation des capacités qui leur sont rendus possibles par l'**investissement**,
- ▶ et pour les consommateurs les augmentations de consommation et de **bien-être** qui résultent de sa réalisation

La deuxième étape consiste à estimer les **impacts** que ces agents subissent ou dont ils **bénéficient** en termes quantitatifs. Ainsi :

- ▶ les effets sur l'**environnement** se mesureront en quantité de **polluants** ou de **bruits** émis
- ▶ en matière de **santé**, les effets se traduiront en nombre de malades **guéris** et d'années de vie **gagnées**

La phase de la monétarisation : biens marchands

- ▶ Lorsqu'on est en présence de biens **marchands**, les statistiques peuvent fournir un **prix**, celui qui est constaté sur le **marché**.
- ▶ mais ce **prix** ne correspond pas forcément au **coût** réel du bien pour l'ensemble de la **collectivité**
- ▶ considérons par exemple un bien proposé sur le marché à un prix de 100um
- ▶ si l'**investissement** permet d'augmenter à coûts constants la production de ce bien d'une unité, mais sous réserve d'une **subvention publique** de 40um, la consommation d'une unité supplémentaire procurera un avantage, non pas de **100**, mais de $100 - 40 = \mathbf{60}$ um.

La phase de la monétarisation : biens non marchands

- ▶ Les **investissements** ont également des effets qui ne passent pas par le marché, par exemple les effets sur l'**environnement**, pour lesquels il n'existe pas de **prix**
- ▶ on est alors **obligé** de calculer leur **coût** ou leur **valeur**
- ▶ Différentes **méthodes** générales existent pour évaluer les **effets** sur l'**environnement**
- ▶ elles visent toutes à **apprécier**, pour les agents qui subissent les effets en question, ce qu'ils seraient **prêts à payer** pour ne pas les subir

L'actualisation

- ▶ La dernière phase consiste à **combiner** les **avantages** et les **coûts** pour en tirer des critères d'**évaluation** des projets
- ▶ les investissements ont la caractéristique d'avoir des coûts et des **avantages étalés** dans le temps : en gros, le projet coûte au **début** pour sa construction, puis rapporte **tout au long de sa durée de vie**
- ▶ Il faut donc **comparer** des avantages et des coûts qui prennent place à des **époques différentes**, et c'est là qu'intervient le taux d'actualisation, qui permet de ramener à une même date des euros dépensés ou gagnés à des années différentes
- ▶ Le **taux d'actualisation** a donc un rôle central, dans la mesure où il fait l'arbitrage entre le **présent** et le **futur** : un taux élevé donne un faible poids au futur, un taux bas signifie que nous nous préoccupons davantage des générations futures

Scénario de référence (1/2)

- ▶ Les grandes infrastructures décidées **maintenant** seront vraisemblablement mises en service autour de 2020 et leur durée de vie se mesure en **dizaines**, voire en **centaines** d'années.
- ▶ Les dates moyennes de pleine exploitation sont souvent **très éloignées** (quelques dizaines d'années ou aux alentours de la fin du siècle).
- ▶ D'ici là, de nombreux **changements** auront pu se produire.

Scénario de référence (2/2)

- ▶ Comment **évaluer** quand on ne sait pas si dans une cinquantaine d'années le trafic va continuer à **augmenter**, ou au contraire se **réduire** ?
- ▶ Il convient donc de situer l'**évaluation** des projets dans le cadre de scénarios impliquant une analyse **prospective**, et comportant des **choix politiques**.
- ▶ Le scénario de référence désigne un ensemble d'**hypothèses** de référence sur l'évolution future des variables **exogènes** au projet (PIB, prix des carburants, mise en service d'autres infrastructures, etc.).

Que doit comporter un scénario de référence ?

- ▶ La **durée de vie** du projet
- ▶ Les **trajectoires** d'évolution des **paramètres nationaux** communs à tous les secteurs : indicateurs démographiques et macroéconomiques (PIB, CFM¹, population), prix des biens et services les plus directement concernés (prix des énergies importées, de l'énergie, salaires, éventuellement taux d'intérêt, etc.)
- ▶ Les données spécifiques au **secteur concerné** et l'évolution de l'offre
- ▶ Quand on s'intéresse aux investissements **localisés** comme ceux qui concernent une **agglomération**, le scénario de référence doit définir la **politique de développement** de l'agglomération, par exemple sur le plan spatial, en matière de **logement** et d'**activités**.

1. Consommation Finale des Ménages.

Calcul de surplus

Voir le premier chapitre

Le risque et le système d'actualisation

- ▶ Durant les **années 1980**, le taux d'actualisation de 8% faisait l'objet de contestations assez fortes notamment parce que son usage conduisait mécaniquement à **minorer** considérablement ce qui se passe dans un **futur éloigné**
- ▶ L'évaluation socioéconomique des investissements doit tenir compte des nombreux **risques** auxquels est soumise leur **rentabilité**
- ▶ Depuis des années les économistes réclament un taux d'actualisation sans risques. Ces derniers doivent être pris en compte séparément.
- ▶ Actuellement on distingue entre deux types de risques :
 - risque diversifiable** qui est **mutualisable**
 - risque systémique** **corrélé** à l'activité économique et ne peut être associé à une **prime de risque** (il n'est pas possible de s'assurer contre le ralentissement de l'activité économique)

Le coût des fonds publics (1/2)

- ▶ Les projets d'infrastructures nécessitent en général des **investissements** initiaux **importants** et les recettes qu'ils génèrent sont, à moins de mettre en place des redevances d'accès **prohibitives**, insuffisantes pour assurer leur **équilibre financier**.
- ▶ Ces projets sont donc très généralement **tributaires de fonds publics**, eux-mêmes financés tôt ou tard par des **prélèvements obligatoires** pouvant prendre des formes diverses : taxation des revenus du travail ou du capital, taxe générale sur la consommation, taxes spécifiques sur certains biens et services, ou encore prélèvements forfaitaires (i.e. non assis sur une activité économique).

Le coût des fonds publics (2/2)

- ▶ Selon leur **assiette** et leur **taux**, ces prélèvements obligatoires modifient plus ou moins les **prix** relatifs dans l'économie et éloignent de ce fait le choix des consommateurs de l'optimum socioéconomique.
- ▶ Ainsi, **un euro** pris dans la poche du contribuable coûte **plus cher** à la collectivité qu'un euro dépensé par ce même contribuable pour un achat d'un bien privé : lorsque la puissance publique prélève 1 euro supplémentaire, il en résulte sur le bien-être socioéconomique un impact négatif dont l'évaluation monétarisée est égale à $(1 + \lambda)$ étant le coût marginal ou coût d'opportunité des fonds publics (COFP)
- ▶ En France $(1 + \lambda)$ varie entre 1.0 et 1.5 et généralement situé au **voisinage** de 1.2

Indicateurs de rentabilité

- ▶ La valeur actualisée nette (**VAN**) : la VAN d'un projet représente l'**agrégation** de l'ensemble des **coûts** (y compris investissement initial) et des **avantages** d'un projet sur sa **durée de vie**
- ▶ Mathématiquement, la VAN s'écrit

$$VAN = \sum_{i=0}^N \frac{B_i - C_i}{(1 + \delta)^i}$$

où B_i , C_i désignent le **bénéfice** et le coût du projet pour l'année i , N le nombre d'années de **fonctionnement** du projet et δ le **taux d'actualisation**.

- ▶ Le taux de rentabilité interne, le **TRI**, est le taux d'actualisation qui annule la VAN.

Calcul de la VAN

Période	Coût	Bénéfice	Différence	Diff. actualisée
0	C_0	B_0	$B_0 - C_0$	$\frac{B_0 - C_0}{(1+\delta)^0}$
1	C_1	B_1	$B_1 - C_1$	$\frac{B_1 - C_1}{(1+\delta)^1}$
2	C_2	B_2	$B_2 - C_2$	$\frac{B_2 - C_2}{(1+\delta)^2}$
...
N	C_N	B_N	$B_N - C_N$	$\frac{B_N - C_N}{(1+\delta)^N}$
				VAN

Valeur statistique de la vie humaine

- ▶ Dans les **calculs socioéconomiques**, la référence d'une valeur de la **vie humaine**, permet d'évaluer l'impact d'une dépense, d'une réglementation, d'un investissement sur le **risque décès**
- ▶ Dans les évaluations des projets d'investissement du secteur des **transports**, cette référence est utile par exemple pour apprécier les gains des investissements visant à **réduire le risque d'accident** sur les infrastructures
- ▶ Elle est aussi utile pour **apprécier** les impacts sur la **santé** de la pollution atmosphérique occasionnée par le secteur des transports ou par tout autre secteur
- ▶ la valeur de la vie moyenne pour l'UE-27, entre 1,8 et 5,4 millions USD de 2005, avec une **valeur de référence** de 3,6 millions USD

Valeurs du temps en urbain, tous modes

Motif du déplacement	France entière	Île-de-France
Professionnel	17,5	22,3
Domicile-travail/études/garderie	10,0	12,6
Autres (achat, soin, visites, loisir, tourisme, etc.)	6,8	8,7
Sans détail du motif	7,9	10,7

Unité : en euros 2010/h en 2010 ; Source : DG Trésor

Valeur du temps : autres situations

Temps d'attente hors véhicule	Minutes équivalentes
Temps d'attente	1,5
Temps de marche en pré/post acheminement	2
Temps de correspondance	2

Source : DG Trésor

- ▶ Note de lecture : 1 minute de temps d'attente est ressentie, en temps équivalent, comme 1,5 minute de temps de transport.

Économie des transports

└ Les politiques de transport

└ Introduction

Introduction

L'intermodalité

- ▶ Dans un monde où la mobilité des personnes et des marchandises ne cesse d'augmenter, la rationalisation des usages des différents moyens de transports s'impose, notamment en milieu urbain
- ▶ En cause, l'utilisation excessive de la voiture individuelle et ses conséquences environnementales :
 - ▶ embouteillages aux abords des villes
 - ▶ congestion du trafic dans les centres-ville
 - ▶ problèmes de stationnement

Définition l'**intermodalité** consiste à combiner **plusieurs** modes de transports sur un même **trajet**, à utiliser différents types de véhicules pour se rendre d'un point A vers un point B. Exemple : train + voiture, bus + vélo + marche à pieds, etc.

Rationaliser l'usage de la voiture

- ▶ Le concept d'intermodalité vise à limiter l'utilisation de la voiture individuelle en ville et suggère d'autres usages, plus orientés sur le service que sur la propriété
- ▶ La voiture est un objet indispensable dans l'offre multimodale, mais elle est trop mal utilisée aujourd'hui en milieu urbain, parce que sous-occupée ou immobilisée sur la chaussée
- ▶ L'intermodalité doit permettre de redistribuer l'espace en ville et de réduire l'usage de la voiture particulière
- ▶ Dans ce nouveau modèle d'organisation intermodale, la voiture ne disparaît pas, mais on sort du 100% automobile
- ▶ Le client ne prend plus sa voiture en tout temps et en tous lieux et pour n'importe quel trajet, il devient acteur de sa mobilité en achetant un service et en développant une approche multimodale de mobilité

L'information voyageur, ciment de l'intermodalité

- ▶ Pour que l'alternance des modes entre le rail, l'aérien et le routier s'effectue le mieux possible, il faut organiser l'information et l'espace de l'intermodalité, à l'aide de systèmes d'information et billettique adéquats
- ▶ Dans l'espace parfois complexe des pôles d'échange (gares ou aéroports), le voyageur doit pouvoir s'orienter facilement grâce à des panneaux d'affichage et une signalétique claire
- ▶ Il doit aussi pouvoir s'informer sur Internet, depuis son ordinateur ou son smart-phone, afin de comprendre les options et services qui lui sont proposés
- ▶ Le développement de systèmes billettique inter-opérateurs avec tarification simplifiée est également nécessaire pour composer des offres multimodales adaptées

La puissance publique indispensable

- ▶ Toute la difficulté dans la mise en oeuvre de l'intermodalité réside dans l'articulation et la coordination des différents acteurs de la mobilité, publics et privés
- ▶ Que ce soit l'aménagement de lieux ou le développement de formules d'abonnement combiné
- ▶ Cette dynamique dépend essentiellement de la volonté politique et des collectivités locales, qui seuls décident de l'aménagement du territoire, des plans de déplacements urbains (PDU) et des données publiques, tels que l'info trafic, les places disponibles dans les parkings, les stations de vélos

Les éléments de l'intermodalité : pôles d'échange

- ▶ C'est un lieu ou espace d'articulation des réseaux qui vise à faciliter les pratiques intermodales entre différents modes de transport de voyageurs
- ▶ les correspondances quai-à-quai sont un véritable atout, mais souvent les points de montée et de descente des deux modes de transport ne sont pas exactement au même endroit
- ▶ La durée de correspondance est également importante. Trop courte elle risque de poser des problèmes aux usagers occasionnels ou à mobilité réduite, sans parler du risque de retard d'un des modes de transports. Trop longue, elle peut être rebutante. Les services en gare (presse, restauration, ...) peuvent rendre plus acceptable ce temps de correspondance.

Les éléments de l'intermodalité : le marketing

- ▶ c'est l'ensemble d'éléments relatifs à l'information, la politique tarifaire, la promotion et la vente
- ▶ encourage l'intermodalité par des tarifs intéressants, des abonnements adaptés et une forte information auprès des clients
- ▶ La facturation, via un billet unique, peut être un élément incitatif

Le confort et l'encombrement en transport public

- ▶ L'attractivité vers les modes massifiés passe par la qualité du service offerte
- ▶ L'encombrement est parmi les facteurs qui ne facilitent pas un report modal
- ▶ On constate un intérêt particulier pour cet aspect depuis quelques années
- ▶ Des travaux sur la région parisienne montrent que : pour les passagers, le coût d'un déplacement en mauvaise conditions est équivalent à trois fois le prix du ticket payé

Le confort des passagers

Densité	Surface	Condition
pass./m ²	m ² /pass.	
< 1	≥ 1.00	indépendant, mouvement facile
2 – 3	0.33-0.50	quelques contacts
4	0.25	beaucoup de contact physique
5	0.20	très serré, mouvement difficile
6, 7	0.15	risque d'accidents, mouv. très difficile

Source : Vuchic 2005

Amélioration de la qualité (1/2)

Augmenter la fréquence du service :

- ▶ la charge de chaque véhicule est :

$$c = \frac{n_p}{n_v},$$

où c est la charge, n_p le nombre de passager et n_v le nombre de véhicules.

- ▶ Si n_v augmente et n_p reste constant alors la charge diminue
- ▶ L'augmentation du nombre de véhicules peut s'obtenir à travers une augmentation de la vitesse moyenne
- ▶ Sur des réseaux saturés il n'y a plus de marges dans ce sens (ligne jaune, pendant les heures de pointe sur le réseau TRANSPOLE)

Amélioration de la qualité (2/2)

- ▶ Augmenter la capacité des véhicules
 - ▶ Nécessite des investissements supplémentaires
 - ▶ Il est préférable de bien choisir la capacité dès l'étude du projet initial
- ▶ Équiper les véhicules par des sièges rabattables (ou strapontins) permet dans une certaine mesure d'améliorer la situation