



Marchés, réseaux et politique de la concurrence

Claude Crampes (claude.crampes@tse-fr.eu)

Toulouse, avril 2015

3. Réseaux

3.1. Des lignes et des nœuds

3.2. Externalités négatives, coûts de congestion

3.3. Externalités positives, effets de club

3.1. Des lignes et des nœuds



- un réseau est un ensemble de nœuds reliés par des lignes sur lesquelles transitent des flux de matière, d'énergie ou d'information;
- grande variété d'applications en biologie, sociologie, physique, ... et économie.

- transport de passagers, fret, distribution de gaz, de chaleur, d'électricité, pipelines, télécoms, TV, Internet, eau potable, services postaux, e-games, MOOC, réseaux sociaux.



Qu'est ce que l'économie des réseaux?

- Pendant longtemps, principalement de la **recherche opérationnelle**: minimisation de circuits de livraison ou de durée de transport, maximisation de la fiabilité du service, etc. Les caractéristiques géographiques et techniques sont essentielles.
- Plus récemment (démantèlement de AT&T dans les années 1970-80), les économistes ont développé des modèles pour analyser les "externalités de réseau"
- IO + théorie des contrats + économie publique pour analyser le développement et la gestion des réseaux, l'(in)efficacité des décisions décentralisées, les règles d'accès, les problèmes de concurrence, ...

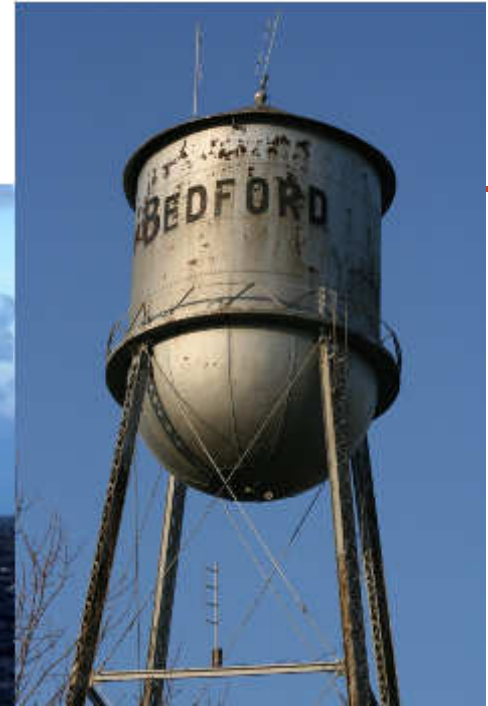
Faut-il des outils d'analyse particuliers?

- Les réseaux sont-ils des entités analytiquement insécables, de sorte que les outils économiques standards ne sont pas adaptés à leur étude?
- La question est aussi politique: affirmer l'intégrité des réseaux bloque toute tentation de démantèlement.
- En fait, le design d'un réseau et son degré de dé-intégration doivent varier avec le type de produit transporté et l'état courant de la technologie.
- Comparaison de l'électricité et du téléphone.

Du départ à l'arrivée

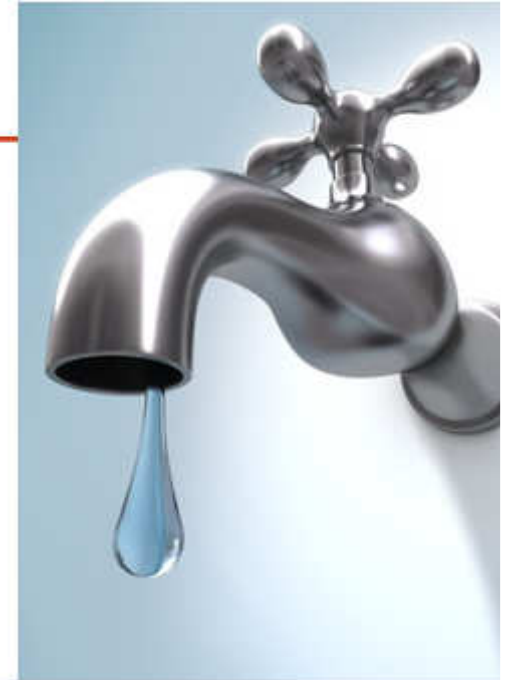
- Pour faire transiter
 - matière (eau, fret, passagers, ...)
 - énergie (électricité, chaleur)
 - information (sons, données, images)
- il faut relier
 - des points de départ
 - des points d'arrivée
 - et un grand nombre de points intermédiaires
(stockage, amplification, traduction, co-ordination, dispatching, ...).

Exemples de nœud initial



ESPE, avril 2015

Exemples de nœud terminal



ESPE, avril 2015

Un nœud intermédiaire



ESPE, avril 2015

Un autre nœud intermédiaire



CC

ESPE, avril 2015

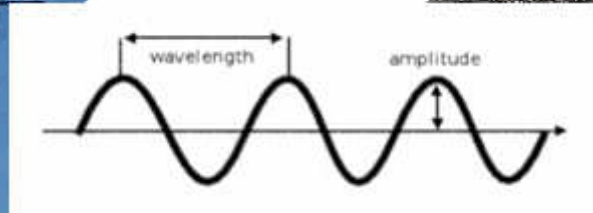
Nœuds mixtes



CC

ESPE, avril 2015

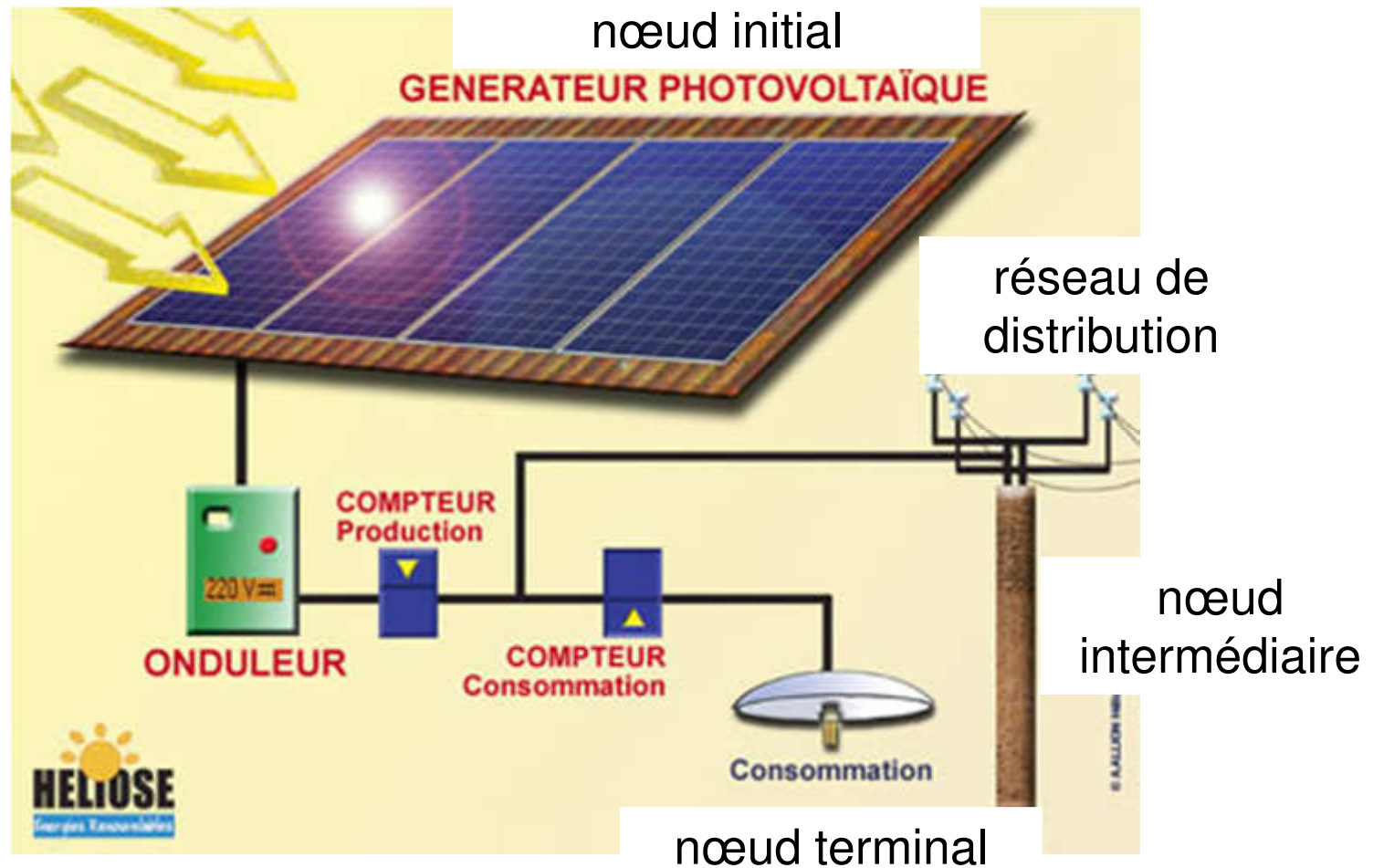
Liens



CC

ESPE, avril 2015

Un réseau local élémentaire





Un réseau continental complexe

United Airlines: Routes within USA and Canada



modèle
hub-and-
spoke

CC

ESPE, avril 2015

Similarités et différences

- certains réseaux sont unidirectionnels (gaz, TV par câble, distribution d'eau), d'autres sont bidirectionnels (transport de passagers, téléphone).
- (presque) toutes les paires de nœuds peuvent être reliées par plus d'une ligne \Rightarrow le sentier entre un nœud initial et un nœud terminal n'est généralement pas unique:
 - gros avantages organisationnels,
 - gros inconvénients quand les flux ne peuvent pas être parfaitement contrôlés.

Extension du concept

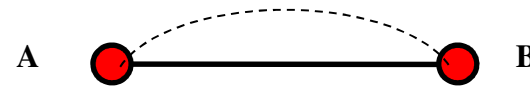
- multiple liens potentiels \Rightarrow élargissement de la notion de réseau à des organisations informelles
 - utilisateurs des magnétoscopes VHS, utilisateurs de PC Wintel vs. Apple, acheteurs de jeux video, réseaux sociaux (e.g. Facebook, Twitter).
- point commun:
 - des flux de produits ou de services peuvent être facilement acheminés entre deux points du réseau avec ou sans l'aide d'une infrastructure matérielle.
 - ces interactions créent des externalités, positives ou négatives; peut-on recourir à des mécanismes marchands pour les traiter?

Minimisation du coût

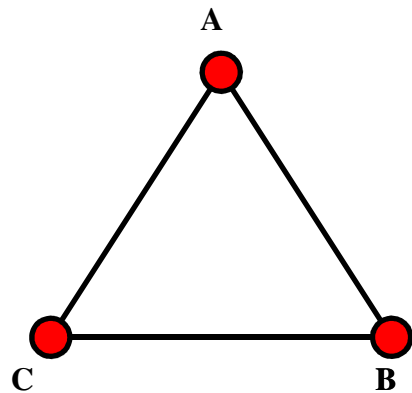
- pour un ensemble donné de transferts à organiser, le meilleur réseau est celui qui minimise les coûts totaux.
⇒ le design d'un réseau résulte d'un arbitrage entre coûts de construction et coûts d'exploitation.
- des coûts de construction élevés poussent à installer des réseaux minimaux, ... ce qui complique l'exploitation

Caractéristiques topologiques de base

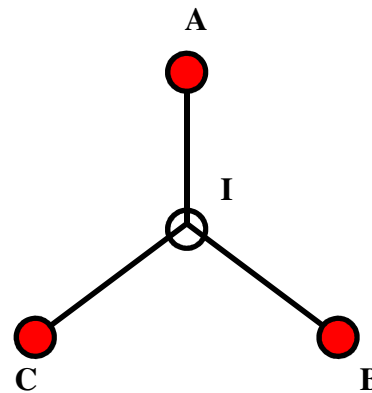
réseau à deux
nœuds



réseau à trois nœuds

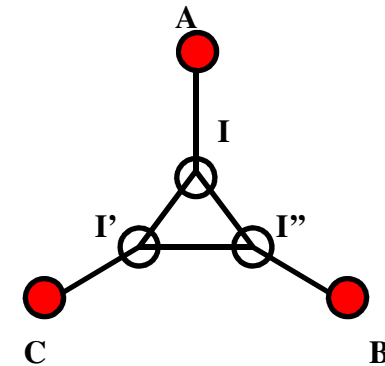


**réseau
dense**



**réseau
minimal**

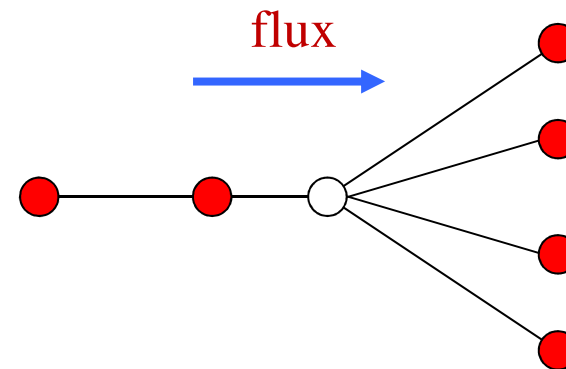
hub and
spoke



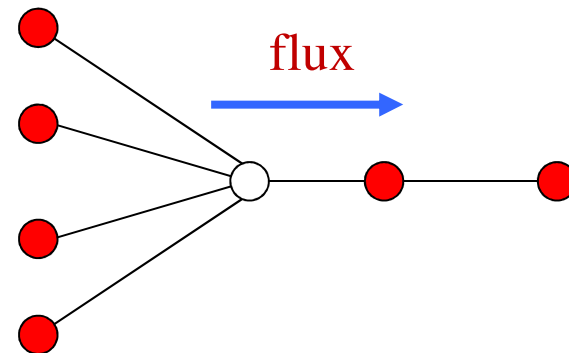
**réseau
mixte**

réseaux unidirectionnels

gaz, électricité, TV par câble

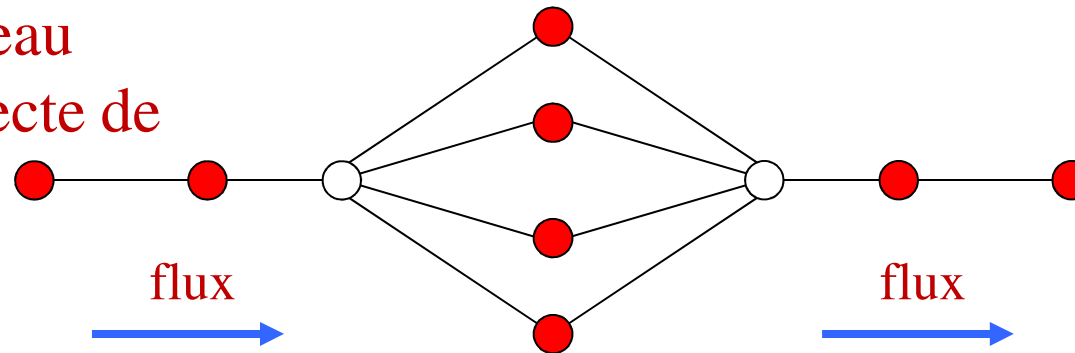


ramassage des ordures

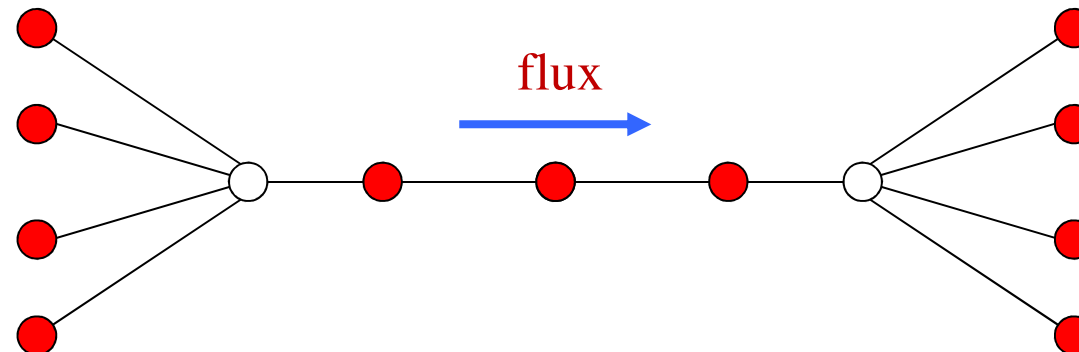


réseaux bidirectionnels

distribution d'eau
potable et collecte de
eaux usées

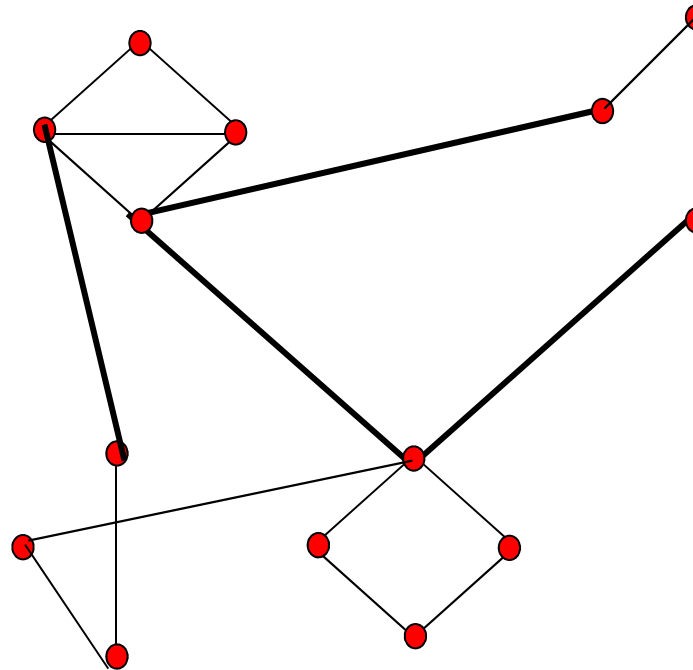


services
postaux,
télécoms



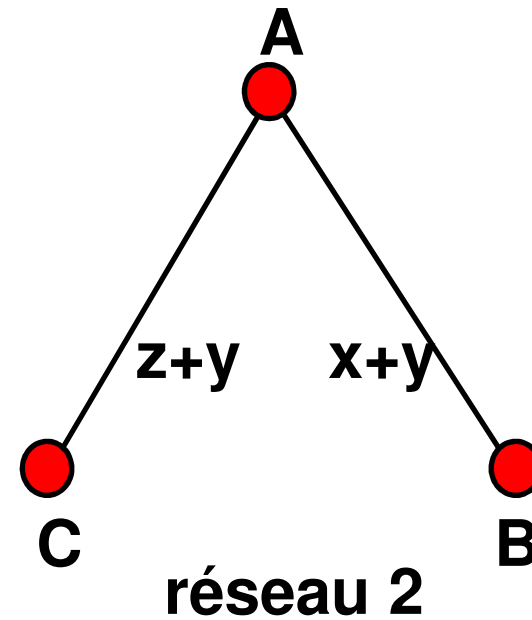
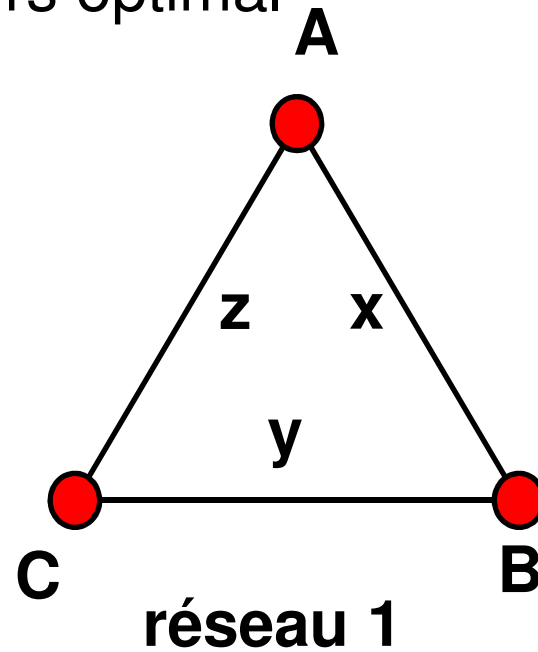
réseaux maillés

la topologie d'un
réseau est une fonction
de la géographie, de
l'histoire, de la
technologie, de la
politique ... et de
l'économie.

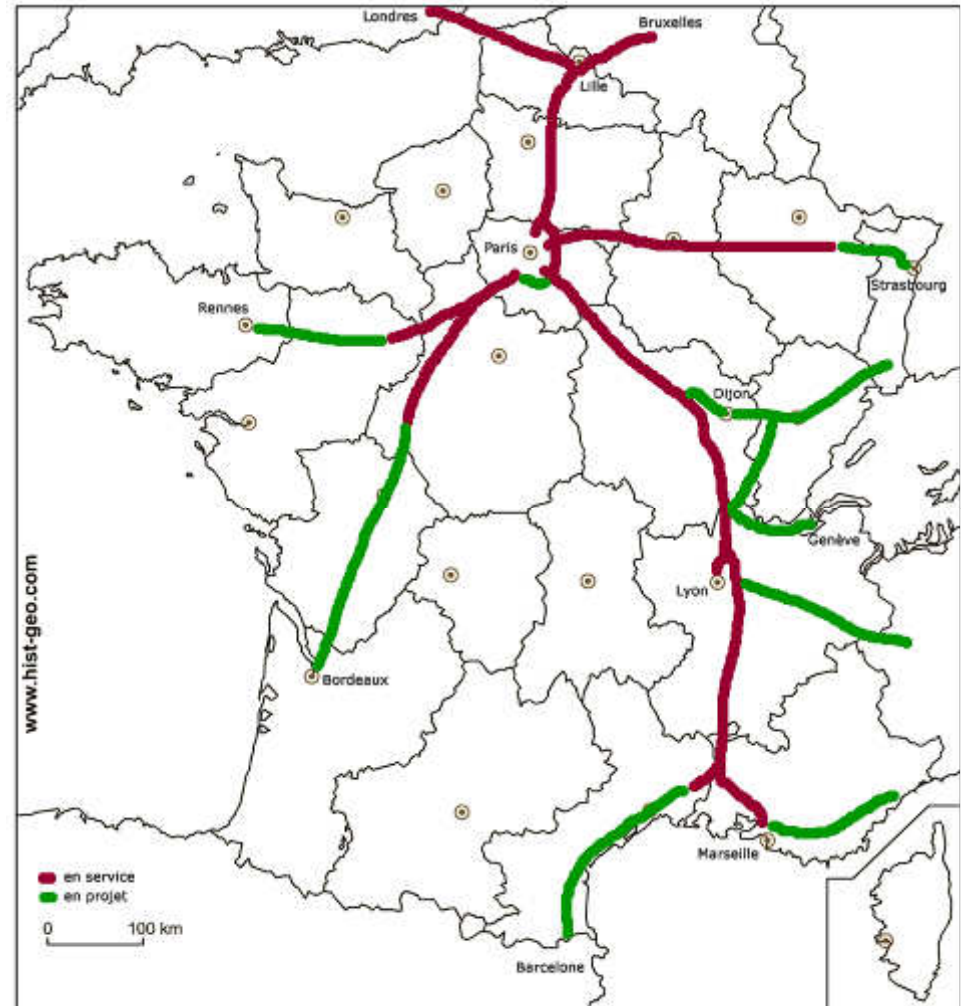


redirection

le chemin le plus court
n'est pas toujours optimal



- si $D_{ac}(z + y) + D_{ab}(x + y) < D_{ab}(x) + D_{bc}(y) + D_{ac}(z)$, il vaut mieux contraindre les flux entre B et C à passer par le nœud A (réseau minimum au lieu de réseau dense)
 - solution drastique: ne pas construire la ligne CB;
 - solution intermédiaire: on installe CB mais à faible capacité, et une partie du trafic entre C et B est détournée par le point A.





France, transport électricité HT



France, transport gaz naturel



smart grid

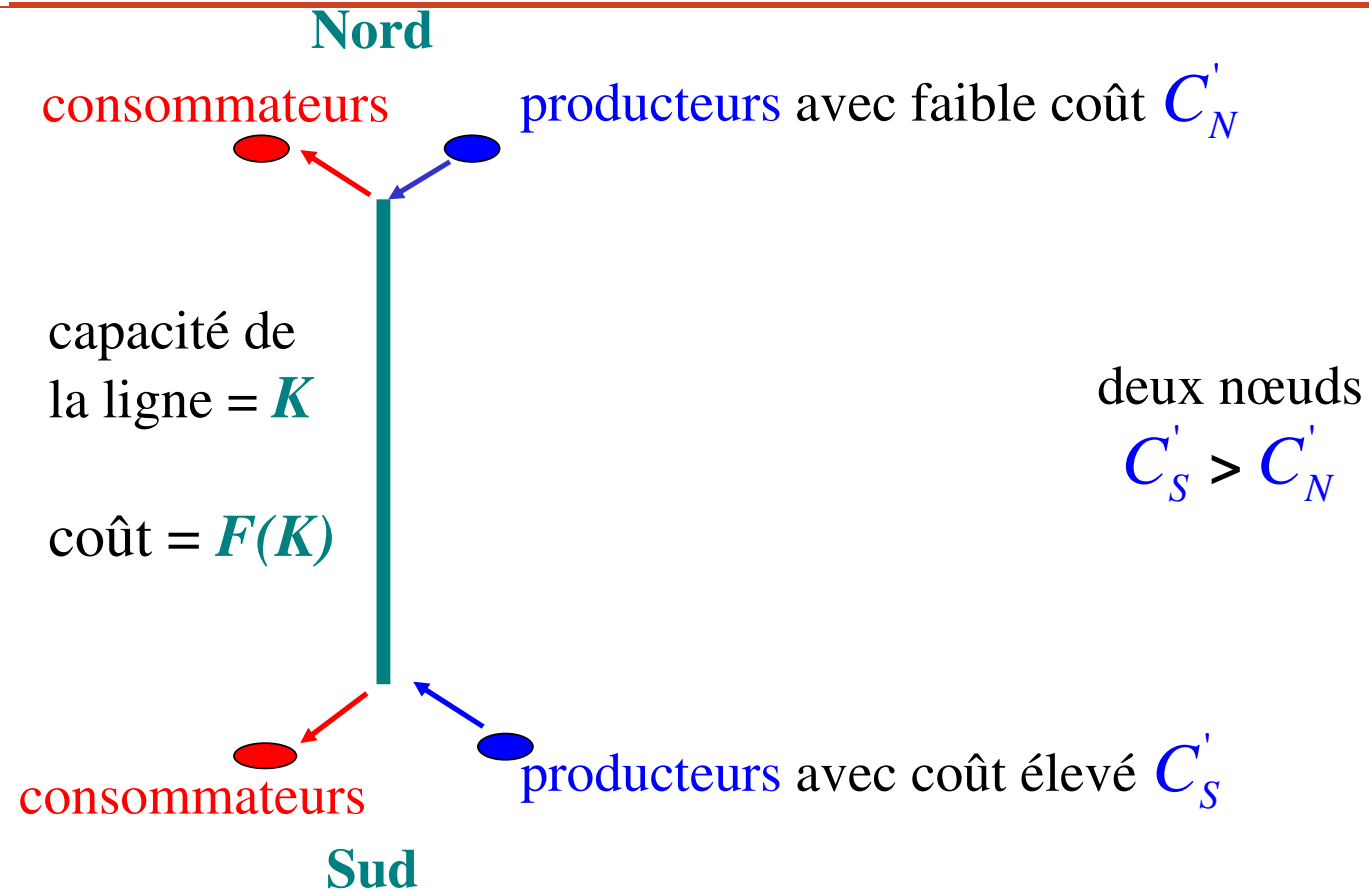
- un 'réseau intelligent' adapte en temps réel les besoins et les disponibilités en utilisant l'ensemble des informations contenues aux différents nœuds et dans les liens, ainsi que celles envoyées par les réseaux interconnectés;
- surtout employé aujourd'hui pour les réseaux électriques:
 - effacer, retarder ou anticiper une demande
 - déclencher des centrales de réserve
 - déconnecter des lignes
 - utiliser les (rares) moyens de stockage.
- mais développement de réseaux de santé (prise de tension, température,...) de l'internet des objets (réfrigérateurs interconnectés, véhicules robotisés, ...)

externalités et biens publics

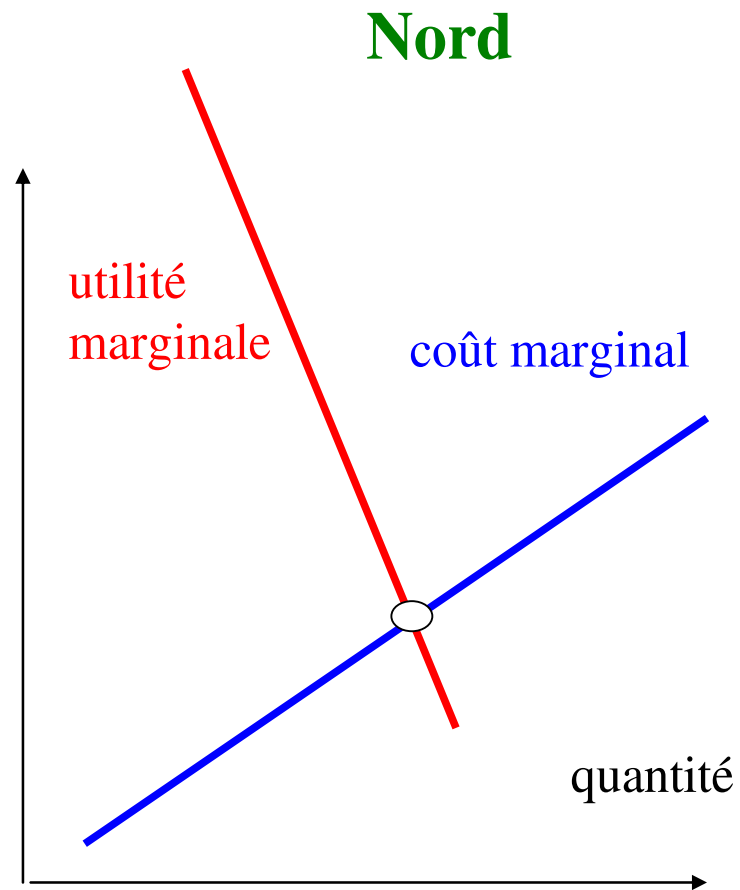
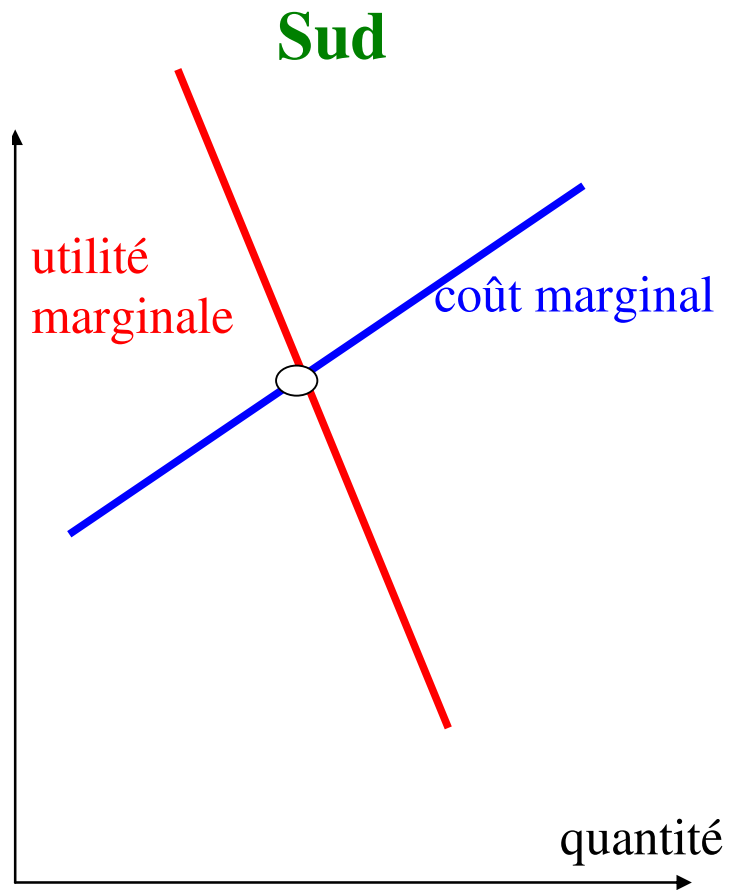
- infrastructure = bien public = facilité essentielle ?
 - besoin d'une régulation sectorielle spécifique (CRE, ARCEP, ARAF, CSA, ...)
- externalités négatives
 - essentiellement congestion
 - trafic, transport du gaz and de l'électricité, ...
- externalités positives
 - effets de club dans les (télé)communications
 - réseaux immatériels

3.2. Externalités négatives, coûts de congestion

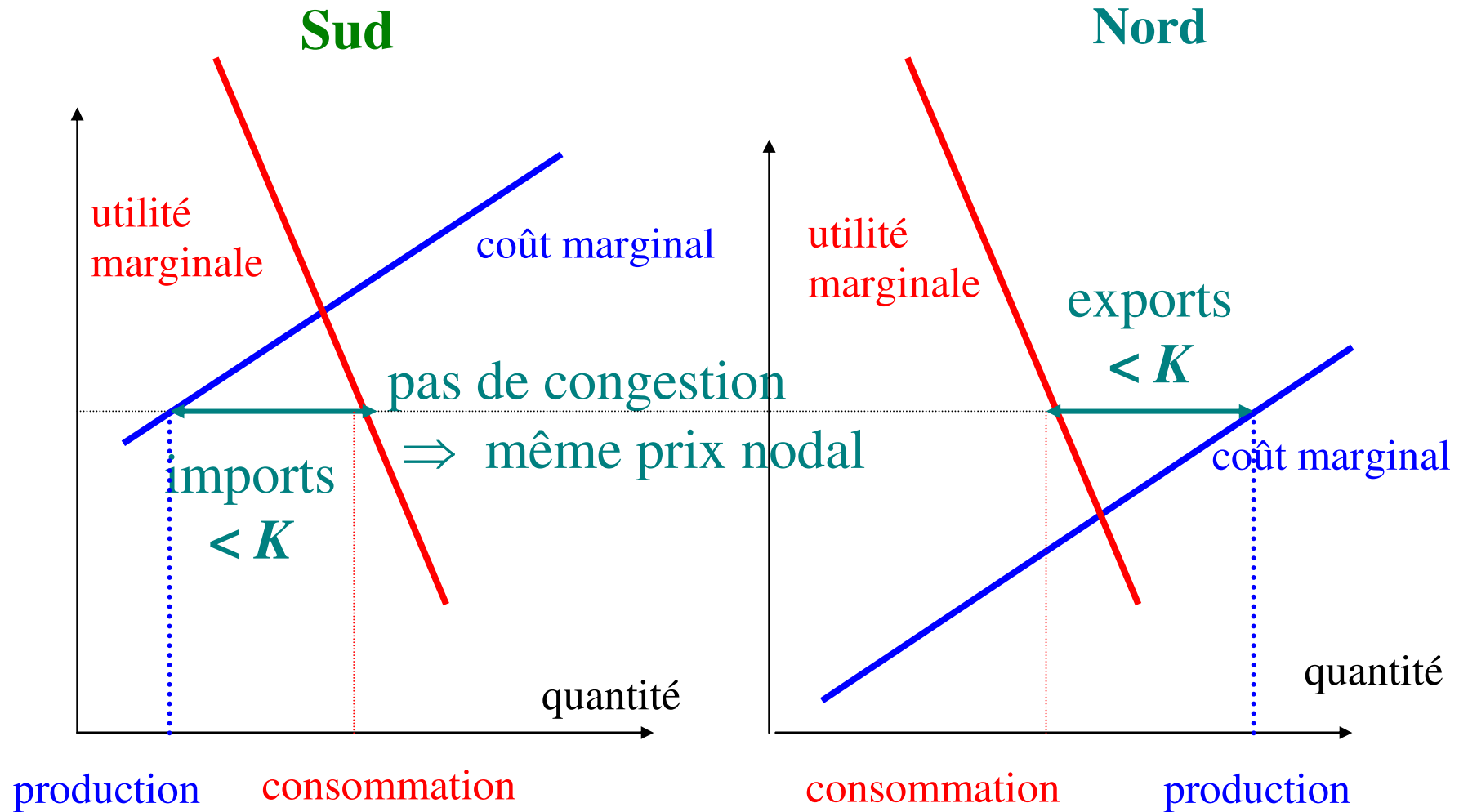
- **évaluation d'un réseau:** la valeur d'un réseau est donnée par sa capacité à accroître le surplus global des agents interconnectés
 - en donnant aux consommateurs accès à des sources de production moins coûteuses
 - en donnant aux producteurs accès à des nœuds de plus forte valorisation
- **taille optimale d'un réseau:**
 - le dispatch est optimal quand la différence entre les valorisations nodales est égale au coût marginal d'exploitation du réseau
 - l'investissement est optimal quand l'augmentation de surplus créée par l'installation d'une capacité supplémentaire est égale au coût de cette capacité supplémentaire.
- **illustration:** deux nœuds, une ligne, contrainte de transport, pas de pertes physiques, pas de coût variable de transport



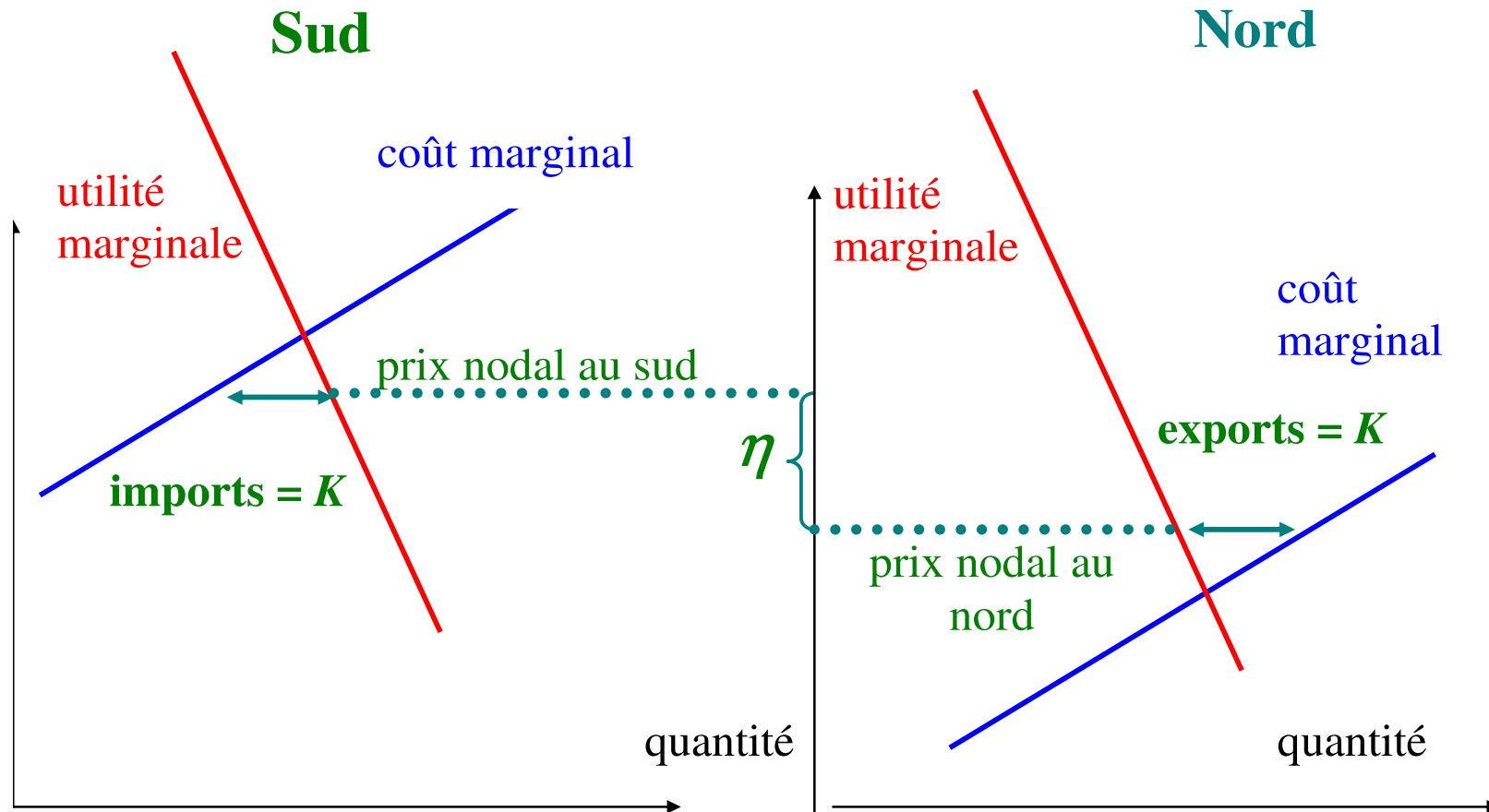
pas de connexion $K=0$



grande capacité de transport K



faible capacité de transport K



mise en oeuvre

- prix nodaux $p_N = U'_N(q_N^c) = C'_N(q_N^g)$ au **Nord**

$$p_S = U'_S(q_S^c) = C'_S(q_S^g) \text{ au Sud}$$

- le transport du Nord au Sud est facturé implicitement à

$$t_{NS} = p_S - p_N = \eta \geq 0.$$

- les contreflux sont facturés implicitement à

$$t_{SN} = p_N - p_S = -\eta \leq 0$$

En effet, tant que $z_{NS} = q_N^g - q_N^c = q_S^c - q_S^g > 0$, **il faut encourager le commerce du sud vers le nord** car il réduit la quantité transportée sur la ligne ("netting" naturel: eau, gaz, électricité, ou organisé : fret).

long terme

- la capacité installée est optimale quand $LRMC = SRMC$
- avec $\eta = F'(K)$, les prix nodaux couvrent tous les coûts
- dans les pays développés, pour des raisons de sécurité, des contraintes techniques (indivisibilité des lignes) et des raisons politiques, il y a trop de capacité \Rightarrow prix identique en tous nœuds.
- si le cahier des charges du transporteur impose l'équilibrage des comptes, des prix de second rang peuvent être
 - ✓ des tarifs binômes
 - ✓ ou des prix de Ramsey

3.3. Externalités positives, effets de club

“... online auctions have a big economic advantage over traditional online menu-priced sites, such as that pioneered by *Amazon*.

Such sites cut out the cost of going to the shops, and make it cheaper to compare prices with other retailers. But Amazon's customers are no better off if it attracts more users.

Whereas the more buyers and sellers turn up on *eBay*, the better their chances of getting a good deal, as the auction becomes deeper and more liquid.”

Steve Kaplan, quoted by The Economist, July 24th 1999.

Utilité = u (quantité, qualité)

Qualité = q (nombre ou identité des utilisateurs)



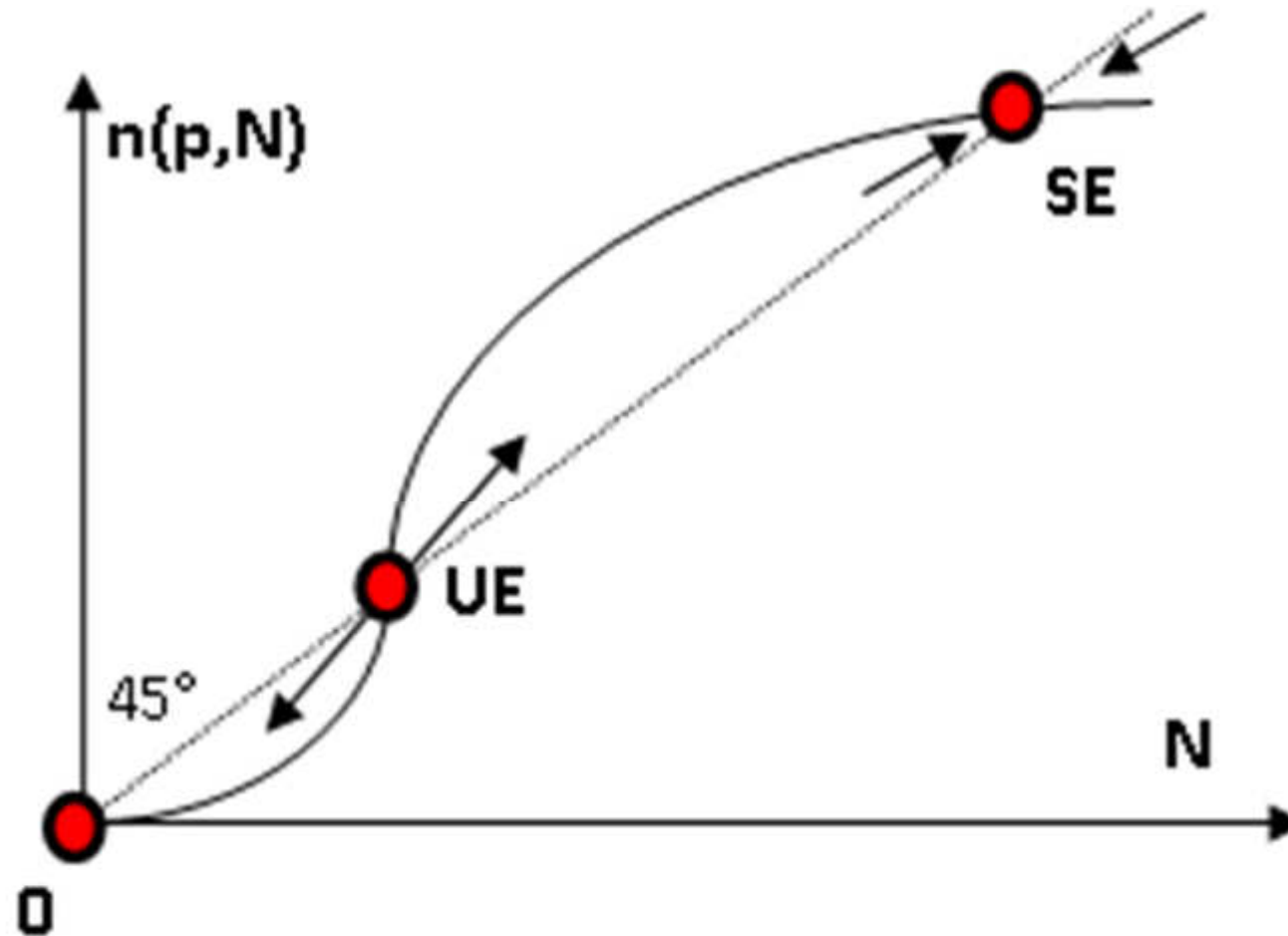
Externalités directes et indirectes

- Pour beaucoup de produits, l'utilité retirée de la consommation augmente avec le nombre des agents qui sont aussi consommateurs,
- soit directement:
 - téléphone, Telex, réseaux de données, Fax, Skype, eBay, réseaux sociaux ...
- soit indirectement: certaines pièces de software ou de hardware nécessaires à la fourniture de biens ou services ont des caractéristiques de bien public
 - pour l'acheteur d'un PC: nombre et variété des applications; idem pour les consoles de jeu, les équipements musicaux ...
 - pour les voitures: stations service, garages, ...
 - pour les skieurs: remontées mécaniques, ...
 - ...

Equilibre avec externalités de club

- N nombre de *membres* d'un club
- n nombre de personnes qui *souhaitent être membres*
- p droit d'entrée
- $n(p, N)$ est décroissant avec p et croissant avec N
- Si $n(p, N) > N$, un nouvel entrant transforme la taille du club de N à $N+1$, créant une externalité additionnelle.
- Au contraire, contraction si $n(p, N) < N$.
- Quand ce feedback positif est épuisé,
 équilibre: $n(p, N) = N$
- Aucun agent extérieur ne veut devenir membre; aucun membre ne veut d'en aller.

Equilibres stable et instable



Beaucoup de questions difficiles

- pour un monopole
 - équilibres multiples, stabilité
 - équilibres statiques et dynamiques, taille critique
 - tarification de la connexion et de l'usage
 - coordination entre usagers
- en concurrence
 - base de clientèle et avantage au leader
 - coûts de changement de fournisseur
 - innovation avantage au suiveur
 - compatibilité et standardisation

Dynamique de la concurrence

- Concurrence en deux phases:
 - d'abord, concurrence agressive (prix très faibles) pour créer une grande base de clients/abonnés:
 - ☐ attirer des leaders d'opinion
 - ☐ franchissement de seuils (taille critique)
 - en second lieu, faible concurrence (prix élevés) parce que les utilisateurs sont captifs (lock-in, switching costs).
- La politique de la concurrence devrait être adaptée à cette dynamique.

Plateformes

- Sur une plateforme (ou marché biface), la disposition à payer d'une partie des agents (disons les acheteurs) augmente avec le nombre des agents « d'en face » (disons les vendeurs); exemple: les cartes bancaires
- L'équilibre nécessite à la fois
$$n_1(p_1, N_2) = N_1$$
et
$$n_2(p_2, N_1) = N_2$$
- Politiques de prix complexes:
 - Par exemple: les titulaires de cartes bancaires sont plutôt préoccupés par l'acceptation de leur carte et les commerçants par la fréquence d'utilisation. Le gestionnaire de la plateforme facture donc l'accès aux consommateurs et un paiement par transaction aux commerçants.
 - Les études statistiques montrent qu'il n'est pas rare de trouver des prix d'accès ou d'usage inférieurs au coût marginal correspondant.

Exemples de plateformes

- Le marché de plein vent facilite le contact entre acheteurs et vendeurs. Plus modernes: eBay, aéroports, agences immobilières, CB ...
- Le marieur de village met en contact hommes et femmes candidats au mariage. Plus modernes: 8MinuteDating, meetic, ...



CC



ESPE, avril 2015

Conclusion

- Les réseaux (physiques et virtuels) sont partout;
- Les réseaux sont un terrain pour de nombreuses externalités négatives et positives;
- Les réseaux ont des caractéristiques de « monopole naturel » et de « facilité essentielle »
⇒ besoin de régulation (règles d'accès, prix, qualité, investissement);
- La concurrence en présence d'externalités de réseau ne devrait pas être jugée dans le cadre traditionnel de la politique de la concurrence.



Suggestions de lecture

- Sur les infrastructures:
 - European Commission (1999), “Liberalisation of network industries. Economic implications and main policy issues”, European Economy, n°4
infoeuropa.eu/ocid.pt/files/database/000005001-000006000/000005661.pdf
- Sur la concurrence dans les réseaux:
 - Nicholas Economides (2004), “Competition policy in network industries: an introduction”
http://www.netinst.org/Competition_Policy.pdf
- Sur les plateformes :
 - Armstrong, M. (2006), « Competition in Two-Sided Markets », *The RAND Journal of Economics*, Vol. 37, n° 3, Autumn, 668--691.

