

ANALYSER LES RÉSEAUX DANS LES COURS DE GÉOGRAPHIE

Bernadette Mérenne-Schoumaker

Professeur de géographie économique à l'Université de Liège

Les réseaux se retrouvent un peu partout en géographie : réseaux hydrographiques, réseaux de transport, réseaux de firmes, réseaux d'informations, réseaux de villes, réseaux migratoires. D'où le choix de cette thématique dans de nombreux congrès comme celui des Sciences de cette année ou encore celui du Festival international de Géographie de Saint-Dié (F.I.G.) en 2005.

La plupart s'appuient sur la « géographie », c'est-à-dire sur les territoires dans leurs dimensions physiques et humaines ; parallèlement ils influencent de nombreux systèmes spatiaux étant en quelque sorte les « vaisseaux sanguins » de l'espace géographique.

Cette contribution poursuit quatre objectifs : réfléchir au concept de réseau en géographie, présenter quelques types de réseaux et les notions/concepts associés, évoquer quelques pistes d'analyse de ces réseaux et tenter un bilan et des perspectives.

1. Le concept de réseau et sa place en géographie

Un réseau géographique (R. Brunet *et al*, 2009, pp. 430-431) est un ensemble de lieux liés entre eux par des chemins. Ces liens peuvent être matériels (voies ou ensemble de voies, par exemple : un réseau routier) ou immatériels (s'exprimant par des relations, des flux de services, d'informations, d'argent, par exemple : le réseau Internet). Leur fonctionnement implique des « véhicules », donc de l'énergie et est lié à leurs acteurs : les concepteurs et décideurs (par exemple, l'État ou les sociétés de distribution de l'électricité), les opérateurs (par exemple, une société de télécommunications ou de chemin de fer) et les utilisateurs (des firmes ou des particuliers).

Les réseaux sont omniprésents en géographie car ils s'appuient sur les configurations spatiales des territoires et plus particulièrement sur leurs contraintes physiques (topographie, sol et sous-sol, climat, végétation) et leurs caractéristiques politiques, économiques et sociales (frontières, degré de centralisation du pouvoir, niveau de développement économique, moyens financiers).

En outre, ils induisent des champs ou aires d'extension d'un phénomène comme, par exemple, l'aire d'influence d'une ville et contribuent aux organisations spatiales en les dotant de structures.

Les réseaux sont en général hiérarchisés (en voies principales, voies secondaires...) et cette hiérarchie contribue à la structuration des territoires en modifiant l'accessibilité des lieux, les points principaux étant de réels noeuds ou encore des hubs qui centralisent les flux et les redistribuent. Ils existent par ailleurs à toutes les échelles, du local au mondial mais peuvent présenter des ruptures. En général, leur efficacité est plus forte à l'échelle régionale (un pays, une partie de continent) qu'à l'échelle mondiale où beaucoup de points ont peu de relations avec les autres points du monde.

Les réseaux remplissent différentes fonctions. C. Pierret (2005) en distingue sept :

- Organiser : un territoire ou des pratiques d'acteurs (ex : OMC)
- Influencer : un territoire ou des acteurs (ex : réseau d'idées, de croyances, de religions,

des grandes Écoles)

- Réduire les inégalités : entre les territoires et les hommes (ex : les grands services publics comme la santé, les écoles, les transports, l'énergie, la poste, les télécoms)
- Informer : ex : réseau des médias, des abonnés d'un journal, d'une revue
- Défendre : ex : grandes organisations mondiales (comme l'Unesco) ou syndicales
- Anticiper et innover : ex : réseau des scientifiques, des entreprises (via par exemple les pôles de compétitivité)...
- Responsabiliser : ex : réseaux associatifs notamment les ONG.

2. Quelques grands types de réseaux et les notions et concepts associés

Toute étude d'un réseau implique le recours à un vocabulaire spécifique qui correspond soit à des notions (issues souvent de l'observation), soit à des concepts (ou construits de la science) (B. Mérenne-Schoumaker, 2005, p. 45). Pour sept grands types de réseaux qui seront illustrés par un exemple, nous avons tenté d'identifier ce vocabulaire spécifique, cherchant de la sorte à fournir pour chaque sujet les composantes essentielles à introduire dans une sorte de référentiel de compétences (savoir définir la composante, savoir la repérer sur le document, savoir l'utiliser dans une autre situation). Par contre, nous n'avons pas explicité nous-mêmes ce vocabulaire spécifique, par ailleurs assez familier de la majorité des enseignants et bien présent dans la plupart des dictionnaires géographiques.

La présentation qui va suivre reprendra les notions et concepts de base spécifiques à chaque réseau et un document cartographique (disponible en ligne) permettant d'en travailler certains, d'autres types de documents (graphiques, textes) étant nécessaires pour aborder par exemple les processus sous-jacents.

2.1. Les réseaux hydrographiques

Notions et concepts de base

Fleuve, rivière - Affluent - Confluence - Bassin (sous-bassin) hydrographique - Bassin versant - Ligne de partage des eaux.

Un document exemplatif : le réseau hydrographique de la Wallonie

Source : Ministère de la Région wallonne : http://environnement.wallonie.be/directive_eau/cartes/dme_ca/me_1_1_1_2.jpg

2.2. Les réseaux de transports

Notions et concepts de base

Mode de transport, système de transport - Transport multimodal - Mobilité, déplacement - Flux, trafic - Voie de communication (route, rail, voie d'eau, conduite...) - Site propre ou banal - Distance (kilométrique, temps, coût) - Véhicule (camion, train, avion) - Nœud, carrefour - Installation terminale (port, gare, aéroport, ...) - Rupture de charge - Gestionnaire, opérateur, usager.
--

Un document exemplatif : Le réseau navigable et les principaux ports fluviaux de la Belgique et de ses espaces limitrophes

Source : INSEE, *Atlas transfrontalier*, Tome 8, 2009 :

http://www.insee.fr/fr/regions/nord-pas-de-calais/default.asp?page=themes/ouvrages/atlas/08_04_reseaux_ports_fluviaux.htm

2.3. Les réseaux de villes

Notions et concepts de base

Capitale, métropole, ville régionale, ville moyenne, petite ville ... - Agglomération, région urbaine - Fonction urbaine – Échanges – Polarisation - Aire d'influence, bassin de vie - Hiérarchie - Centralité, accessibilité - Économies d'agglomération - Interactions spatiales.
--

Un document exemplatif : Les réseaux urbains des Pays-Bas et de la Suisse

Source : La Documentation Française cartotheque :

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartotheque/>

2.4. Les réseaux d'entreprises ou d'établissements

Notions et concepts de base

Concentration horizontale, verticale, latérale, conglomérale - Mondialisation, DIT (division internationale du travail) - Délocalisation, IDE (Investissement direct à l'étranger) - Firme-réseau, entreprise sans usine - District industriel, cluster, SPL (système productif local), pôle de compétitivité - Coopération, concurrence, émulation - Économies d'échelles - Filiale, succursale, joint-venture.

Un document exemplatif : Les filiales du Groupe Nestlé

Source : Sciences Po : <http://cartographie.sciences-po.fr/>

2.5. Les réseaux d'informations et d'idées

Notions et concepts de base

Communication - Diffusion - Télécommunications - Medias - Émetteur, récepteur - Internet - Réseaux formels et informels - Réseaux sociaux - Code - Interactions.
--

Un document exemplatif : Les chaînes d'information internationale

Source : Sciences Po : <http://cartographie.sciences-po.fr/>

2.6. Les réseaux migratoires

Notions et concepts de base

Pays de départ, pays d'arrivée - Carrefour migratoire - Flux légal, illégal - Réfugié, déplacé, clandestin - Diaspora.

Un document exemplatif : Le système migratoire mondial

Source : La Documentation Française cartotheque :

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartotheque/>

2.7. Les réseaux clandestins

Par exemple : réseaux de la drogue, réseaux d'immigration clandestine ...

En fait, il s'agit de réseaux mal connus et difficiles à étudier.

Notions et concepts de base

Réseau social - Contrebande - Mafia - Frontière - Économie souterraine - Flux financier - Trafic de produits illicites, trafic d'êtres humains - Paradis fiscal, zone franche - Guérilla - Espionnage - Organisation criminelle - Blanchiment d'argent
--

Un document exemplatif : Les mafias en Italie

Source : La documentation Française cartothèque :
<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartotheque/>

3. Quelques pistes d'analyse

Les réseaux peuvent être étudiés selon trois angles différents :

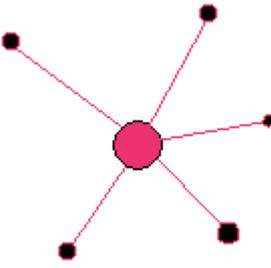
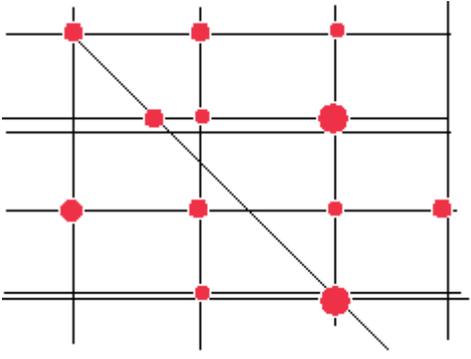
- les réseaux comme des structures spatiales particulières articulant les territoires, par exemple : le réseau des grandes villes mondiales ou le réseau d'une multinationale ;
- les réseaux comme des points d'entrée pour analyser la structure spatiale d'un pays, d'une région ou d'une ville ;
- les réseaux comme de véritables espaces géographiques, par exemple : l'espace du nomade dans le désert ou l'espace du touriste japonais en Europe.

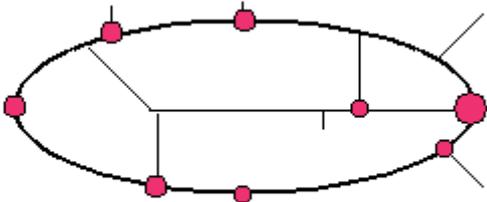
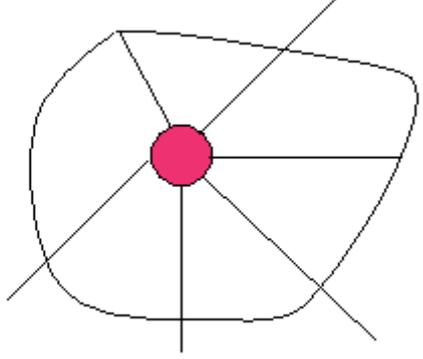
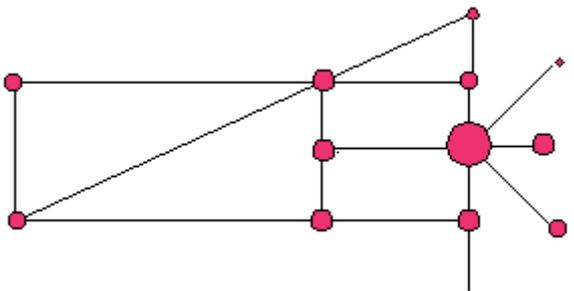
Dans ce qui va suivre, nous proposerons quelques pistes d'analyse des réseaux pouvant être exploitées en classe.

3.1. Décrire et analyser la configuration d'un réseau

Cette première opération implique d'identifier les composantes du réseau (points, lignes, surfaces, hiérarchies) et de rechercher les liens entre ces composantes et d'autres traits des territoires comme leur position géographique, des contraintes naturelles ou encore le rôle et les caractéristiques des acteurs ou le poids de l'histoire.

Pour décrire ces réseaux, on peut s'aider des modèles ou structures suivantes (Académie de Rennes)

<p>Le réseau radial ou central :</p> <p>un centre ou pôle principal à partir duquel rayonnent les lignes de communication vers des points secondaires.</p>	
<p>Le réseau multipolaire ou polynodal maillé :</p> <p>plusieurs pôles hiérarchisés ou non hiérarchisés reliés par des lignes maillant l'espace.</p>	

<p>Le réseau linéaire et axial :</p> <p>une ligne principale ou un ensemble de lignes formant un axe principal reliant des pôles majeurs vers lesquels se rabattent des lignes secondaires.</p>	
<p>Le réseau à structure périphérique, orbitale ou concentrique :</p> <p>un réseau construit autour d'une armature elliptique ou circulaire reliant des pôles plus ou moins hiérarchisés et des lignes.</p>	
<p>Les réseaux à structure complexe :</p> <p>- le réseau radioconcentrique formé d'une structure radiale et d'une structure orbitale ou concentrique connectant les lignes provenant d'un pôle central.</p>	
<p>- un espace mis en réseau par des structures emboîtées ou accolées : la juxtaposition d'une structure radiale et polynodale maillée.</p>	

3.2. Comparer des réseaux dans le temps et l'espace

Pour comprendre l'évolution d'un pays ou d'une région ou ses traits caractéristiques, les comparaisons sont souvent très utiles. Il est donc intéressant de travailler soit sur deux réseaux de transport à des époques différentes (par exemple, réseau autoroutier ou ferré il y 50 ans et aujourd'hui), soit sur deux réseaux de transport de deux pays ou régions différentes (par exemple, réseau autoroutier ou ferré français très centralisé sur Paris et réseaux allemands plus ubiquistes à mettre en relation, d'une part, avec une structure administrative et politique centralisée et, d'autre part, avec la structure fédérale du second).

3.3. Rechercher l'impact d'un réseau sur les structures spatiales

Les réseaux hydrographiques ont souvent influencé la répartition des populations, l'accès direct à l'eau étant resté une contrainte fondamentale du peuplement jusqu'à l'invention de la distribution de l'eau via des canalisations et des châteaux d'eau. On peut donc proposer aux élèves de comparer par exemple la carte des densités de population avec celle du réseau hydrographique et de rechercher parallèlement les relations entre ce réseau et la distribution des villes. Un autre exercice intéressant est de rechercher la logique de localisation des centrales électriques thermiques et nucléaires qu'il est facile de corréliser à celle des cours d'eau.

L'impact des réseaux autoroutiers peut aussi être facilement mise en évidence en s'attachant dans une agglomération à la localisation des parcs industriels ou de la grande distribution (centres commerciaux, hypermarchés, grandes surfaces spécialisées ...).

3.4. Découvrir l'organisation d'un territoire à partir de l'analyse d'un réseau de transport

L'idée est ici de commencer à découvrir un pays ou une région en partant de la carte des réseaux de transport. L'exercice est pertinent à différentes échelles : des grands pays avec d'importants contrastes spatiaux comme la Chine, le Brésil ou la Russie, des pays moins étendus comme la France et l'Allemagne, des agglomérations urbaines.

Sur base d'une carte du réseau ferré ou autoroutier, des principaux noeuds ferrés ou autoroutiers, de la localisation des aéroports, il est souvent possible de découvrir des contrastes régionaux, des structures spatiales différentes, une certaine hiérarchie des lieux, des contraintes physiques.

3.5. Analyser un réseau de transport grâce à la théorie des graphes

Dans le cas d'un réseau de transport, l'analyse peut aller plus loin encore en transformant le réseau en graphe. Rappelons (E. Mérenne, 2008, pp. 28 et 30 et Géoconfluences) que tout réseau de transport (par exemple, un métro) peut être assimilé à un graphe topologique, c'est-à-dire un ensemble de points (noeuds ou sommets) reliés entre eux ou non par des liens orientés ou non (arcs ou arêtes). Un graphe conserve ainsi la position relative et les liens entre les points, lignes et surfaces initiales mais pas les distances.

L'étude du graphe d'un réseau permet d'en déterminer les caractéristiques topologiques à partir de paramètres tels que le nombre de noeuds (N), de liens (L) et de circuits ou chemins fermés (un circuit fondamental étant un circuit qui ne peut en contenir d'autres).

Un graphe est dit complet lorsque deux sommets quelconques et distincts sont reliés par une et une seule arête. Il est dit connexe si l'on peut relier deux sommets quelconques du graphe par une suite continue d'arêtes : ainsi, la connexité indique la possibilité de se rendre de chaque point du réseau à tous les autres par une série de liens. Enfin, la connectivité reflète la complexité d'un réseau lorsqu'il offre plusieurs choix pour aller d'un point à un autre.

Les **indices de connectivité** permettent d'évaluer les possibilités alternatives d'atteindre les divers sommets d'un réseau. Ils facilitent les comparaisons entre les réseaux et donnent une idée du degré d'achèvement d'un réseau ou des possibilités qui demeurent pour l'étoffer.

Plusieurs indices peuvent être proposés parmi lesquels :

- l'indice g (gamma) qui exprime le rapport entre le nombre de liens observés et le nombre maximal de liens possibles. Dans le cas d'un graphe planaire, le nombre maximal de liens est égal à $3(N-2)$, ce qui donne la formule suivante : $g \text{ (gamma)} = L / [3(N-2)]$; cet indice varie de 0 à 1 ;
- l'indice a (alpha) qui exprime le rapport entre le nombre observé de circuits indépendants et sa valeur maximale. Dans le cas d'un graphe planaire, le nombre maximal de circuits est égal à $(2N-5)$, ce qui donne la formule suivante : $a = (L-N+1) / (2N-5)$.

Plusieurs autres indices prennent en compte la surface du territoire (S), la longueur du réseau (l) et le trafic (T) calculé d'après le tonnage de marchandises ou le nombre de passagers. La densité du réseau est calculée classiquement par la formule l/S ou par le rapport N/S .

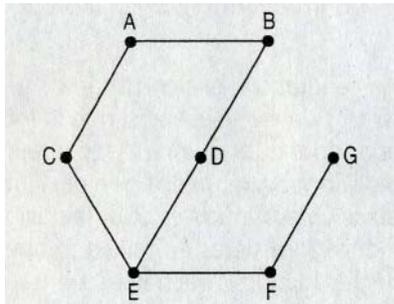
L'indice e (êta) = l/L donne la longueur moyenne des liens (par exemple, de diverses lignes d'une compagnie aérienne) tandis que l'indice i (iota) = T/l exprime le nombre moyen d'unités de trafic (voyageurs ou tonnes de marchandises) transportées par km.

Les indicateurs locaux de position permettent de mesurer la centralité ou l'accessibilité des différents sommets à l'intérieur d'un graphe. Le calcul implique la construction d'une matrice de distances du plus court chemin à l'intérieur du graphe ce qui permet notamment d'étudier l'accessibilité de différents points dans un réseau et de rechercher le point le plus accessible pour y localiser par exemple un équipement comme une école maternelle ou primaire, un service d'incendie ou encore un supermarché.

On trouvera dans le dossier « Mobilités, flux et transports : savoir-faire » de Géoconfluences un exemple de comparaison de réseaux de métro sur base des indices de connectivité.

Pour initier à la recherche du point le plus accessible dans un réseau, nous proposons l'exercice ci-dessous qui fait appel à l'indice de Shimbél, indice égal au nombre d'arêtes qu'il faut, à partir d'un sommet donné, pour rejoindre tous les autres sommets du réseau par le plus court chemin (en fait l'indice est tout simplement le total de chaque ligne) ; le sommet le plus accessible est celui qui a l'indice le plus faible. Dans l'exemple, il s'agit du sommet E. Notons que pour affiner l'analyse, on peut attribuer à chaque arête une longueur réelle (par exemple en kilomètres ou en mètres) ou un temps (en minutes ou en heures). On peut aussi prendre en compte des sens uniques et transformer le graphe en graphe directif.

Exercice : recherche du point le plus accessible dans un réseau



	A	B	C	D	E	F	G	Total
A		1	1	2	2	3	4	13
B	1		2	1	2	3	4	13
C	1	2		2	1	2	3	11
D	2	1	2		1	2	3	11
E	2	2	1	1		1	2	9
F	3	3	2	2	1		1	12
G	4	4	3	3	2	1		17

Source : E. Mérenne, 2008, p. 32.

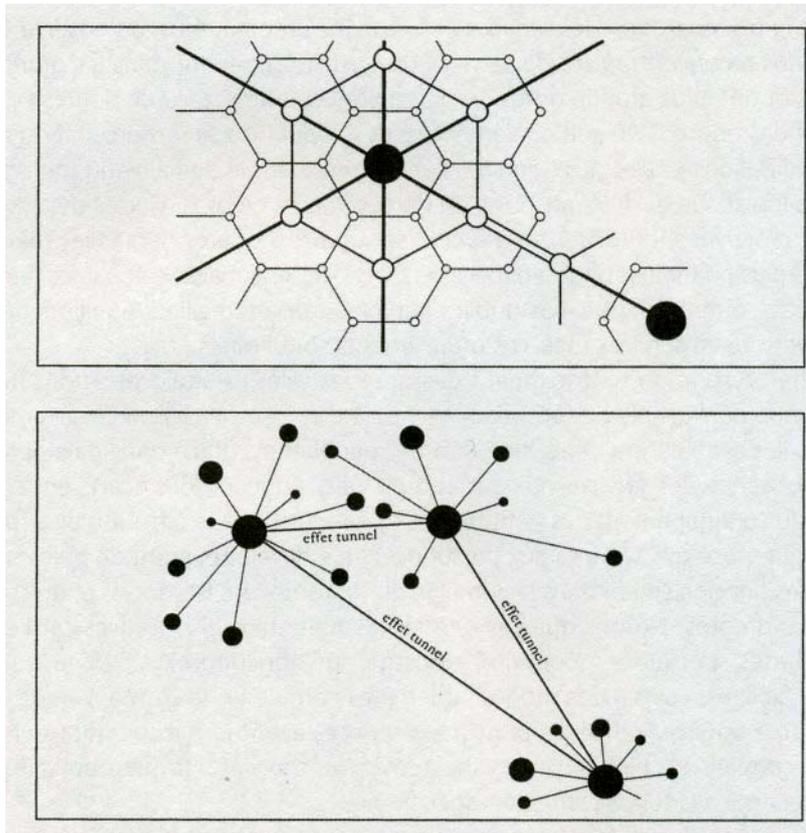
4. Vers une société de réseaux ?

Beaucoup d'auteurs défendent l'idée que le Monde est entré dans une société de réseaux et ce suite à trois phénomènes majeurs : la dématérialisation de la vie économique et sociale suite à la montée en puissance des NTIC, l'instantanéité permise par la vitesse de transmission des informations et la mondialisation.

Ce processus aurait **trois conséquences spatiales principales** : - la reconcentration des activités de commandement et d'innovation et des populations les mieux formées et les plus riches sur les pôles majeurs (processus de métropolisation), - des concurrences accrues entre les espaces pour capter les flux et la richesse et, - par voie de conséquence, la dualisation des territoires et des hommes (fracture numérique et culturelle) souvent liée aux inégalités en termes de moyens financiers. Le Monde fonctionnerait ainsi de plus en plus sur un modèle dit en *hubs and spokes* (moyeux et rayons) très lié aux flux de biens, de personnes et d'informations. Les

grandes villes y sont des hubs ou noeuds fermés secrétant automatiquement de larges zones d'exclusion, seulement traversées par les flux principaux (effet tunnel), tout en étant incapables de les capter ; en outre, les autres villes ne sont connectées qu'à la ville principale. Ce modèle en *hubs and spokes* s'est ainsi substitué au réseau hiérarchisé de villes et de zones d'influence mis en évidence par W. Christaller (voir document ci-dessous). Ce modèle urbain se retrouve aussi au niveau de certaines organisations d'entreprises : de grandes firmes en lien les unes avec les autres et de petites firmes satellites des grandes.

Du réseau de Christaller au réseau en *hubs and spokes*



Source : P. De Roo, « La métropolité », A. Salley (dir.), *Les villes, lieux d'Europe*, La Tour d'Aigues, Data/Éditions de l'Aube, 1993, p. 14.

Bibliographie

Ouvrages et articles

Brunet R., Ferras R. et Théry H., 2009, *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Montpellier-Paris, Reclus-La Documentation Française.

Mérenne E., 2008, *Géographie des transports*, Rennes, PUR, Didact Géographie.

Mérenne-Schoumaker B., 2003, *Analyser les territoires : savoirs et outils*, GEO, 47, 2000.

Mérenne-Schoumaker B., 2005, *Didactique de la géographie. Organiser les apprentissages*, Bruxelles, De Boeck, Coll. Action.

Pierret C., 2005, *Pour une société de réseaux solidaire*, Actes du FIG (http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/pierret/article.htm)

Sites

Académie de Rennes, *Le réseau : définition, structures et formes* :
http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/hist_geo/ResPeda/reseaux/structureseau.htm

Cartothèque de la Documentation Française : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartotheque/>

Géoconfluences, *Mobilités, flux et transports, Savoir-faire*, 2004 : <http://geoconfluences.ens-lsh.fr/doc/transv/Mobil/MobilFaire.htm>

Festival international de Géographie de Saint-Dié, 2005, *Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles* : http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/index.htm

INSEE, *Atlas transfrontalier*, Tome 8, 2009 : http://www.insee.fr/fr/regions/nord-pas-de-calais/default.asp?page=themes/ouvrages/atlas/08_04_reseaux_ports_fluviaux.htm

Ministère de la Région wallonne :
http://environnement.wallonie.be/directive_eau/cartes/dme_ca/me_1_1_1_2.jpg

Sciences Po : cartographie <http://cartographie.sciences-po.fr/>