

Les méthodes de mesure et de représentation de l'accessibilité dans les méthodes d'évaluation des projets de transport interurbains et périurbains de voyageurs: méthode, indicateurs, applications et limites de la contactabilité.

Alain L'Hostis, Thomas Leysens

▶ **To cite this version:**

Alain L'Hostis, Thomas Leysens. Les méthodes de mesure et de représentation de l'accessibilité dans les méthodes d'évaluation des projets de transport interurbains et périurbains de voyageurs: méthode, indicateurs, applications et limites de la contactabilité.. 2012. hal-00734212

HAL Id: hal-00734212
https://hal.science/hal-00734212

Submitted on 21 Sep 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les méthodes de mesure et de représentation de l'accessibilité dans les méthodes d'évaluation des projets de transport interurbains et périurbains de voyageurs

(Rapport final)

Table des matières

I) Informations concernant la convention 4
II) Déroulement des travaux 5
2.1) Synthèse 5
2.2) Préambule : transport, urbanisation, durabilité 5
2.3) Approche « classique » de l'accessibilité 9
2.3.1) L'accessibilité : définitions, indicateurs classiques 9
2.3.1.1) L'accessibilité dans les projets PREDIT 12
2.3.1.2) L'accessibilité dans le contexte d'ESPON 14
2.3.2) L'accessibilité dans les directives du ministère 18
2.4) Les apports de la Time-Geography et les indicateurs de contactabilité 20
2.4.1) Le cadre de la Time-Geography 20
2.4.1.1) Accessibilité et activités 22
2.4.2) Time-Geography et approches nouvelles 26
2.4.2.1) Une piste d'analyse : les liens faibles 26
2.4.2.2) Etat de l'art sur voyages d'affaire et travailleurs mobiles 27
2.4.3) La contactabilité 28
2.4.3.1) L'article fondateur : Törnqvist (1973), l'échelle nationale 28
2.4.3.2) L'article de référence : Erlandsson (1979), l'échelle internationale 30
2.4.3.3) Une approche sur un espace régional 33
2.4.3.4) Les travaux dans le cadre du programme ESPON 34
2.4.3.5) Les paramètres de la contactabilité : caractériser le champ d'application 36
2.5) Usages de la contactabilité : méthode, indicateurs, applications, limites 37
2.5.1) Préambule méthodologique : modélisation horaire et accessibilité 37
2.5.2) Définitions et usages des indicateurs de la contactabilité : 44
2.5.2.1) Émission/réception 44
2.5.2.2) Intérêt des indicateurs pour l'analyse territoriale et des projets de transports 46
2.5.3) Extension du champ d'application : les nuitées et les week-end 48
2.5.4) Un test d'utilisation : évaluation d'un projet de LGV 49

2.5.3.1) Modélisation de l'offre future : simulation d'une grille horaire 49
2.5.3.2) Méthode 49
2.5.3.3) Principes de modélisation du réseau 56
2.5.3.4) Moyens nécessaires (temps, compétences, logiciel, …) 57
2.5.3.4) Tests et résultats 59
2.5.3.6) Calculs des chemins minimaux horaires (Musliw) et élaboration de l'indicateur de contactabilité 60
2.5.3.7) Exemple de représentation cartographique 61
2.5.3.8) Analyse des gains de contactabilité 63
2.5.3.9) Moyens nécessaires (analyse des résultats, mise en forme pour communication, compétences, …) 64
2.5.3.10) Vers une prise en compte dans le calcul économique 64
III) Difficultés rencontrées et identifiées 70
3.1) Se procurer les sources 70
3.2) Modélisation : l'enjeu de l'intermodalité 70
IV) Valorisation du projet 70
Table des figures 71
Bibliographie 73
Annexes 76
Annexe 1 : Méthode de traitement des temps de parcours MapNod sous Excel 76
Annexe 2 : Note méthodologique : Instructions MySQL pour l'indicateur de contactabilité 81
#Préparation du calcul : La matrice des requêtes de Musliw 81
#Bases mysql 81
#Intégration des résultats de Musliw dans la base de données MySQL 81
#Création tables des sorties Musliw 81
#Insertion des fichiers de sortie de Musliw 82
Mise en forme des résultats de Musliw 82
#Les noms des gares et aéroports 82
#Les coordonnées 83
#Les conurbations et les modes 83
#Codage des mode avec la longueur des chemins sortis de Musliw 84
#Nettoyage des tables 85
#Construction de l'indicateur de contactabilité 86
#La table des Allers-Retours 86
#Le JOIN mettant les allers en correspondance avec les retours: 87

#Les AR valides 87
#Les valides les plus rapides par mode 88
#Isole les AR doubles meilleurs par mode 88
#La table des meilleures combinaisons modales parmi les AR réciproques (inner pour seulement les concordances complètes) 89
#une étape pour enlever des doublons 89
#Les Allers-retours simples (unidirectionnel) 89
#Une étape pour enlever des doublons 90
#Les AR doubles et simples ensemble 90
#Pour les sorties cartographiques : les instructions MapInfo 90
#Pour les camemberts dans la table 91

I) Informations concernant la convention

Titre : Les méthodes de mesure et de représentation de l'accessibilité dans les méthodes d'évaluation des projets de transport interurbains et périurbains de voyageurs

L'Hostis, Alain

Leysens, Thomas

Université Paris-Est, LVMT

(UMR Ecole des Ponts ParisTech - IFSTTAR - Université Paris-Est Marne la Vallée), IFSTTAR, 6-8 avenue Blaise-Pascal, F-77455 Marne la Vallée, France

Convention notifiée le 8 décembre 2010

Date de démarrage effectif de l'action 15 décembre 2010

Date prévue de fin de l'action le 15 décembre 2011

II) Déroulement des travaux

2.1) Synthèse

Dans un contexte de réduction de la consommation d'espace et de la volonté de développer un urbanisme plus durable, il semble pertinent de s'interroger sur les conditions d'accès aux différentes ressources. Il s'agit de savoir de quelle manière il est possible de satisfaire l'objectif d'**accessibilité aux ressources** et selon quels principes, moyens et formes. Il convient donc de s'interroger sur les théories et méthodes de mesure de l'accessibilité afin de déterminer dans quelle mesure il est possible de compléter les approches actuelles (notamment dans les directives du ministère). Nous avons décidé d'étudier le transport de voyageurs et plus précisément les possibilités de contact dans le cadre d'aller/retour dans la journée. Nous avons pour ce faire mobilisé les concepts de la Time-Geography et de la contactabilité au travers des travaux de l'Ecole de Géographie de Lund, ainsi que les travaux menés dans le cadre d'ESPON. Ces études nous ont permis d'adapter et de tester les indicateurs de contactabilité et de mettre en évidence leur intérêt dans la mesure de l'accessibilité et plus largement pour l'évaluation des projets de transport. Ces indicateurs peuvent d'ailleurs être intégrés dans les calculs économiques et représentent des pistes de recherche intéressantes pour une meilleure évaluation de la VAN (Valeur actuelle nette).

2.2) Préambule : transport, urbanisation, durabilité

9 % du territoire français seulement sont urbanisés[1] mais la progression de l'artificialisation est rapide : *« En 10 ans, la consommation d'espace par l'urbanisation équivaut à la surface d'un département français. Cette progression se fait en majorité aux dépens de terres agricoles.* »[2]

De plus, *« Dans les décennies antérieures, les villes centre et les espaces ruraux ont perdu des habitants au profit de la croissance des espaces périurbains. Depuis les années 2000, cette tendance s'est rééquilibrée. Les espaces centraux et ruraux connaissent à nouveau une croissance positive. Les espaces périurbains restent cependant les plus dynamiques.* »[3]

« Depuis 25 ans, cet espace [l'espace périurbain] a gagné plus de 3 millions d'habitants alors que les pôles urbains (5 fois plus peuplés en début de période) n'en ont gagné que 2,5 millions »[4]. Cette extension urbaine est à relativiser, selon F. Potier (2007), car, sur la fin de la période étudiée (1962-1999), les villes centres gagnent à nouveau des habitants et les banlieues et communes périurbaines en gagnent moins. Néanmoins, le processus d'étalement urbain continue, même s'il semble ralentir.

L'urbain se « répand » telle une tâche d'encre sur les territoires agricoles et les espaces naturels et vient « imprimer » le territoire de manière parfois indélébile (comme lorsque les sols sont imperméabilisés de manière excessive). La ville se déverse sur les espaces environnants, donnant naissance à une urbanisation diffuse et à un étalement urbain non

---

1 J. C Castel, *La densité urbaine : savoirs et débats* (Certu, avril 2010).

2 Ibid., p.1.

3 Ibid.

4 F. Potier, « Le périurbain: quelle connaissance? Quelles approches? Espaces sous influence urbaine: analyse bibliographique » (2007): p.19.

maîtrisé, autorisé par la voiture (on entend par là la vitesse de la voiture et le fait que les politiques publiques ont longtemps encouragé le développement du périurbain[5]).

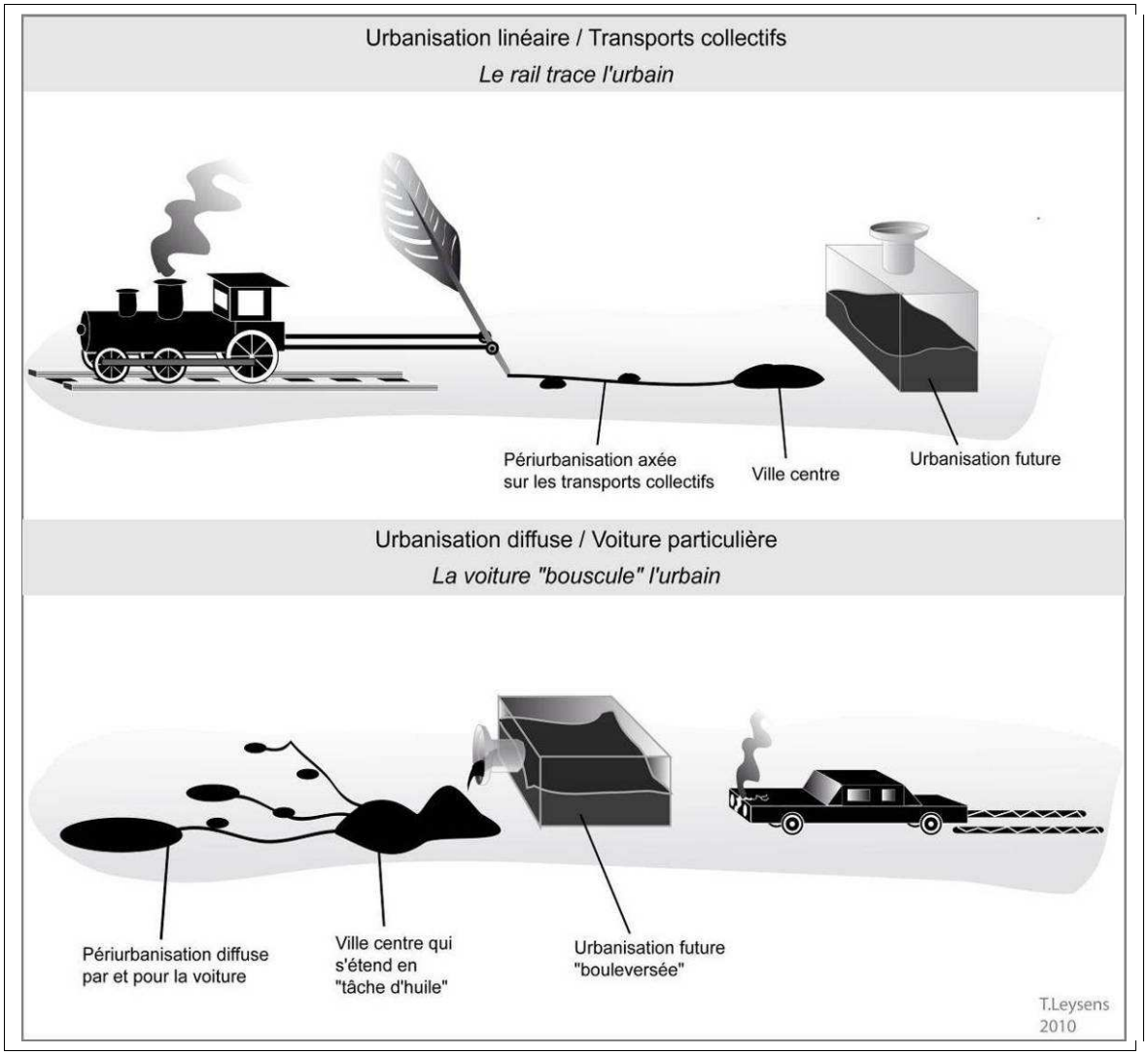


Figure 1 Le périurbain : transports collectifs versus voiture. Source: T. Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail » (Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2011).

L'extension urbaine fut d'abord permise par les transports en commun ; par les trains et tramways qui ont structuré les villes de l'époque industrielle. C'était un étalement relativement concentré autour de communes dotées de gares (d'où l'intérêt de terrains en friches à proximité des gares et nœuds de transports collectifs aujourd'hui).

A partir des années 1960, le développement de l'automobile va changer la dimension et la forme de l'étalement urbain. Il est diffus et non plus linéaire et structuré. L'urbain devient aréolaire pour reprendre le terme de F. Beaucire (2000). Alors que les transports en commun structuraient l'urbain en produisant une périurbanisation linéaire, la voiture vient bouleverser l'urbanisation et permet l'étalement urbain. La voiture a favorisé un étalement urbain et une urbanisation peu dense ainsi qu'une séparation et dispersion des activités (habitats, commerces, travail, loisirs, …). Cette dispersion augmente les besoins de mobilité auxquels

[5] M. Wiel, *La Transition urbaine* (Sprimont: Mardaga, 1999).

seule la voiture peut répondre, comme l'a démontré G. Dupuy dans « La dépendance automobile »[6]. Lorsque l'urbanisation suivait les axes de transports collectifs, l'urbain était un trait plus ou moins épais (les nœuds du réseau favorisant des discontinuités), tel un trait d'encre, alors qu'avec la diffusion importante de la voiture, l'urbain prend la forme d'une tâche d'encre centrale dont les trop nombreuses éclaboussures envahissent les espaces agricoles et naturels, comme l'illustre la figure ci-avant.

L'urbanisation diffuse pose aujourd'hui problème (consommation excessive de l'espace, coûts des infrastructures et services à déployer, …) et la ville par et pour la voiture est « en panne ». Il ne s'agit donc pas simplement d'une question environnementale, c'est aussi une question sociétale : réorganiser l'urbain et agir sur l'urbanisation afin d'améliorer la qualité de vie des habitants.

Il apparaît important d'agir à la fois sur l'urbanisation et les transports afin de réduire la dépendance automobile, l'étalement urbain et la consommation de l'espace. Un urbanisme plus durable demande une organisation polycentrique, un espace urbain plus compact (une certaine densification) organisé autour des transports collectifs et en favorisant les modes doux. Les outils réglementaires et juridiques existants (SCOT, PDU, Grenelle de l'environnement) donnent certaines possibilités aux autorités publiques pour favoriser un tel développement urbain durable.

---

6 G. Dupuy, *La dépendance automobile* (Economica, 1999).

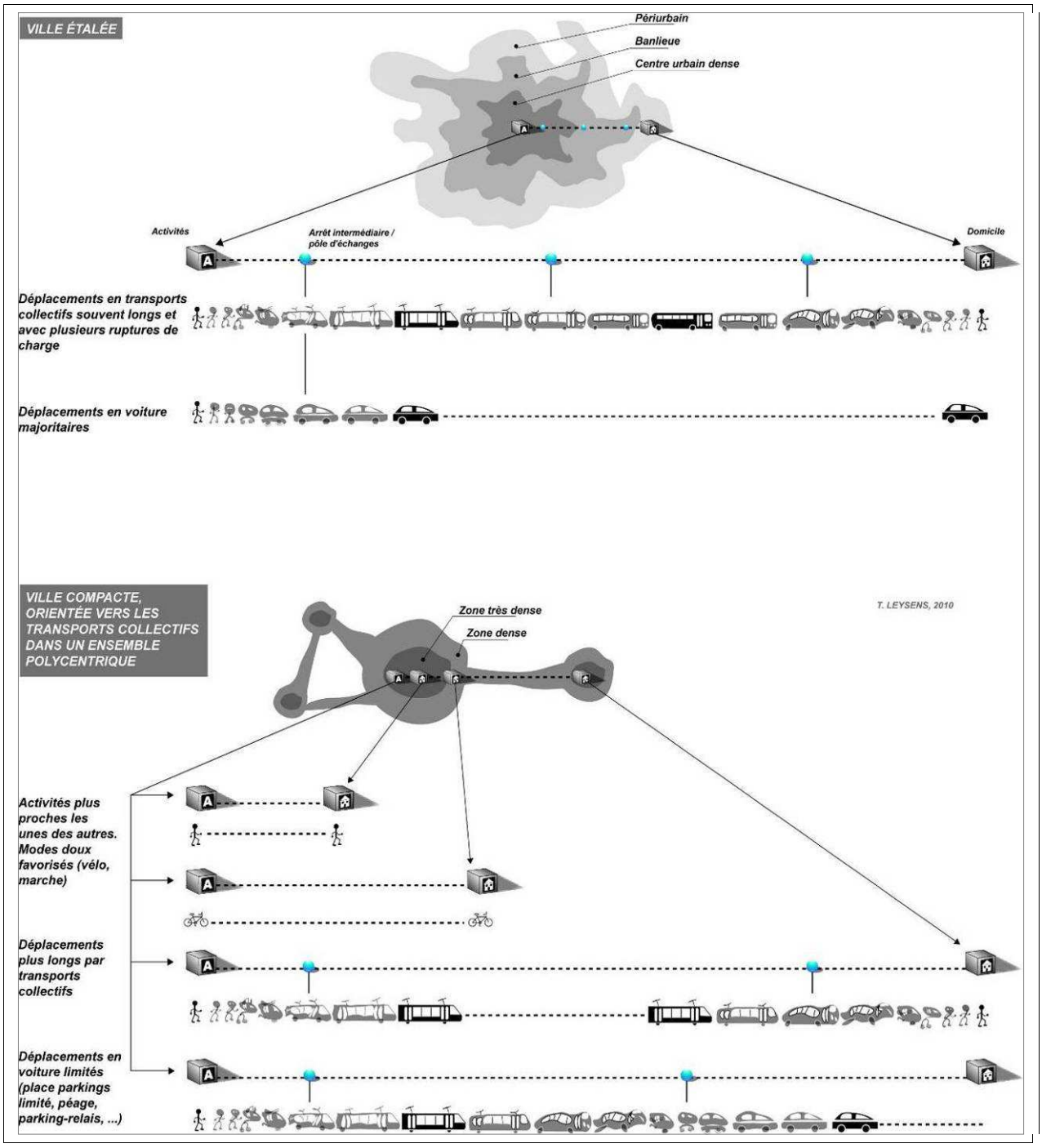


Figure 2 Formes urbaines et transports : déplacement activité/domicile. Source : Ibid.

Il s'agit de savoir de quelle manière il est possible de satisfaire l'objectif d'**accessibilité aux ressources** et selon quels principes, moyens et formes[7].

[7] J. M Spill, « J.-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports » (2008).

2.3) Approche « classique » de l'accessibilité

2.3.1) L'accessibilité : définitions, indicateurs classiques

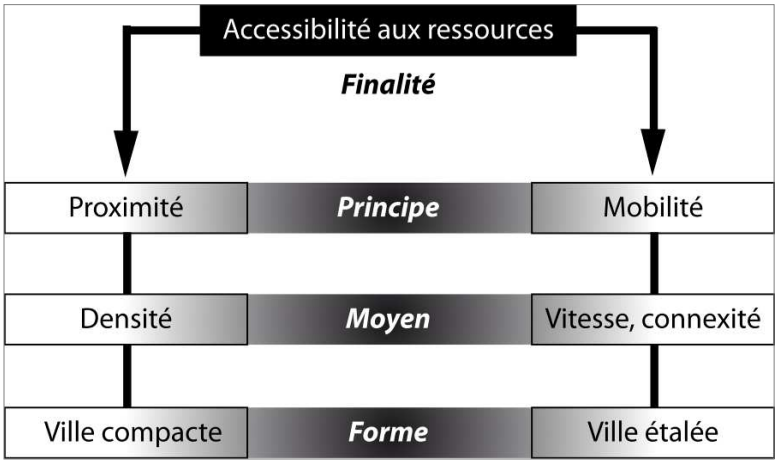
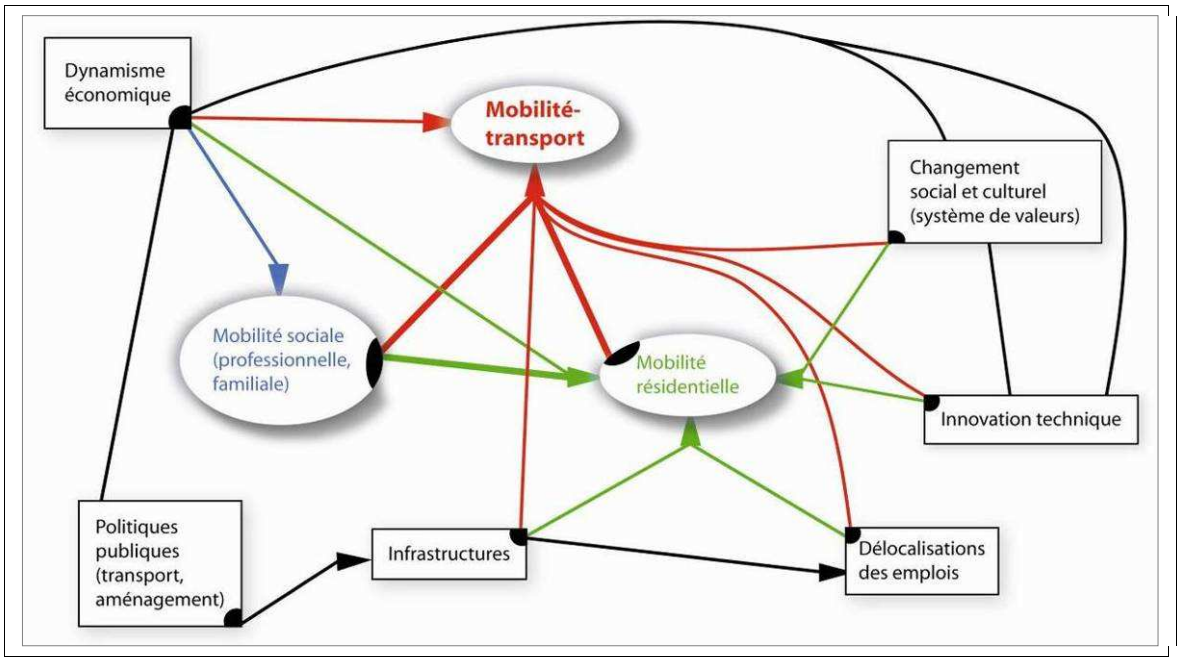


Figure 3 *Accessibilité aux ressources. Source: schéma de J-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports, 2005. Retravaillé graphiquement.*

Un des objectifs des politiques de transport peut être de satisfaire les besoins de mobilité du plus grand nombre afin d'accompagner de façon efficace le développement économique des territoires les plus dynamiques. Cet objectif ne peut être atteint que par l'adaptation du système de transport aux exigences de mobilités et d'organisation des échanges (intermodalité, juste-à-temps, …) afin d'améliorer la compétitivité des territoires. A l'inverse, un autre objectif demandé aux politiques de transports peut être d'assurer la couverture la plus complète possible du territoire, ceci afin de limiter au maximum les disparités et de permettre ainsi aux secteurs géographiques défavorisés de rattraper leur retard de développement. « *En augmentant les vitesses de transport, l'homme, de plus en plus mobile, a accru les différentiels entre territoires facilement et difficilement accessibles. Il est du ressort de l'aménagement du territoire de maîtriser ces différentiels* »[8].



[8] Ibid.

Figure 4 Représentation schématique du système des mobilités (schéma basé sur le schéma de J-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports, 2005)

Ces différentiels s'accompagnent de facteurs d'inégalité face à l'accessibilité (qui peut se définir comme la plus ou moins grande facilité avec laquelle on peut atteindre un lieu en vue d'y effectuer une activité[9]) que sont :

- la possession d'une voiture particulière (ou accès à un véhicule motorisé individuel[10]) ;
- l'absence d'un réseau de transport en commun ou le maillage faible de celui-ci ;
- l'inadéquation entre les services proposés et l'accessibilité désirée (fréquence faibles, service quasi-inexistant à certaines heures, mauvaise interconnexion, entre autres, rendant inaccessibles des lieux à certains moments de la journée).

L'inégalité face à l'accessibilité provient aussi de la différence entre le réseau idéal et le réseau contraint[11]. La notion de réseau repose avant tout sur une « *hétérogénéité fondamentale, dans le temps et dans l'espace* »[12] car les nœuds constituant le réseau sont divers au niveau des entités dont ils relèvent et des pouvoirs qui s'y exercent. « *Le point n'étant pas une abstraction mais, selon C. Raffestin, l'expression d'un ego individuel ou collectif, c'est-à-dire le lieu d'où un acteur pense son action, il peut devenir l'origine d'une volonté individuelle ou collective de relation, de liaison potentielle avec un autre point (c'est-à-dire un autre acteur). C'est ce qu'on appellera le projet de transaction ou projet transactionnel* »[13].

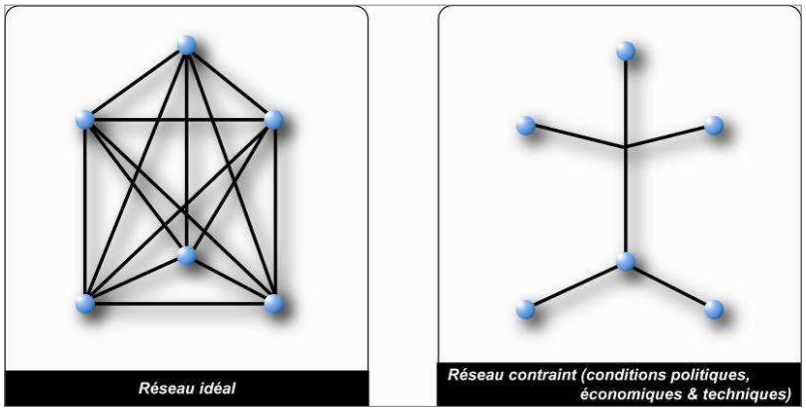


Figure 5 Réseau idéal et réseau contraint. Source: Dupuy, 1991. Réalisation: Leysens, 2009

L'ensemble des projets transactionnels est appelé, par G. Dupuy, *« le réseau de projet transactionnel (RPT)* »[14]. Ce réseau est pensé tout d'abord, au niveau individuel, comme un réseau virtuel qui approcherait la perfection. Ce réseau idéal ne tient pas compte des obstacles spatio-temporels, techniques ou financiers, il se définit comme un réseau parfait à un moment donné pour réaliser un projet transactionnel précis. Il est donc variable selon les besoins du moment.

Ce réseau virtuel n'est cependant pas dénué de toutes contraintes ; d'autres formes de territorialités (sociales, historiques, institutionnelles) viennent atténuer les potentialités d'un RPT absolument idéal. On crée un réseau réel en réalisant un compromis entre réseau virtuel et idéal et réseau contraint par des conditions économiques et techniques.

---

9 Ibid.
10 Deux-roues motorisés, autopartage comme le système Lilas à Lille, covoiturage
11 Gabriel Dupuy, *L'urbanisme des réseaux* (Armand Colin, 1992).
12 Ibid., p.108.
13 Ibid.
14 Dupuy, *L'urbanisme des réseaux*.

Un réseau réel, comme le nomme G. Dupuy[15], peut évoluer, mais toujours sous contrainte. Il évoluera si des acteurs relativement puissants l'exigent, d'où l'idée qu'un réseau est le reflet du pouvoir exercé par les différents acteurs dominants sur un espace donné (théorie notamment développée par C. Raffestin[16]). Les différences entre réseau virtuel et réseau réel donnent naissance à des tensions, qui peuvent participer à l'évolution du réseau contraint.

Néanmoins, les différentiels d'accessibilité sont amenés à perdurer : « La principale contrainte inhérente à la conception égalitaire de l'espace et donc au désenclavement tient dans l'impossibilité d'homogénéiser les niveaux d'accessibilité des différents lieux qui composent le territoire. Le seul fait d'être localisé dans l'espace géographique suffit pour induire une hétérogénéité relativement à la position des autres lieux. Résorber les effets du positionnement géographique sur l'accessibilité d'un territoire impliquerait de privilégier la périphérie au détriment des espaces centraux lors du choix des investissements d'infrastructures, ce qui n'est guère envisageable. En outre, en déformant l'espace-temps dans certaines directions privilégiées, les réseaux structurants tendent à renforcer l'hétérogénéité. Il faut donc admettre l'existence et la persistance de différentiels d'accessibilité entre les lieux.»[17]. Au-delà des différentiels d'accessibilité, l'accessibilité est contrainte par les modes, horaires et itinéraires.

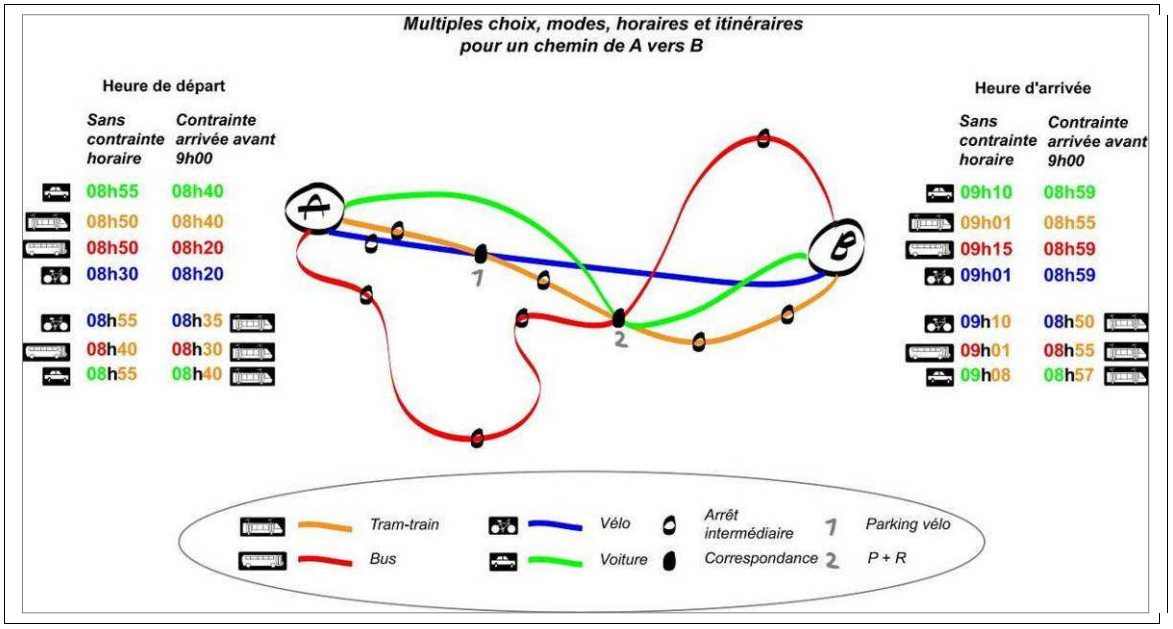


Figure 6 Multiples choix, modes, horaires et itinéraires pour un chemin de A vers B. Réalisation: Leysens Thomas, 2010Ibid., basé sur un schéma d'A. Conesa, 2010[18]

Comme la figure ci-dessus le montre, il existe plusieurs possibilités en termes d'horaires, d'itinéraires et de modes pour effectuer un trajet d'un point A à un point B. On peut emprunter un seul mode si on souhaite éviter les ruptures de charge ou préférer user des correspondances possibles pour gagner du temps. On peut également préférer la voiture aux

15 Ibid.

16 C. Raffestin, « Pour une géographie du pouvoir », *Litec* (1980).

17 Spill, « J.-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports », p.44–45.

18 A. Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur » (Université des sciences et technologies de Lille-Lille I, 2010).

transports collectifs ou combiner les deux afin d'éviter le trafic en centre urbain et la recherche chronophage d'une place de parking.

Un déplacement peut être contraint par une heure d'arrivée ou une heure de départ, entre autres. Or ces contraintes peuvent modifier fortement le déplacement en termes de modes empruntés et de distance-temps. Une contrainte sur l'heure d'arrivée (un individu doit arriver à un lieu précis à 9h00 par exemple) détermine l'heure de départ et peut avoir des conséquences sur les modes empruntés ou les correspondances. Si, par exemple, l'heure d'arrivée n'est plus une contrainte[19], une arrivée à 9h10 au lieu de 9h00 peut permettre de gagner du temps en voiture (15 mn au lieu de 19 mn) car un départ plus tardif permet d'éviter la congestion. En transport en commun et à vélo, si la contrainte d'arrivée change, il est possible de prévoir un départ plus tardif donnant plus de latitude, d'éviter le trafic et ainsi de réduire le temps de parcours, de bénéficier d'une offre de transports en commun plus efficace (ligne plus rapide, correspondances plus importantes, …). De multiples contraintes influent donc sur le choix du mode de déplacement (transport individuel motorisé, transport collectif, modes doux) :

- la distance à parcourir ;
- les modes à disposition ;
- le choix de l'individu (préférences, véhicule personnel à sa disposition, connaissance des réseaux, …) ;
- la vitesse ;
- le coût.

Il s'agit donc de la qualité d'accessibilité qu'offre chaque combinaison mode/chemin/contraintes d'horaire. L'accessibilité est un enjeu fondamental des politiques d'aménagement car elle influe sur l'organisation et la dynamique des territoires et donc sur la localisation des activités et des hommes.

2.3.1.1) L'accessibilité dans les projets PREDIT

L'accessibilité est traitée de diverses manières dans les nombreux rapports PREDIT qui l'abordent. Elle est également mesurée de plusieurs façons qui peuvent se compléter.

Nous nous sommes intéressés aux mesures de l'accessibilité concernant le transport de voyageurs.

Les outils développés dans le cadre des projets PREDIT visent à aider les acteurs de l'aménagement dans les processus d'urbanisation et la mesure de l'accessibilité afin de favoriser le développement des transports collectifs, la protection de l'environnement, donc plus généralement un développement urbain durable.

L'accessibilité a pu être étudiée au travers de l'efficience commerciale[20] en établissant notamment des indicateurs concernant la fréquence, l'amplitude horaire et les correspondances. Il est question de mesurer la performance des réseaux pour savoir si les transports collectifs remplissent leur rôle d'accès à la ville, d'amélioration de l'environnement, de décongestionnement des centres urbains et de revalorisation des espaces

---

[19] 9h00 a été choisie comme heure de contrainte d'arrivée, car on peut estimer que c'est une heure à laquelle un grand nombre des personnes arrive au travail),

[20] B. Faivre D'Arcier, « Aide à la décision pour les politiques de mobilité : recherche et besoins des collectivitésMesure de la performance des lignes de transport public urbain - Projet APEROL », mai 2011.

centraux. Le projet visait aussi à mesurer l'attractivité d'une ligne sur une population cible et de mesurer la contribution d'une ligne de transport collectif à la réduction de la congestion. Il s'agit de calculs économiques qui ne renseignent pas sur l'accessibilité horaire et qui peuvent venir compléter les indicateurs d'accessibilité à l'échelle urbaine.

On trouve aussi des recherches visant à améliorer la coopération comme le projet Outils Collaboratif Accessibilité - Outils pour la mesure et la visualisation de l'accessibilité : une plateforme collaborative. Ce projet vise à aider les collectivités territoriales à déterminer les priorités en matière d'accessibilité des territoires. « *La question du temps ne doit en effet pas être abordée pour elle même, en s'intéressant à l'accessibilité aux emplois, aux logements, aux commerces et aux autres aménités urbaines, on aide le décideur public et privé à passer d'un raisonnement fondé sur la vitesse à une stratégie s'intéressant à l'espace et à sa dimension collective.* »[21]

Des outils collaboratifs passent par l'utilisation des fractales pour développer des outils d'aide à la décision concernant l'urbanisation (respecter l'environnement, garantir une certaine accessibilité aux aménités, …) : projet MUP-city (suivi par le projet « MES-ViMoD » ; Modéliser et Evaluer des Scénarios pour des Villes et des Mobilités Durables)[22].

La modélisation transports/urbanisme a également été abordée dans le cadre de projets PREDIT, notamment au travers des outils Simaurif, Simbad, entre autres. L'accessibilité a été étudiée au travers des outils tels Mosart pour le transport de voyageurs et par l'outil Freturb pour la logistique urbaine. Ces projets ne sont que quelques exemples des outils développés récemment. Ils permettent d'appréhender différents aspects de l'accessibilité et ses liens avec l'espace urbain, de l'offre en transports urbains et la mobilité des individus dans l'espace et dans le temps (projet Miro)[23]. Une solution envisageable sur le très long terme serait, selon le principe de la ville cohérente[24], de déplacer une partie de la population pour éviter des trajets domicile-travail chronophages. Le prisme d'activité (que nous verrons par la suite) ne peut être « écrasé » par le temps de déplacements de manière continuelle. Le temps à destination atteint une certaine limite de contraction[25].

M-H. Massot et E. Korsu[26] considèrent « *que la mise en cohérence des bassins d'habitat et d'emplois des ménages dont au moins un actif est occupé et qui admettent de longues distances au travail pourrait porter des réductions des trafics automobiles de l'ordre de 8 % du trafic automobile francilien* », « *Mais pour atteindre ce résultat, il faudrait déplacer 768 000 ménages qui résident à plus de 30 minutes de leur lieu de résidence.* »[27]
Ces modèles sont complétés, pour la mesure de l'accessibilité en transports (et donc l'accès aux activités, par des projets tels que le projet Miro et sa suite Miro2. Ils visent à développer un simulateur multi-agents des individus se déplaçant dans l'espace et le temps pour effectuer

---

[21] A. Bonnafous, « Outils Collaboratif Accessibilité - Outils pour la mesure et la visualisation de l'accessibilité :une plateforme collaborative » (PREDIT, s. d.), http://www.predit.prd.fr/predit4/homePage.fo.
[22] Source : http://www.predit.prd.fr/predit4/homePage.fo
[23] J-P. Antoni, « Aide à la décision pour les politiques de mobilité. La modélisation transport/urbanisme », mai 2011.
[24] E. Korsu, M. H Massot, et J. P Orfeuil, *Ville cohérente : débat entre ville compacte et étalée, Rapport intermédiaire*, (PREDIT / ADEME, avril 2008).
[25] D'où l'importance des correspondances (réduire le temps d'interconnexion) et de minimiser les ruptures de charge.
[26] E. Korsu et M.-H. Massot, « Mise en cohérence des bassins d'habitat et des bassins d'emploi en Ile-de-France: les enjeux pour la régulation de l'usage de la voiture », dans *XL Colloque de l'ASRDLF*, 2004.
[27] M. Appert, « Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres », 2005, p.360.

diverses activités en fonction de leurs emplois du temps et à le tester sur deux agglomérations (Dijon et Grenoble). Il est question d'étudier l'influence des comportements individuels sur le fonctionnement de la ville et les modifications des comportements suite à la mise en place de différentes politiques publiques[28]. Nous reviendrons sur ce projet par la suite.

Ce type d'analyse a pu être mené d'une façon différente par l'analyse des budgets temps de transport[29] ou encore par le développement d'outils d'aide à la décision pour une mobilité plus durable[30].

Ces projets sont donc très utiles pour la mesure de l'accessibilité et les liens avec l'urbanisme. Néanmoins, on peut constater l'absence d'outils et d'indicateurs pour mesurer les possibilités de contacts face-à-face, pour appréhender la contactabilité. Il manque d'outils pour appréhender l'accessibilité à l'échelle inter-urbaine.

2.3.1.2) L'accessibilité dans le contexte d'ESPON

L'indicateur de Wegener et Spiekerman, Accessibilité Potentielle[31] est l'indicateur phare du programme ESPON regroupant les travaux sur la compréhension et l'aide à la décision pour les politiques territoriales de l'Union européenne. Ces indicateurs sont les plus utilisés parmi les très nombreux indicateurs construits dans le programme ESPON, tant à l'intérieur du programme qu'à l'extérieur. Ils traitent de la position géographique ainsi que du rapport entre les infrastructures de transport et le développement économique territorial.

L'ESDP[32] stipule que la "bonne accessibilité des régions européennes améliore leur position compétitive mais aussi la compétitivité de l'Europe dans son ensemble". L'accessibilité potentielle est un des indicateurs les plus utilisés. Le point de départ, classiquement, considère que l'attraction exercée par un lieu de destination croit avec la taille et décroit avec la distance, le temps de trajet ou le coût. La taille renvoie soit à la population (indicateur de la taille de marché pour les biens et services) soit au PIB (pour la taille du marché des services économiques avancés).

La fonction d'impédance est de type exponentiel :

$$A_i = \sum_j W_j^{\alpha} \exp(-\beta c_{ij})$$

La forme de la fonction d'impédance est indiquée sur le diagramme suivant.

---

[28] Source : http://www.predit.prd.fr/predit4/homePage.fo
Projet en cours.

[29] C. Raux et al., *La croissance des budgets-temps de transport. Approfondissement.*, Rapport PREDIT (Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Developpement durable et de la Mer, s. d.).

[30] A. Bonnafous et al., *MOSART (MOdélisation et Simulation de l'Accessibilité aux Réseaux et aux Territoires) : un prototype d'outil d'aide à la décision, individuelle et collective pour une mobilité durable.*, Rapport PREDIT, décembre 2009.

[31] K. Spiekermann et M. Wegener, *Update of Selected. Potential Accessibility. Indicators. Final Report* (Urban and Regional Research (S&W), RRG Spatial Planning and Geoinformation, 2007).

[32] Commission of the European Communities, *ESDP, European spatial development perspective: towards balanced and sustainable development of the territory of the European Union* (Office for Official Publications of the European Communities, 1999).

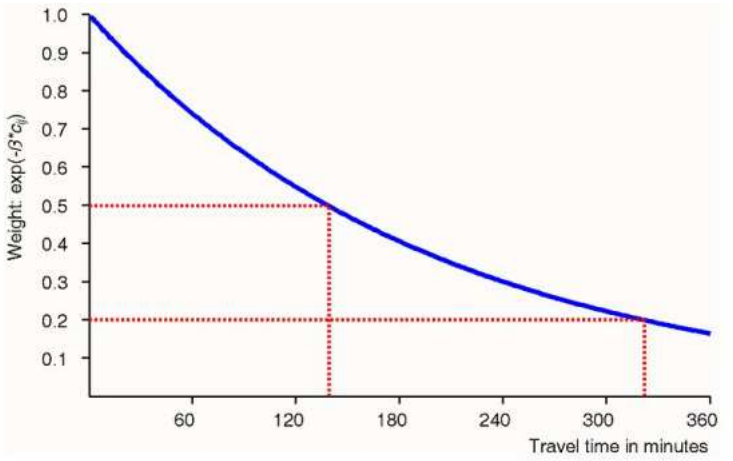


Figure 7 La fonction d'impédance de l'indicateur d'accessibilité potentielle

Les régions NUTS sont représentées par leur centroïdes. Des chemins minimaux sont calculés sur des réseaux modélisés, entre ces centroïdes. Le paramètre bêta est fixé à 0.005 pour une durée en minutes: 2 heures réduit un poids de moitié.

Une illustration du calcul et de la représentation de l'indicateur d'accessibilité potentielle est donnée dans la carte suivante. La mesure du calcul de l'accessibilité donne un chiffre abstrait qui a été ensuite normalisé atour d'une moyenne. Les lieux régions les plus centrales ont ici une mesure supérieure à 100.

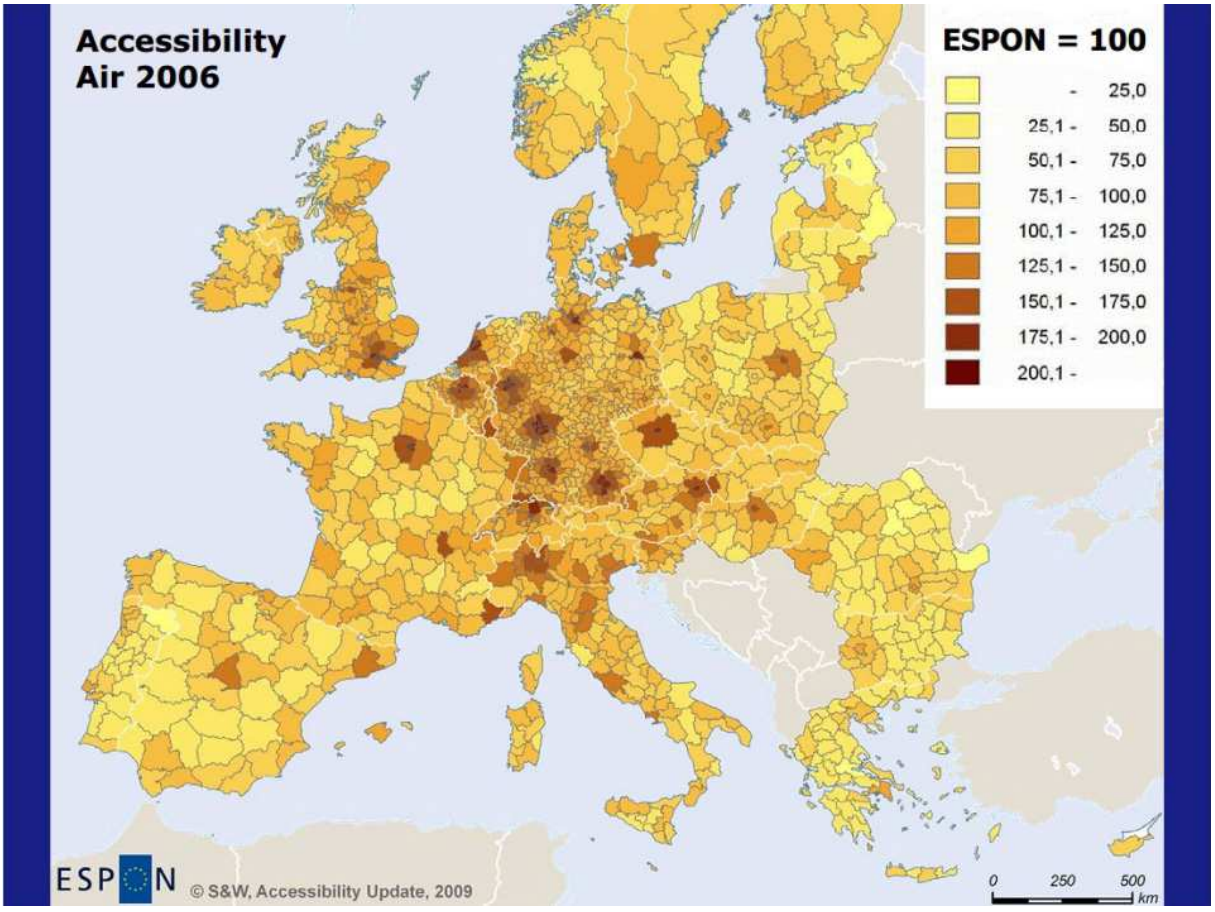


Figure 8 Accessibilité potentielle aérienne de l'Europe en 2006

L'indicateur d'accessibilité potentielle peut être croisé avec d'autres mesures. Ainsi Spiekermann et Wegener ont ils proposé de cartographier par un code de couleur sur un

espace à deux dimensions les régions selon leur performance rapportée à la moyenne d'accessibilité et de richesse produite. Tout en n'imposant pas directement de relation causale entre accessibilité et richesse, cette carte montre les régions qui connaissent une performance économique supérieure ou inférieure à ce que leur niveau d'accessibilité aurait pu laisser supposer. Ainsi les régions de l'espace Baltique, bien que géographiquement périphérique, connaissent des niveaux de production de richesse supérieur à la moyenne, tandis qu'à l'intérieur même du pentagone des villes européenne (Paris-Londres-Hambourg-Munich-Milan), l'espace le plus central en Europe, il existe de nombreuses régions sous-performantes sur le plan économique par rapport à la moyenne.

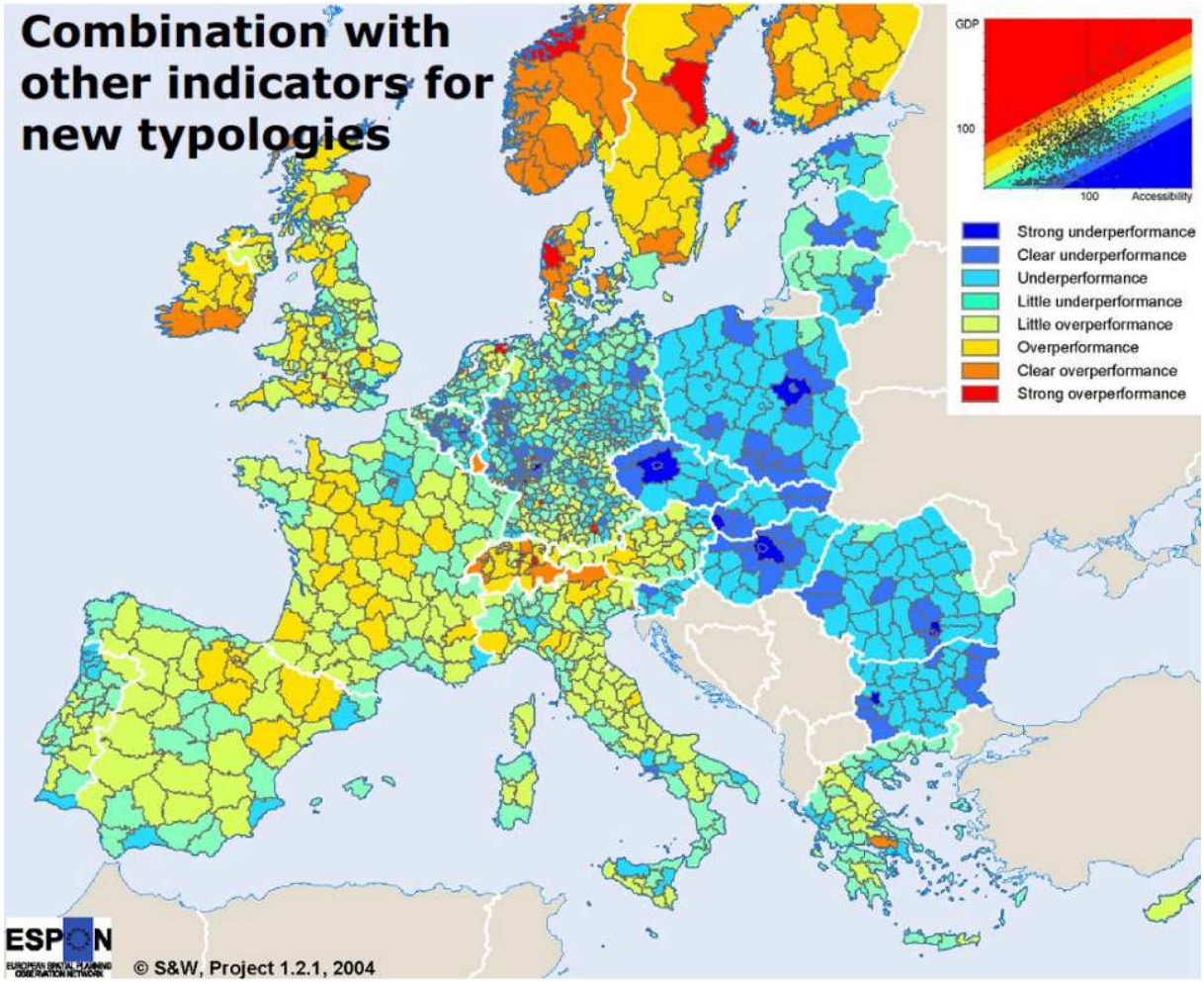


Figure 9 Accessibilité potentielle aérienne de l'Europe en 2006

La principale critique que l'on peut exprimer sur ces indicateurs est leur caractère agrégé. En effet on lit un niveau d'accessibilité par région mais on ne comprend pas quelles relations, quelles infrastructures particulières contribuent à ce niveau d'accessibilité. Est-ce un niveau d'accessibilité globale à toute l'Europe ou bien plutôt un accès de proximité avec les villes voisines? Cette critique a amené une réflexion sur la contactabilité développée dans le projet ESPON 121.

Il s'agit alors de travailler sur la qualité des liens dans le système territorial en complément de l'analyse en termes de niveau par zone.



Figure 10 Structure des allers retours à la journée entre métropoles

Cet indicateur de contactabilité, que nous développerons ensuite, a été calculé pour les horaires d'avion entre les métropoles européennes en 2004. Il est cartographié sur la figure suivante.

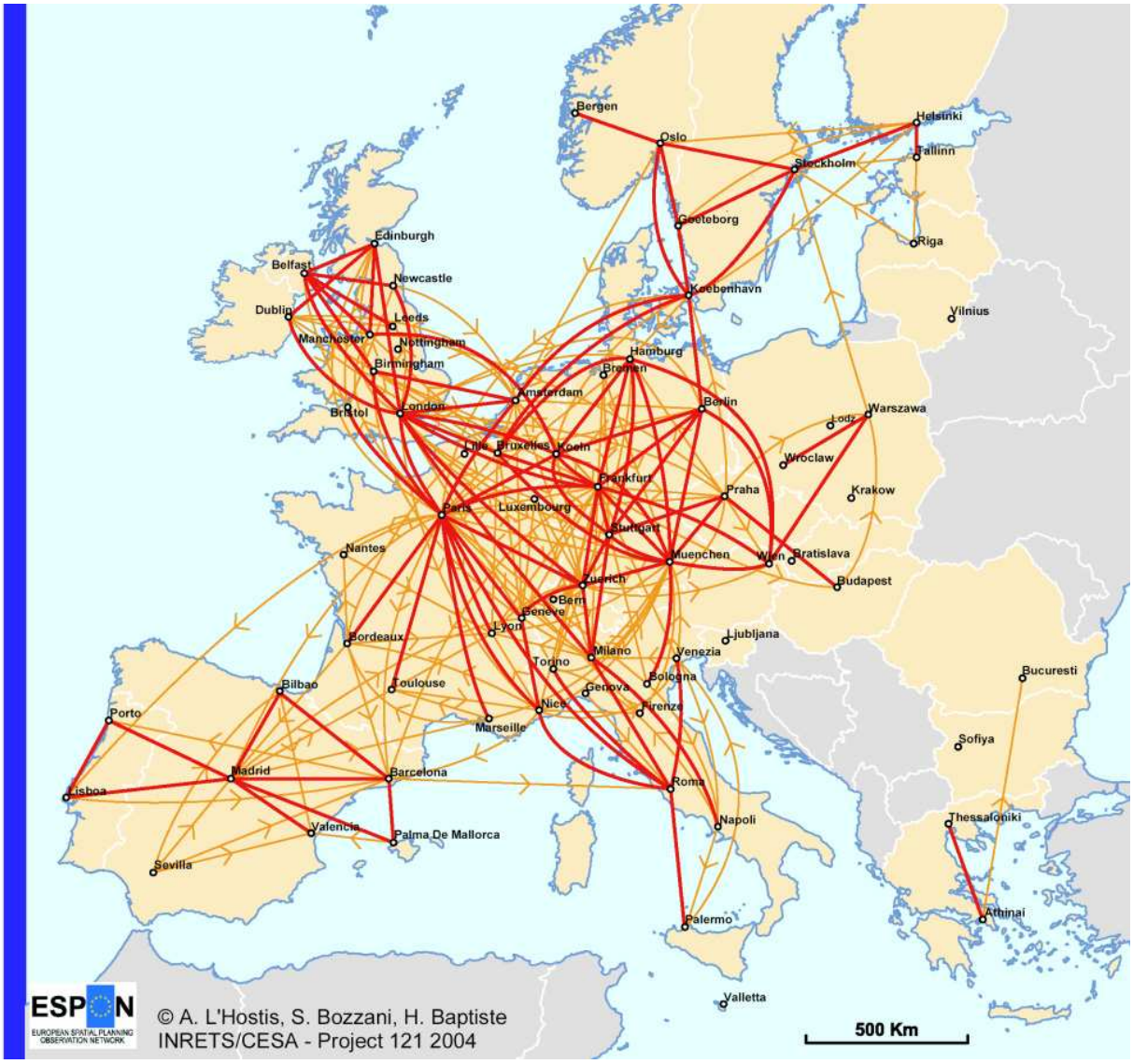


Figure 11 La contactabilité des métropoles européennes de croissance (MEGA) par le mode aérien en 2004

La carte montre que si le niveau élevé de l'accessibilité de Barcelone doit beaucoup à son excellente intégration dans son espace national, pour autant, son potentiel de relations avec les métropoles situées au delà de la frontière française est faible.

Ainsi les trois indicateurs, accessibilité, PIB et contactabilité ont été utilisés de concert pour proposer des espaces de coopération dans l'espace européen. Ce travail a été effectué par le BBR et a été publié dans un document intitulé ESPON Atlas. La carte suivante illustre le croisement des problématiques :

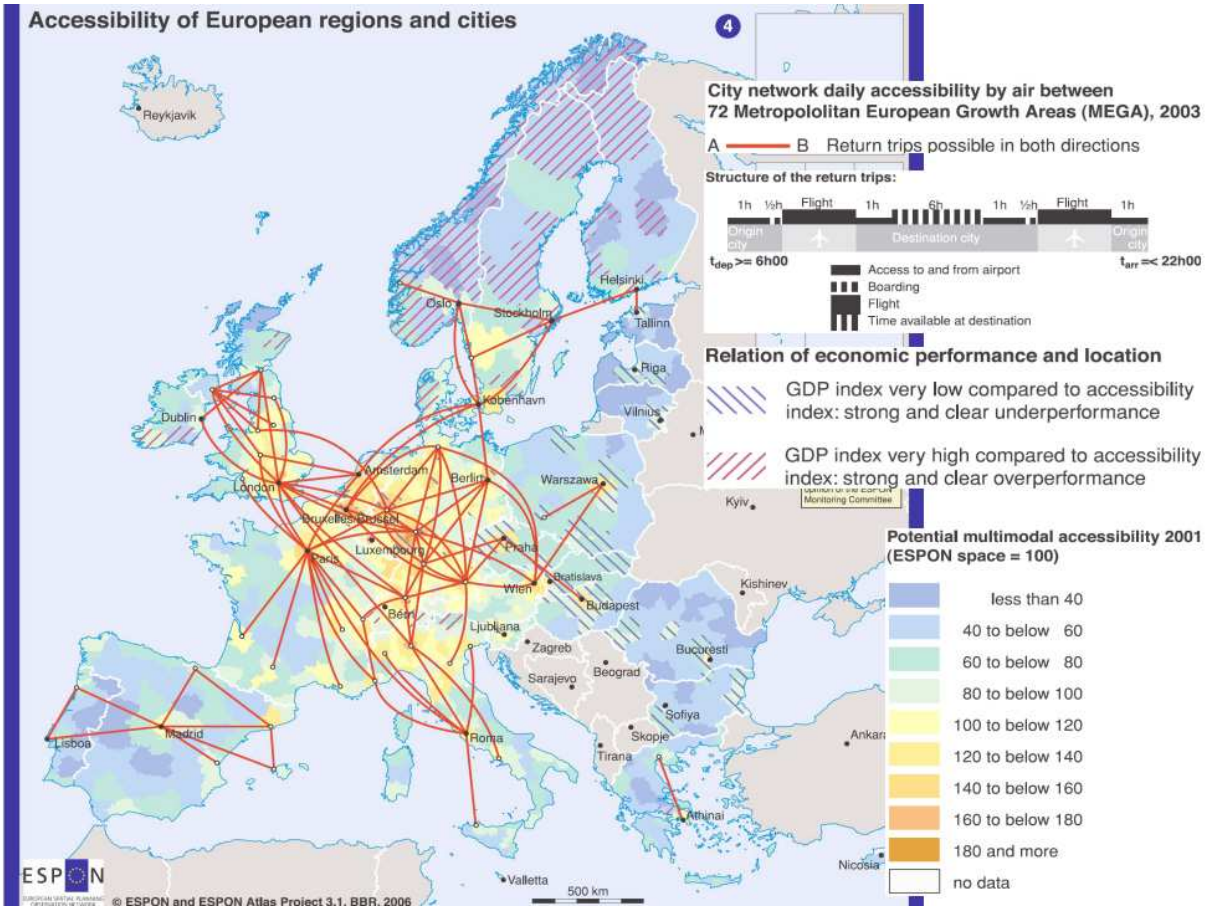


Figure 12 Accessibilité potentielle, PIB et contactabilité combinés par le BBR dans l'ESPON atlas en 2006

La carte permet de mieux comprendre les niveaux d'accessibilité potentielle en les rapportant au nombre de liens produits par la mesure de la contactabilité. La carte met notamment en avant le caractère très national de l'organisation des réseaux de transport aérien, qui s'avère plus fort que son caractère d'intégration transfrontalière. De nombreuses frontières européennes restent à aplanir si l'on souhaite renforcer l'intégration territoriale.

2.3.2) L'accessibilité dans les directives du ministère

L'instruction-cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport du 25 mars 2004 vient réviser l'instruction cadre du 3 octobre 1995 afin de faire évoluer les pratiques au sein des services charges de l'évaluation des projets d'infrastructures. Cette instruction cadre précise que le bilan économique chiffre doit être complété par des indicateurs qualitatifs et quantitatifs sur l'équité sociale et territoriale et sur les interactions entre transports et développement territorial. Le bilan économique ne suffit pas pour évaluer les projets de transport.

Un projet de transport doit satisfaire les besoins des usagers (qualité de service, sécurité, environnement, accessibilité). Concernant l'accessibilité et le gain de temps, l'accessibilité horaire s'appuyant sur les principes de la Time-Geography semble le plus a même de répondre aux besoins de mesure de l'accessibilité présente ou future et permet d'obtenir des données globales ou très précises.

Un bilan économique ne prend en compte que les effets monétarisables et ne tient pas assez compte des possibilités de déplacements dans l'espace et dans le temps sans passer par une agrégation et une moyenne des déplacements aux heures pleines ou creuses ce qui ne facilite pas l'analyse précise de l'intermodalité par exemple.

La valeur du temps pour les passagers et sa distribution statistique font partie de la modélisation. C'est pour cette raison que la prise en compte des comportements de déplacements ainsi que la prise en compte de la dimension spatio-temporelle est importante.

Pour effectuer un bilan socio-économique, "on est donc conduit a procéder a une estimation monétaire de la variation de l'utilité collective, assimilée a la somme du surplus des utilisateurs des transports et des tiers, du surplus des operateurs de transport et du surplus des administrations publiques."Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport (Paris: Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, mars 25, 2004), p.21. Le bilan socio économique vise a monétarisé le plus grand nombre de facteurs possibles et cette approche peut apparaitre comme trop globalisant. La prise en compte des déplacements spatio-temporels dans le cadre d'une approche désagrégée permet d'obtenir une analyse plus fine de l'accessibilité aux lieux.

Dans le cadre d'un bilan socio-économique, les calculs sont réalisés « avec des valeurs du temps normalisées, représentant une synthèse des valeurs de comportement résultant des meilleures études de trafic disponibles. Cette normalisation a pour but d'assurer une comparabilité des études de rentabilité des différents projets. » Ibid., p.34.

Nous proposons d'utiliser des valeurs du temps qui ne sont pas normalisées, en se basant sur les principes de la Time-Geography.

L'accessibilité horaire permet une analyse plus fine donnant des résultats précis qui, par la suite, peuvent faire l'objet de moyennes. L'accessibilité horaire permet d'obtenir des données précises sur les temps de parcours (et notamment sur les correspondances) qu'il est ensuite possible d'interpréter. Elle peut être complétée par des éléments d'analyse du confort dans les transports collectifs (cf. travaux de F. Leurent).

L'instruction cadre précise le besoin d'avoir recours aux modèles gravitaires pour prendre en compte l'accessibilité aux territoires tout en précisant que « *si la pertinence des modèles gravitaires est parfaitement prouvée dans les zones urbaines et périurbaines, des études restent encore à conduire pour en vérifier la bonne adéquation aux simulations des déplacements interurbains.* » Ibid., annexes p.2..

2.4) Les apports de la Time-Geography et les indicateurs de contactabilité

2.4.1) Le cadre de la Time-Geography

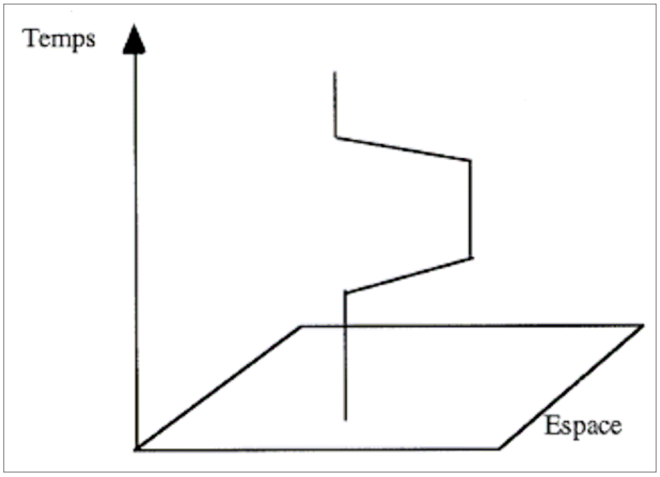


Figure 13 Diagramme tridimensionnel. Source: S. Chardonnel, 1999

La Time Geography peut représenter une base de départ très intéressante et solide pour investir le champ de l'accessibilité. Elle se distingue des approches fondées sur le « budget-temps » par la prise en compte de l'aspect spatial des trajectoires des individus. La Time Geography s'apparente plus à une structure de pensée rassemblant concepts et outils plutôt qu'à une théorie. Elle vise à collecter et mettre en relation la connaissance de domaines scientifiques distincts et des pratiques quotidiennes et à mettre en évidence les relations entre un objet de recherche et son contexte (relations « oubliées » lorsque l'objet de recherche est étudié séparément de son contexte)[33]. « *Si l'on s'imagine l'espace géographique ramené à un plan, alors l'échelle et la direction du temps peuvent être indiquées le long d'un axe vertical. De cette façon, le mouvement est transformé en forme géométrique. Même ce qui est immobile dans l'espace a une étendue dans le temps. Une action isolée devient cependant un point, mais est dotée d'une position à la fois dans l'espace et dans le temps* »[34]

Les réalités géographiques se forment dans un monde en mouvement, il apparaît donc intéressant de connaitre les positions dans l'espace-temps pour comprendre les phénomènes à l'œuvre[35]. L'analyse des pratiques individuelles semble donc nécessaire à la construction des savoirs géographiques[36].

De plus, il faut tenir compte du fait que l'environnement dans lequel se déplace un individu est parsemé d'obstacles contraignant la liberté de circuler et la mobilité[37]. « *Dans ce contexte, l'objectif de tout aménagement ayant directement trait aux contingences spatiotemporelles*

---

[33] Sonia Chardonnel, « Emplois du temps et de l'espace. Pratiques des populations d'une station touristique de montagne », 1999.

[34] T. Hägerstrand, « What about people in regional science? », *Papers in Regional Science* 24, n°. 1 (1970): 6–21.

[35] Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

[36] Chardonnel, « Emplois du temps et de l'espace. Pratiques des populations d'une station touristique de montagne ». On peut évoquer la cartographie dynamique développée, entre autres, par le laboratoire Image, Ville, Environnement de l'Université de Strasbourg ou encore par le département de sociologie et de recherche sociale de l'Université de Milan-Bicocca. Elle peut donner un aperçu dynamique de l'évolution de l'accessibilité dans le temps et l'espace.

[37] Hägerstrand, « What about people in regional science? »; Chardonnel, « Emplois du temps et de l'espace. Pratiques des populations d'une station touristique de montagne »; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

contraignant les trajectoires, parmi lesquelles en premier lieu l'aménagement des transports, ne doit-il pas contenir l'idée de « libérer » les individus ? Ne relève-t-il pas de l'éthique et du progrès (au sens humain du terme) des sociétés contemporaines de permettre la libération des pratiques individuelles dans le temps et dans l'espace ? »[38]

Il s'agit, en partant des méthodes de la Time Geography, de calculer le « prisme journalier » (voir illustration).

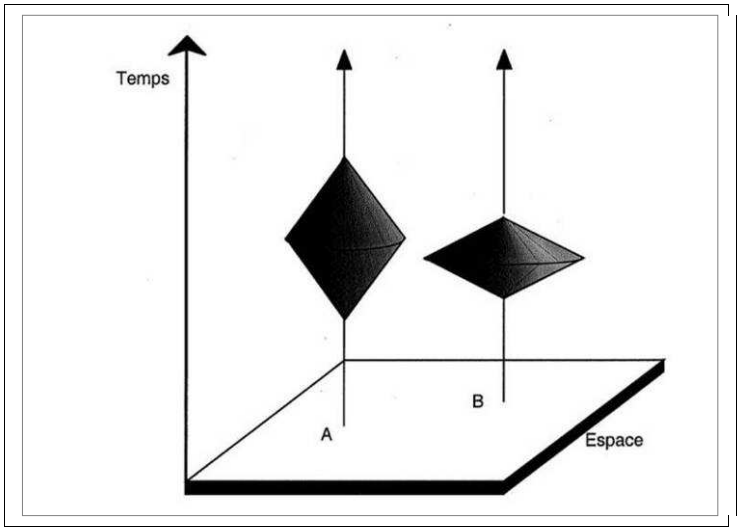


Figure 14 Le prisme journalier. Source: S. Chardonnel, 1999

La figure ci-avant illustre l'étendue dans l'espace-temps dont un individu dispose au cours d'une journée. L'illustration concerne deux individus résidant en A et B. Seuls les points contenus dans les prismes peuvent être visités. Ce prisme est contraint par des heures d'arrivée et de départ.

Le prisme journalier représente la synthèse graphique des idées d'Hagerstrand[39].

La forme et le volume de ce prisme sont déterminés par les contraintes que subit l'individu[40] :

- contraintes biologiques (temps réservé à l'alimentation et au sommeil) ;
- nécessité de disposer d'un habitat ;
- formes spatiales (distance entre le domicile et le lieu de travail) ;
- moyens de transport à disposition.

Un individu pourra se déplacer très loin, consommant beaucoup d'espace, s'il dispose de moyens de transport très rapides. A l'inverse, un individu ne pouvant mobiliser des moyens

---

[38] Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur », p.162.

[39] S. Chardonnel et L. Sanders, « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace », dans *Modèles en analyse spatiale*, Traité Information Géographique et Aménagement du Territoire, Série aspects fondamentaux de l'analyse spatiale (Paris: Lavoisier, 2001), 129-156; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

[40] T. Hagerstrand, « What about people in regional science? », *Papers of the Regional Science Association* 24 (1970): 7-21; Chardonnel et Sanders, « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace »; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

de transports rapides, utilisera beaucoup de temps pour des déplacements peu consommateurs d'espace, d'où l'importance de l'offre de transport[41].

A. Conesa rappelle que les travaux portant sur la Time-Geography ont été critiqués pour le caractère déterministe des analyses et « […] *dont la dimension opératoire n'a jamais réussi à s'imposer. En effet, les méthodes de représentation et outils de simulation utilisés alors ne pouvaient concrétiser l'ambition théorique* »[42]. Mais cela est devenu possible grâce aux progrès des méthodes et outils de modélisation. Ces outils permettent aujourd'hui l'analyse des trajectoires individuelles, comme le logiciel MapNod, que nous avons utilisé.

La Time-Geography invite à développer des indicateurs d'accessibilité particuliers répondant à des usages individuels dans l'espace et dans le temps. D'une manière générale, on va chercher à spécifier, dans le temps et l'espace, une mesure générique de l'accessibilité.

2.4.1.1) Accessibilité et activités

Afin de se différencier des analyses techniques ou économiques, nous privilégions la mesure de la performance territoriale des réseaux[43]. Il n'est pas question de mesurer les retombées économiques des transports mais, en application d'une théorie territoriale des réseaux, de concevoir le transport comme un outil d'aménagement du territoire[44].

Selon les principes de la Time-Geography, les individus se déplacent pour effectuer des activités et souhaitent pouvoir atteindre un large nombre et une grande diversité d'activités. Ces possibilités sont limitées, entre autres, par le temps de déplacement qui constitue un critère de la qualité de l'accessibilité[45].

La mesure de l'accessibilité peut s'apparenter au coût de déplacement et donc se rapprocher d'une analyse économique. Néanmoins, la construction d'un réseau de transports collectifs ne peut être considérée comme un outil d'aménagement du territoire si le réseau repose sur des critères d'offre simple (fréquence et vitesse) et est déconnecté des réalités territoriales[46]. « *A l'inverse, vouloir « coller » à la demande reste illusoire tant les comportements individuels sont emprunts de complexité.* »[47]

De plus, « […] *les analyses de transport classiques se distinguent par une méconnaissance et un déni trop grand des complexités territoriales. Partir de ces approches serait donc malaisé.*

---

41 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

42 Ibid., p.165.

43 N. Stathopoulos, *La Performance territoriale des réseaux de transport* (Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1997).

C'est un élément primordial, notamment pour analyser les enjeux liés à une reconfiguration des réseaux de transport.

44 Dupuy, *L'urbanisme des réseaux*; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

45 Hägerstrand, « What about people in regional science? »; Chardonnel, « Emplois du temps et de l'espace. Pratiques des populations d'une station touristique de montagne »; Y. Zahavi, « Travel time budget and mobility in urban areas », *Washington DC: Federal Highway Administration., US Department of Transportation* (1974); L. Bertolini, F. Le Clercq, et L. Kapoen, « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward », *Transport Policy* 12, n°. 3 (2005): 207-220.

46 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

47 Ibid., p.184.

D'un autre côté, les recherches portant sur les processus d'appropriation des réseaux s'éloignent de l'analyse des transports et, si elles ont un intérêt opérationnel indéniable, elles peinent à constituer une aide directe à la décision par l'absence de simulation concrète et de quantification. Les choix sont en effet plus difficiles à justifier. »[48]

L'accessibilité vise à estimer le service de transport et non simplement l'offre. Contrairement à la notion de service de transport, la notion d'offre ne contient pas l'idée d'aide à la mobilité. Le service implique que l'individu et ses besoins sont pris en compte. Plus largement la notion de service de transport intègre des éléments de demande[49]. Les quatre composantes du service de transport collectif sont l'accessibilité, le confort, la sécurité et la ponctualité[50].

Les approches classiques peuvent produire des indicateurs synthétiques lisibles, mais la simplification des oscillations de l'accessibilité apparaît excessive[51]. Or, concernant les outils que nous souhaitons aborder, il est important de prendre en compte de manière détaillée les horaires de transports.

L'utilisation des horaires de transports collectifs permet de procéder, après modélisation, à des calculs d'accessibilité sur l'ensemble du réseau modélisé (arcs de transports collectifs, arcs pédestres, nœuds) de manière très précise et en se basant sur des heures de départ et/ou d'arrivée dépendant des besoins des individus. Ce n'est pas l'objet des modèles économétriques ni des Systèmes multi-agents (SMA). Ces derniers visent à étudier les comportements de mobilité des individus de manière très précise et souvent à l'échelle microgéographique voire locale[52]. « *[…] la modélisation de l'ensemble des horaires d'une région restent l'apanage de rares études […] La raison de cette spécialisation des usages est en grande partie méthodologique. En effet, la modélisation d'une base de données horaire nécessite d'une part un grand investissement méthodologique et d'autre part la possession et la maîtrise d'outils particuliers.* »[53]

Ce type de modélisation vient compléter les modélisations basées sur des modèles économétriques qui peuvent s'avérer très utiles pour des analyses économiques croisées foncier/transports, notamment à des échelles régionales et métropolitaines, comme le montrent les récentes thèses de T. Aw[54] ou de F. Le Néchet[55] (qui étudie, entre autres, le lien

---

48 Ibid., p.58.

49 H. Baptiste et A. L'Hostis, *Evaluation multimodale des systèmes de transport en Nord-Pas-de-Calais et Languedoc-Roussillon: qualité de service et accessibilité régionale* (Villeneuve d'Ascq: CESA/INRETS, 2002); P. Rietveld et F. Bruinsma, *Is Transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy* (Berlin: Springer, 1998); Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

50 L. Chapelon et al., *Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre* (Paris: PREDIT, Ministère de l'équipement, Direction des transports terrestres, 2005).

51 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

52 Ibid.

53 Ibid., p.192.

54 T. Aw, « La ville nouvelle de Marne-La-Vallée et son insertion dans la dynamique francilienne. Evaluation des enjeux du renforcement de la structure polycentrique sur les systèmes de déplacements. » (Transports-Aménagement de l'espace, Ecole des Ponts ParisTech - Université Paris Est, 2010).

55 F. Le Néchet, « Approche multiscalaire des liens entre mobilité quotidienne, morphologie et soutenabilité des métropoles européennes. Cas de Paris et de la région Rhin-Ruhr » (Université Paris-Est, 2010).

entre polycentrisme et consommation d'énergie due aux transports). On peut aussi penser à la thèse F. Vanco[56] qui étudie le lien entre forme urbaine et mobilité.

La méthode adoptée par T. Aw[57] vise à recourir à des outils de modélisation pour évaluer l'opportunité des projets de transport[58]. La modélisation de la demande, dans ce modèle, passe par une segmentation par classe de comportement, c'est-à-dire que plusieurs classes d'usagers sont considérées en fonction d'un comportement économique ou de circulation. La demande est aussi segmentée temporellement : une période, un type de jour et une plage horaire sont déterminés[59]. Les arcs se caractérisent par des attributs physiques et économiques (longueur, prix de la traversée, …) et ils sont classés selon ces attributs.

Comme nous l'avons vu, cette méthode, par son caractère trop agrégé temporellement, ne convient pas pour la mesure de l'accessibilité telle que nous souhaitons en disposer.

Concevoir des indicateurs d'accessibilité interurbaine demande de s'intéresser aux possibilités de déplacement dans une journée-type de travail[60]. On considère qu'une journée moyenne de travail est de huit heures auxquelles il faut ajouter une heure de pause entre 11h et 14h. Cet intervalle de neuf heures doit être majoré du temps alloué au trajets aller et retour, sachant qu'un intervalle raisonnable basé sur une analyse de la mobilité observée ne peut dépasser l'intervalle 6h-20h ; la figure suivante synthétise ces principes.

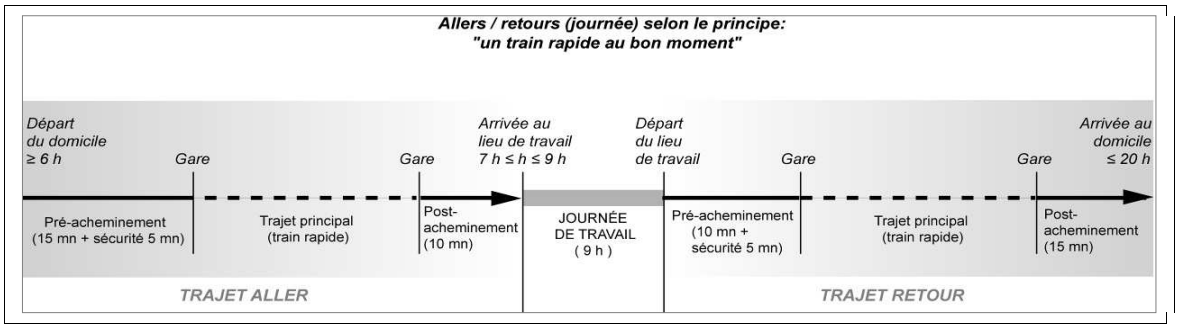


Figure 15 Le principe des allers/retours avec neuf heures minimum à destination. Source: H. Baptiste et A. L'Hostis, 2002[61]. (Remaniement graphique: T. Leysens, 2010)

Un tel choix méthodologique ne permet de prendre en compte qu'une majorité de salariés[62] et non pas la totalité de ceux-ci. Néanmoins, cette mesure d'accessibilité à contrainte temporelle

---

56 Florian Vanco, « Formes urbaines et durabilité du système de transports. Une application par les coûts de la mobilité urbaine des ménages au sein de l'agglomération Lyonnaise » (Université Lumière Lyon 2, Laboratoire d'Economie des Transports., 2011).

57 Nous avons choisi de comparer notre méthode à celle employée par T. Aw car il cherche à modéliser les interactions entre transports et usage du sol mais dans une optique différente de celle que nous exposons.

58 Nous avons examiné cette thèse en particulier car elle expose une méthode d'observation du foncier et des transports.

59 Aw, « La ville nouvelle de Marne-La-Vallée et son insertion dans la dynamique francilienne. Evaluation des enjeux du renforcement de la structure polycentrique sur les systèmes de déplacements. »

60 M. G Engström et B. Sahlberg, *Travel demand, transport systems and regional development: models in co-ordinated planning* (Royal University of Lund, Dept. of Geography, 1973); U. Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities », dans *Spatial inequalities and regional development*, 1979, 93-116; S. Martensson, *On the formation of biographies in space-time environments* (Univ. of Lund, Dep. of geography [Geografiska inst., Lunds univ.], 1979); G. Törnqvist, *Contact systems and regional development* (The Royal University of Lund, 1970).

61 Baptiste et L'Hostis, *Evaluation multimodale des systèmes de transport en Nord-Pas-de-Calais et Languedoc-Roussillon: qualité de service et accessibilité régionale*.

permet la production d'indicateurs synthétiques tout en prenant en compte les comportements. Il s'agit, de plus, de mesurer l'adaptation d'un système de transports au fonctionnement d'un réseau de villes dans un espace régional. Ce qui apparaît comme le principal inconvénient de cette approche pour son adaptation à notre problématique, c'est l'imprécision spatiale : la modélisation est basée sur des pré- et post-acheminements forfaitaires (s'il n'existe pas de lieux précis d'emplois et de résidence) qui correspondent à une organisation spatiale proche d'un modèle radioconcentrique[63].

Il s'agit, pour évaluer l'adéquation de l'offre de transports à un fonctionnement de région urbaine[64], de mesurer la performance des réseaux de transports collectifs sur des relations stratégiques, à l'échelle de l'agglomération principalement, entre des sites d'études et des sites stratégiques. Les sites d'études sont des zones dans l'agglomération qui apparaissent comme des potentialités pour développer un urbanisme orienté vers le rail (choix des sites issus de plusieurs critères : position géographique, connaissance du terrain par les acteurs locaux, projets en développement ou futurs, politique menée, présence dans le SCOT, …). Les études menées sur ces sites permettent d'identifier l'existence d'un potentiel et les pistes pour l'exploiter. Les calculs d'accessibilité doivent permettre de mesurer la performance des réseaux de transport collectif entre ces sites et les sites stratégiques. Ceux-ci sont des lieux de centralité urbaine (l'hôtel de ville par exemple), des attracteurs de trafic importants (universités, hôpitaux, …) ou des sites de projet urbain majeur identifiés dans le SCOT.

Trois principes composent l'approche par contrainte temporelle :

- la segmentation de la demande ;
- la définition d'attracteurs de déplacements ;
- l'adéquation à des rythmes urbains quotidiens moyens[65].

Avec ces indicateurs, « *L'axiome principal repose sur la simulation des comportements de déplacement proprement dits. Il peut se formuler de la manière suivante : Etant donnée une heure imposée d'arrivée dans un lieu (de départ d'un lieu), l'usager a comme comportement systématique de chercher à maximiser son heure de départ (ou respectivement à minimiser son heure d'arrivée). Cet axiome repose sur l'observation des comportements humains : si le temps de trajet est un référent mental important, ce qui contraint le plus l'usager est l'heure à laquelle il doit partir de chez lui le matin et l'heure à laquelle il rentre chez lui le soir.* »[66]

Afin d'obtenir de tels indicateurs, une modélisation horaire des transports collectifs du terrain d'étude est nécessaire.

---

62 Chapelon et al., *Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre*; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

63 S. Bozzani, « L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille », *Cahiers Scientifiques du Transport* 47 (2005): 61-88; Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

64 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

65 A. L'Hostis et al., *Cadencement et intermodalité de l'offre en transport collectif en Nord-Pas-de-Calais, analyse et propositions d'amélioration* (Villeneuve d'Ascq: INRETS, juillet 2001).

66 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur », p.215.

2.4.2) Time-Geography et approches nouvelles

2.4.2.1) Une piste d'analyse : les liens faibles

« *Habituellement, la logique territoriale politico-administrative exige la délimitation de frontières fermes, alors que la logique territoriale socio-économique, celle du marché et des réseaux sociaux, tend à s'embarrasser le moins possible des frontières.* »[67]

Il s'agit ici de mobiliser la notion des liens faibles, qui découle de l'hypothèse de Granovetter[68] : les liens forts (ex : liens de parenté) ont tendance à être transitifs et forment des cercles fermés[69]. Les liens faibles (ex : liens professionnels) sont moins transitifs mais ce sont eux qui relient les uns aux autres les réseaux locaux de liens forts[70]. « *En raison de leur transitivité, l'information qui circule au sein des réseaux de liens forts est rapidement connue de tous mais ce sont les liens faibles qui font entrer de nouvelles informations dans les réseaux de liens forts. D'où l'efficacité des liens faibles au plan de l'intégration et de la cohésion sociale, c'est-à-dire au plan de la société vue comme réseau de réseaux.* »[71]

Les auteurs de l'article cité comparent les liens durables entre des régions aux liens forts de Granovetter (notamment en s'appuyant sur les navettes domicile-travail)[72].

« *Afin de documenter les influences métropolitaines qui s'exercent au-delà des limites des régions métropolitaines de recensement (RMR), Statistique Canada a introduit, au recensement de 2001, la notion de Zone d'influence métropolitaine (ZIM). Rappelons que la RMR est délimitée à l'aide des navettes-travail vers ou en provenance du noyau urbain, celui-ci devant compter au moins 100.000 habitants vivant dans des îlots d'une densité d'au moins 400 habitants au km carré. Une municipalité est ensuite incluse dans la RMR si elle répond à la règle du navettage dans le sens normal, c'est-à-dire, avec un nombre minimum de 100 navetteurs, au moins 50 % de la population active occupée qui demeure dans la municipalité travaille dans le noyau urbain, ou au moins 25 % de la population active occupée qui travaille dans municipalité demeure dans le noyau urbain. On voit que ce sont, aussi des pourcentages de navettes qui sont utilisés pour mesurer l'influence métropolitaine au sein des ZIM. Cette nouvelle notion reconnaît, en quelque sorte, la prégnance des liens faibles dans la structuration du champ métropolitain. En abaissant les seuils de navette à rencontrer pour qu'une municipalité soit incluse, elle invite à considérer l'effet des chevauchements, à diverses intensités de navettes, entre les champs métropolitains.* »[73]

Les possibilités de la géomatique devraient permettre d'améliorer ce type d'analyse et la connaissance des territoires.

« *La mobilité accrue produit plutôt des alignements de petits pôles le long d'axes routiers ou autoroutiers, qui forment, à terme, des boucles. Ces circuits pourraient bien représenter une sorte de planche de salut pour le transport collectif, si, par exemple, le dosage de la mixité*

---

67 P. Y Villeneuve, M. Lee-Gosselin, et R. Barbonne, « Le champ métropolitain: une forme en émergence? », dans *Les villes ont-elles achevé leur transition ? (Actes des XVIe entretiens Jacques Cartier, Lyon décembre 2003)*, Actes INRETS (Arcueil: INRETS, 2005), p.53.

68 M. S Granovetter, « The strength of weak ties », *American journal of sociology* (1973): 1360–1380.

69 Ibid.; Villeneuve, Lee-Gosselin, et Barbonne, « Le champ métropolitain ».

70 Granovetter, « The strength of weak ties »; Villeneuve, Lee-Gosselin, et Barbonne, « Le champ métropolitain ».

71 Villeneuve, Lee-Gosselin, et Barbonne, « Le champ métropolitain », p.49.

72 Villeneuve, Lee-Gosselin, et Barbonne, « Le champ métropolitain ».

73 Ibid., p.52–53.

des activités le long des axes permettait de maintenir des bons taux de remplissage des véhicules dans les deux sens et aux divers moments de la journée. »[74]

2.4.2.2) Etat de l'art sur voyages d'affaire et travailleurs mobiles

Le fait que les entreprises soient divisées en plusieurs branches, plusieurs structures hiérarchiques et dispersées sur un territoire ainsi que le fait que les employés sont interdépendants demandent des moyens importants (pas nécessairement du point de vue financier) de communication en interne et externe[75].

A cela s'ajoutent l'accroissement de la communication avec les clients et la croissance du marché, qui augmentent les besoins en voyages d'affaire[76].

Les technologies de l'information et de la communication ne semblent pas à même de proposer la richesse d'un contact direct et physique (« face-to-face contact »)[77] :

- corrélation positive entre la fréquence des contacts directs et le partage de connaissances et de compétences[78] ;
- négociations commerciales nécessitant des contacts directs car impliquant des formes de communication complexes[79];
- les contacts directs sont nécessaires à la transmission d'informations informelles[80];
- si les individus ne sont pas séparés par des grandes distances, les contacts directs seront plus fréquents et dépendront moins de la pratique ou connaissance des technologies de l'information ou de l'importance ou de la forme des informations à échanger[81];
- les contacts directs permettent de créer une confiance mutuelle et des relations solides pour la bonne marche de projets[82].

Comment ces contacts peuvent-ils se réaliser ?

---

74 Ibid., p.54–55.

75 A. Aguilera, « Business travel and mobile workers », *Transportation Research*, 2008.

76 Ibid.

77 Ibid.

78 V. Lethiais et A. Aguiléra, « «Les relations de coopération inter-entreprises: TIC versus face-à-face» », dans *Conference Online Services: networks, contents, usages*, 2007, 13–14; Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

79 J. I Lian et J. M Denstadli, « Norwegian business air travel-segments and trends », *Journal of Air Transport Management* 10, n°. 2 (2004): 109–118; Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

80 S. Lorentzon, « Changes in the Flows and Means of Information Exchange: Business Uses of ICT in Sweden in the 1990s », *Journal of Urban Technology* 10, n°. 1 (2003): 89–110; Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

81 Lethiais et Aguiléra, « «Les relations de coopération inter-entreprises »; Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

82 D. Gallaud et A. Torre, « Geographical proximity and the diffusion of knowledge. The case of SME's in biotechnology », *ECONOMICS OF SCIENCE TECHNOLOGY AND INNOVATION* 30 (2005): 127; A. Vecchi et J. Wickham, « Clusters and Pipelines, Commuters and Nomads: Business travel in the Irish software industry », *GaWC Research Bulletin* 212 (2006); Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

Tableau 1 voyages à longue distance en France en 2010

Type de déplacement	Nombre de voyages		Kilomètres parcourus	
	(en millions)	Évolution 2010/2009 (en %)	(en milliards)	Évolution 2010/2009 (en %)
Motif personnel	**186,9**	**-3,4**	**225,4**	**-1,2**
Voyages avec nuitée	156,5	-2,6	212,9	-0,9
Allers-retours dans la journée	30,4	-7,1	12,4	-6,2
Motif professionnel	**43,8**	**-9,6**	**40,5**	**-7,1**
Voyages avec nuitée	18,8	-11,5	27,0	-7,1
Allers-retours dans la journée	25,0	-8,1	13,5	-7,0
Total tous motifs	**230,7**	**-4,6**	**265,8**	**-2,1**
Voyages avec nuitée	175,3	-3,6	239,9	-1,6
Allers-retours dans la journée	55,3	-7,6	26,0	-6,6

Champ : ensemble des voyages à longue distance
Tableaux complémentaires détaillés sur internet : i.1 et i.2
Source : SOeS d'après Tns-Sofres/DGCIS, panels SDT 2009 et 2010

Aujourd'hui en France les déplacements professionnels (voir http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-mobilite-a-longue-distance-des.html) représentent une part très importante de la mobilité à longue distance, autour du cinquième du nombre de voyages. La caractéristique marquante de cette mobilité est la part prépondérante des relations à la journée par rapport au voyages impliquant une nuitée ou plus. Les déplacements dans la journée représentent 57 % de l'ensemble des déplacements professionnels à longue distance.

On mesure ici l'importance capitale de ce type de déplacement pour le fonctionnement de l'appareil économique.

2.4.3) La contactabilité

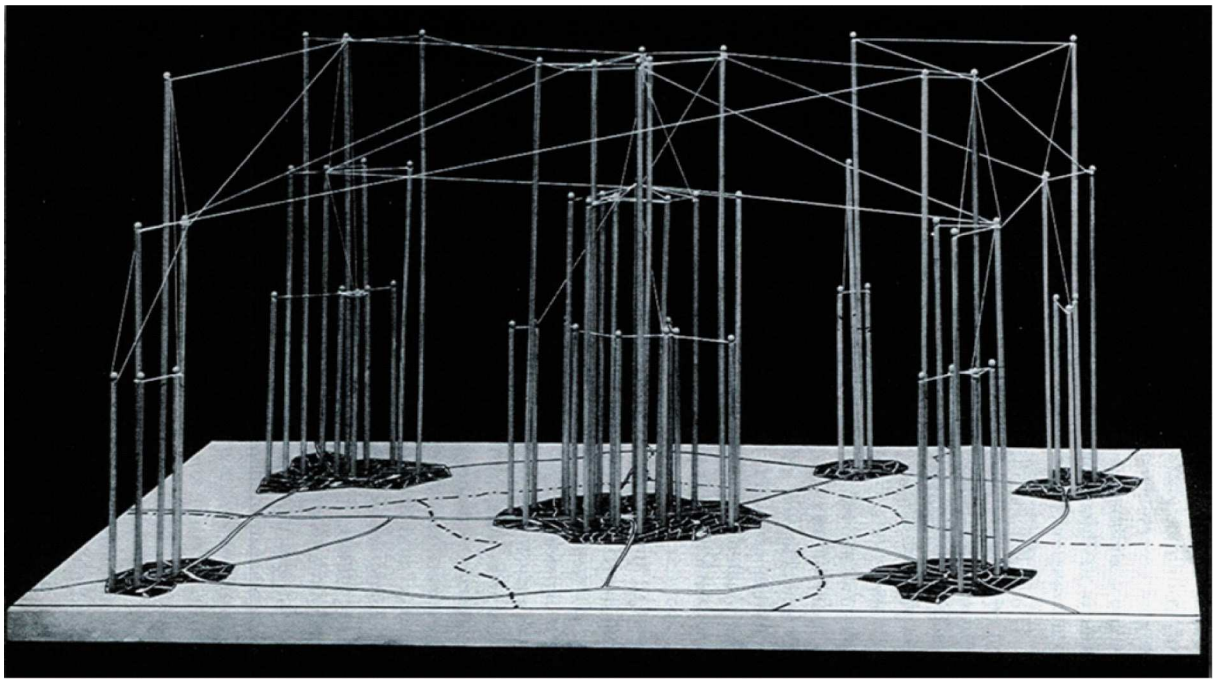


Figure 16 Source: Engström, Sahlberg, 1973

2.4.3.1) L'article fondateur : Törnqvist (1973), l'échelle nationale

L'ensemble des travaux de la Time-Geography, à partir du travail initial de Hägerstrand, trouve son aboutissement dans l'approche par le potentiel de contact développée par

Törnqvist. Pour Hägerstrand, la spécialisation de l'économie a rendu indispensable les liens entre entreprises différentes pour réaliser des produits finis, dans un indispensable travail d'équipe. Hägerstrand conçoit l'évolution économique et spatiale comme un passage de liens verticaux vers des liens horizontaux, qui expliquent les tendances de l'urbanisation.

Le lien entre Törnqvist et la Time-Geography est clairement énoncé dans une référence à l'« urbanisation » selon Hagerstrand vue comme une activation de « liens horizontaux » définis comme l'action de déplacer (« art of moving ») des matériaux, des gens et des informations. Le passage à des liens horizontaux s'explique par la spécialisation des activités humaines et le besoin subséquent de coopération (Törnqvist 1970).

Dans l'article Flows de 1968, Törnqvist replace la question des contacts dans le cadre plus large de la diffusion de l'innovation, le domaine dont est partie la Time-Geography. En effet, les modèles de diffusion, initialement appliqués aux épidémies, ont servi à expliquer la diffusion des innovations techniques.

Pour Törnqvist, la diffusion nécessite des échanges en face à face (Törnqvist 1968).

Une enquête sur les voyageurs d'affaire effectuée sur les lignes aériennes suédoises montre que les principaux besoins des relations de face-à-face sont à rechercher du coté des « administrative units » des entreprises, c'est-à-dire des entités (services, individus) qui « reçoivent, transforment et communiquent » les informations au sein des systèmes productifs. Les fréquences de face à face les plus fortes se retrouvent entre les « unités administratives » d'entreprises différentes. Les autres flux importants ont lieu entre certaines fonctions de l'administration publique (« government administration »), des banques et de la recherche (« research outside industry »).

De cette séparation entre les fonctions des entreprises découle une série d'organisations spatiales possibles et de besoins de face à face qui en découlent, comme l'indique la figure suivante.

Pour comprendre le développement régional, il est nécessaire de découper les fonctions à l'intérieur du système productif, y compris à l'intérieur des firmes elles mêmes, entre les fonctions d'information (« information units ») et d'exécution (« operating units »).

Les fonctions d'information sont en forte croissance et se concentrent dans les plus grandes villes. Pour Törnqvist le besoin de contact, et essentiellement le contact personnel, est une des principales forces opérant dans les processus d'urbanisation.

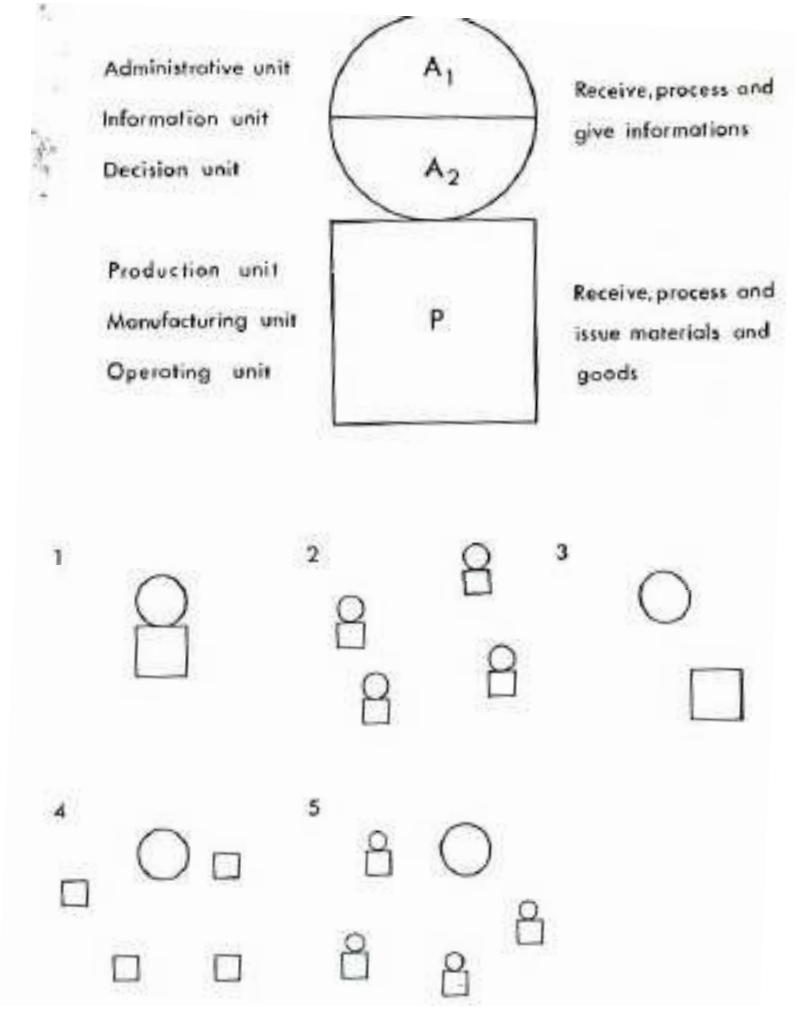


Figure 17 Modèle de la configuration spatiale et organisationnelle des firmes

Le diagramme précédent illustre, dans les termes posés par la Time-Geography des débuts l'organisation spatiale de l'appareil économique industriel. En particulier la séparation et la dispersion des fonctions de commandement et de production montre le besoin essentiel de la coordination et donc des déplacements en fonction des structures spatiales rencontrées.

2.4.3.2) L'article de référence : Erlandsson (1979), l'échelle internationale

L'attractivité et l'importance d'une région dépendent en partie des liens avec les autres lieux et notamment les possibilités de déplacements, la qualité de ceux-ci et la durée à disposition à destination[83].

On considère que les emplois dans les sociétés post-industrielles sont répartis entre secteur industriel, commerces et services. Chaque secteur induit des liens particuliers[84] :

- échanges de matériel principalement pour le secteur industriel et les fonctions primaires ;
- déplacements liés aux services ou aux commerces pour les fonctions de services ;

---

83 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities ».

84 Ibid.

- échanges d'informations pour les fonctions administratives (sous la forme de contacts personnels directs ou de correspondance papier ou informatique et appels téléphoniques ou visioconférences).

Les opportunités en termes d'emplois et de résidence sont majoritairement concentrées dans les pôles urbains majeurs à travers le monde[85]. « *Tout spécialement dans les pays développés, la croissance des pôles urbains majeurs est en grande partie le résultat du développement des fonctions de services et d'administration.* »[86]

Sont liées à ces fonctions administratives de nombreuses institutions (financières, syndicales, …) et services (notamment les services publics)[87]

« *Le développement des sociétés post-industrielles a engendré un division importante du travail ainsi qu'une forte spécialisation. Ceci a comme résultat une forte croissance de l'interdépendance entre les différents secteurs d'activités et les emplois. Une société ne peut fonctionner sans un flux constant de biens, de personnes et d'informations* »[88].

Il est important de connaître et de mesurer le nombre d'actifs dont la fonction nécessite de nombreux contacts directs[89] (« face-to-face contacts ») car ils peuvent jouer un rôle déterminant dans la politique régionale. En effet, ils peuvent exercer un effet multiplicateur très important sur le taux d'emploi, comme le montre l'exemple de la Suède étudié par U. Erlandsson, en 1979 : « *Au moins la moitié de ces employés sont aujourd'hui localisés dans les trois principaux pôles urbains du pays et ils exercent un très fort effet multiplicateur sur le taux d'emplois* »[90].

Comme le rappelle U. Erlandsson, G. Törnqvist[91] a élaboré une méthode de mesure de la possibilité d'avoir des contacts directs, qu'il a appelé « contacts potentials ». Afin de mesurer cette accessibilité, G. Törnqvist a pris en compte la durée disponible à destination dans le cadre d'un aller-retour dans la journée, le temps de trajet et le coût du trajet.

Le modèle élaboré par G. Törnqvist apparaît fonctionnel à l'échelle nationale. U. Erlandsson l'a appliqué à l'échelle internationale en précisant toutefois les limites méthodologiques qu'on pouvait déceler (mais qu'il n'a pas prise en compte pour la réalisation de ces mesures)[92] :

- quelle est la pertinence de la mesure du temps disponible à destination dans le cadre d'un aller-retour journée pour un déplacement international ?

---

85 Ibid.

86 Ibid., p.94. « Especially in developped countries, the growth of major cities is largely the result of the expansion of service and administrative functions. »

87 P. G Hall, *The world cities* (London, Weidenfeld, 1966); F. Kristensson, *People, Firms and Regions: A Structural Economic Analysis* (Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, 1967).

88 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities », p.95. « Development in the post-industrial society has led to a far-reaching division of labour and specialization. As a result of this, the interdependence of various work functions has increased considerably. Society cannot function without the constant transit of goods, people and messages ».

89 Fonctions de décision, de management, de planification, recherche, recherche et développement.

90 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities », p.97. « At least half of these employees are now located i the three major urban regions of the country and there they exert a strong multiplier effect sur le taux d'emplois »

91 Törnqvist, *Contact systems and regional development*.

92 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities ».

- quelle base de calcul utiliser dans le modèle (le nombre d'employés à forte mobilité est-il encore pertinent puisqu'une grande partie des déplacements est intra-national ?) ?
- comment tenir compte des contraintes de déplacements telles que le franchissement des frontières ?

U. Erlandsson considère que les villes majeures concentrent, notamment dans leurs centres, les fonctions engendrant des déplacements. Il a donc pris en compte toutes les villes européennes ayant plus de 500 000 habitants[93]. Une fois ce choix fait, quelques modifications ont été faites afin de tenir compte de la distance entre les nœuds et l'aéroport le plus proche et de pôles urbains ayant des rôles de centres internationaux et régionaux[94].

La mesure du « contacts potential » s'est déroulée de la manière suivante[95], en deux phases :

- première phase : mesure du temps maximum à destination (en considérant qu'un départ ne se fait pas avant 6 :00 du matin depuis la résidence et que le retour doit être réalisé avant minuit, mais aussi que ce type de déplacements doit être possible au moins trois fois entre lundi et vendredi) :
    - base de calcul : temps maximum à destination disponible dans le cadre d'un aller-retour dans la journée (vers et depuis un centre urbain)
    - mesure depuis un centre vers tous les autres (« outbound maximum stay time ») ;
    - mesure depuis les autres centres vers un centre choisi (« inbound maximum stay time »)
- seconde phase : mesure de la relation entre le temps maximum disponible à destination dans le cadre d'une journée de travail et la taille de la population urbaine :
    - quel est le nombre d'individus potentiellement joignables (face-to-face contact) depuis un pôle dans le cadre d'un aller-retour journée pendant *x* heures ? (« outbound potential contacts »)
    - nombre d'individus pouvant atteindre ce même pôle dans les mêmes conditions ? (« inbound potential contacts »)

Les différences que l'on peut constater entre outbound contacts potential et inbound contacts potential peut s'expliquer en grande partie par les grilles horaires selon U. Erlandsson.

U. Erlandsson assume une relation directe entre la taille d'une ville et les potentialités de déplacements mais il précise qu'une mesure plus fine serait nécessaire[96] (le pôle est-il une capitale ? présence ou non de sièges d'entreprises et d'organisations, présence ou non de multinationales, …)[97].

Il est possible d'affiner les mesures précédemment présentées en considérant une période de quatre à huit heures comme la période nécessaire pour une journée de travail dans le cadre d'un déplacement.

---

93 Ibid.
94 Ibid.
95 Ibid.
96 Ibid.
97 Néanmoins, de nombreuses données sont nécessaires pour ce faire et n'étaient pas disponibles lors de la réalisation de l'étude de U. Erlandsson.

2.4.3.3) Une approche sur un espace régional

Depuis la période de la time-geography des années 1970 à 1980, hormis la présentation de l'indicateur chez Haggett[98], aucune occurrence de travaux sur la contactabilité n'a été recensée au travers de l'étude bibliographique menée dans le cadre de ce travail de recherche, avant les contributions de l'Inrets à partir des années 2000.

Dans le cadre d'un travail de recherche financé pour le conseil régional Nord-Pas-de-Calais, H. Baptiste et A L'Hostis développent une méthode d'analyse de la performance territoriale du système de transport ferroviaire régional[99]. Pour analyser le service de transport et pas seulement l'offre de transport, ils construisent une évaluation du type contactabilité, même si le vocable est alors différent. L'objectif est alors de mesurer l'adéquation du système de transport à des besoins de mobilité quotidienne sur une journée de travail type dans une mobilité intercités. Une première partie de la démarche consiste à identifier les principaux pôles de l'armature urbaine, en lien avec les orientations de l'aménagement du territoire et de la politique des transports.

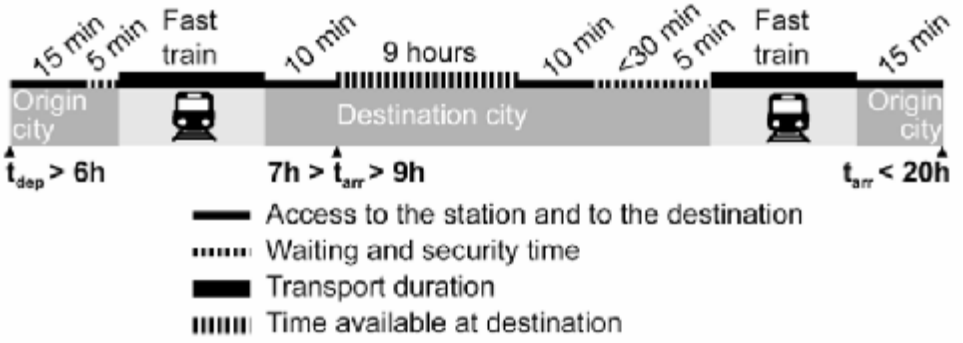


Figure 18 Chaîne de déplacement performante pour une mobilité quotidienne pour déplacement domicile travail

Les paramètres retenus correspondent à une journée de travail complète effectuée dans une ville distante. Les critères de qualité retenus cherchent à trouver un « train rapide au bon moment » en éliminant les trains les plus lents de la grille horaire considérée. L'objectif est alors de mesurer la présence de liens rapides dans les périodes de pointe du matin et du soir.

---

98 P. Haggett, Geography, a global synthesis (Harlow: Prentice Hall, 2001).

99 A. L'Hostis et H. Baptiste, « A Transport network for a city network in the Nord-Pas-de-Calais region: linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system », European Journal of Spatial Development (2006), http://www.nordregio.se/EJSD/.

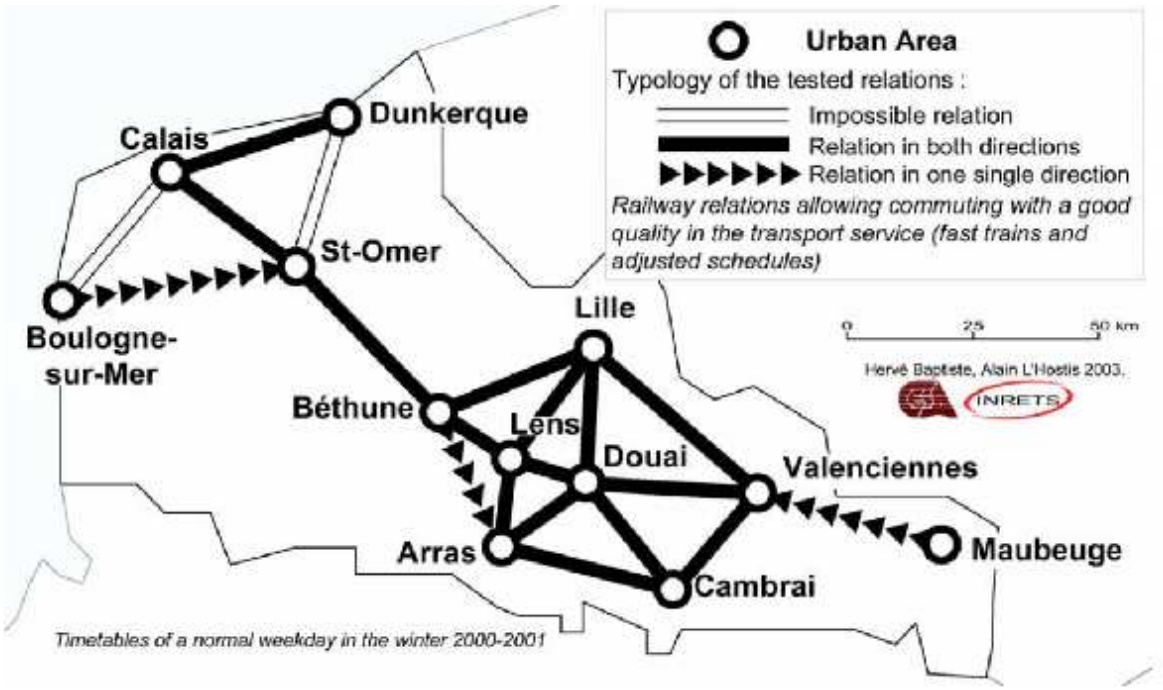


Figure 19 les allers retours à la journée entre les villes de la région Nord-Pas-de-Calais

L'outil développé permet de construire deux analyses : une mesure de la cohésion territoriale du réseau de villes étudié et une mesure de l'adéquation du système de transport à un type de besoin contraint de mobilité vers le travail, élément stratégique tant sur le plan de la performance économique de la région dans son ensemble que de la dimension sociale d'une offre ferroviaire donnant accès à des emplois éloignés.

2.4.3.4) Les travaux dans le cadre du programme ESPON

On trouve ensuite un travail à l'échelle européenne sur les allers retours à la journée appliquée sur le mode aérien[100]. La trame urbaine retenue est issue des réflexions sur la structure polycentrique préconisée dans le SDEC (ESDP) telle qu'elle est proposée sous le vocable des MEGA Métropoles Européennes de Croissance. Le mode aérien est analysé, en appliquant une approche horaire.

L'indicateur se veut complémentaire des mesures proposées par Spiekermann et Wegener dans le même rapport[101] (cf plus haut partie sur l'accessibilité dans ESPON).

[100] P. Mathis et al., Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion, 2004, http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

[101] Ibid.

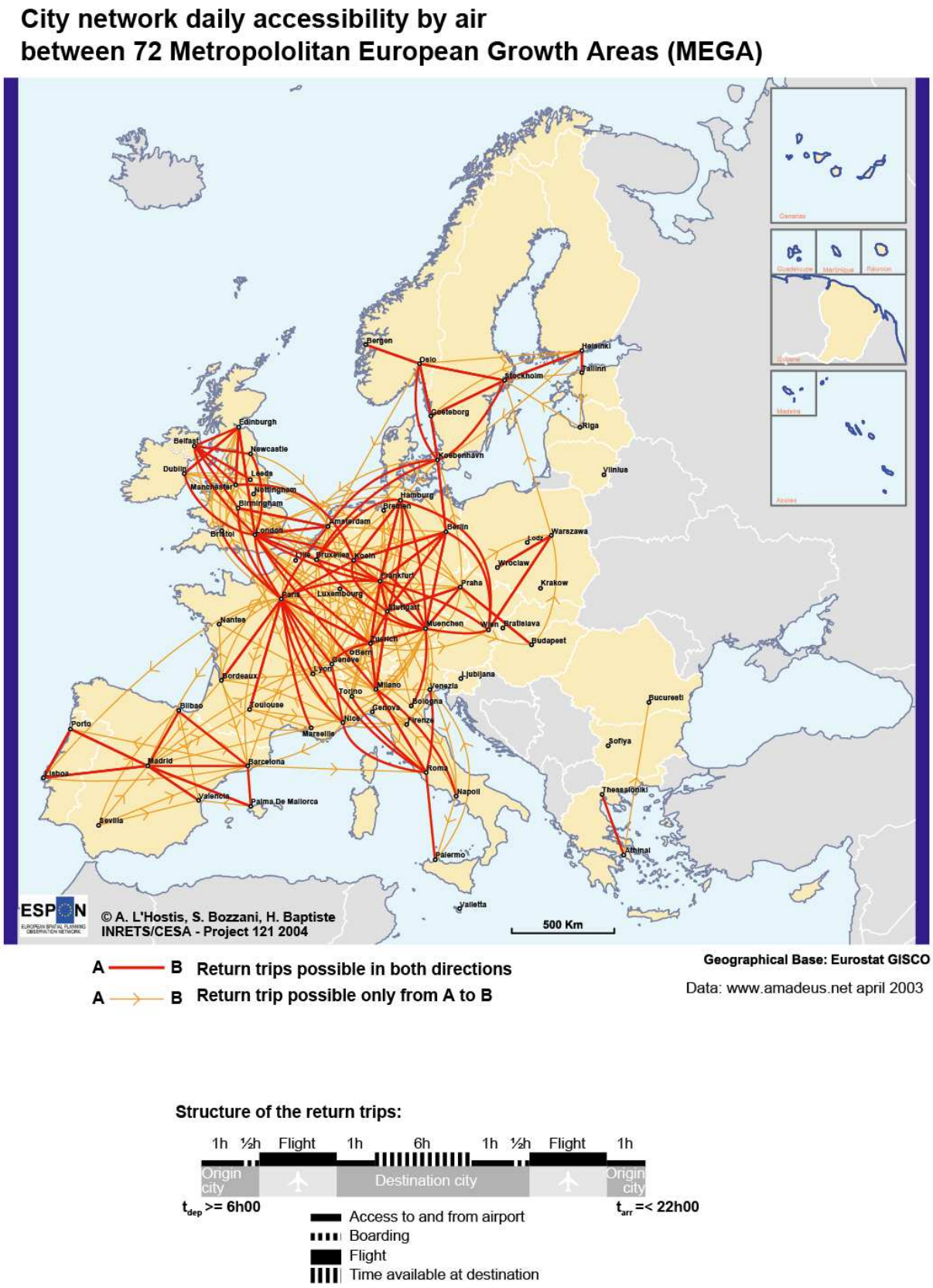


Figure 20 Accessibilité quotidienne entre les 72 Métropoles Européennes de Croissance (MEGA) en 2003

Enfin, le développement le plus abouti est proposé dans un autre projet ESPON, le projet FOCI sur les facteurs de la compétitivité urbaine[102]. L'application combine l'offre aérienne et ferroviaire, de manière multimodale et intermodale. Ainsi elle permet de montrer le degré d'ouverture de métropoles comme Lille, ne possédant pas d'aéroport international mais pouvant accéder via une liaison intermodale TGV-avion avec Charles de Gaulle à une offre très développée. (cf Figure 25 La contactabilité multimodale et intermodale aérienne et ferroviaire en Europe en 2009, page 47).

2.4.3.5) Les paramètres de la contactabilité : caractériser le champ d'application

Les paramètres principaux des applications recensées sont présentées dans le tableau de synthèse qui suit.

	Tornqvist	Erlandsson	Baptiste	L'Hostis	L'Hostis
Année	1973	1979	2003	2004	2010
Echelle	Nationale	Européenne	Régionale	Européenne	Européenne
Modes	Air, rail, voiture	Air, voiture, bateau, train	Rail	Air	Air, Rail, rail+Air
Conditions de l'offre		3 fois entre lundi et vendredi	Jour ouvrable de base hiver 2000	Un mardi de l'hiver 2003	Un mardi de l'hiver 2009
Offre	Horaires et temps minimum	Horaires et temps minimum	Horaires	Horaires	Horaires
Temps à destination	> 4h et [9h-17h]	> 4 h	> 8 + 1 h	> 6 h	> 6 h
Enveloppe temporelle	>6 h	> 6 h	> 6 h	> 6 h	> 5 h
	< 23 h	< minuit	< 20 h	< 22 h	< 23h

Tableau 2 Synthèse des paramètres des principales applications de la contactabilité

On constate à la lecture du tableau synthétique qu'une grande diversité de territoires se prête à une analyse de type contactabilité, d'un espace continental à un espace régional. Les modes de transport considérés sont aussi très divers, pris isolément (multimodalité) ou pris dans des chaînes complexes (intermodalité). On note que l'espace-temps est considéré à chaque fois de manière privilégiée sous forme d'horaires, et non pas par des durées minimum de transport entre lieux.

Les paramètres des temps disponibles à destination correspondent en priorité à la nature des activités, au sens de la Time-Geography, exercées dans les lieux distants. Ces paramètres seront très différents entre une journée type de travail salarié et une possibilité de réunion sur une demi-journée.

[102] Moritz Lennert et al., Future Orientations for Cities final report (ESPON, 2010), http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/foci.html.

Les paramètres de l'enveloppe du départ et du retour au domicile sont aussi variables en fonction du type de déplacement. Une considération doit ici être notée : le choix d'une plage horaire plus grande entre les deux dernier projets de 6-22 h à 5-23 h a répondu à un souci de bien capter les premières vagues de décollage des hubs aériens, et de tenir compte d'une plus grande flexibilité du temps personnel des individus.

2.5) Usages de la contactabilité : méthode, indicateurs, applications, limites

2.5.1) Préambule méthodologique : modélisation horaire et accessibilité

Le temps de travail a été divisé par deux en moins d'un siècle et le temps moyen de sommeil a été réduit de 9 à 7h30 ; le temps libre s'en est trouvé multiplié par 5[103]. De ce fait, les heures dites creuses[104] ont été réduites. Néanmoins, « *l'occupation et la pratique de l'espace, dans nos sociétés modernes, sont trop tributaires des horaires et des calendriers pour occulter cette régulation. Il semble ainsi que les heures de pointes continuent de rythmer le fonctionnement des espaces métropolitains […]* »[105] Cela est renforcé par le constat de L. Bertolini, F. Le Clercq et L. Kapoen à propos des trajets domicile-travail : « *[…] à cause de leur caractère obligatoire, ils ont un impact plus que proportionnel sur le fonctionnement quotidien d'une région urbaine.* »[106]

Le meilleur temps de parcours apparaît comme un indicateur synthétique pertinent et demande une méthode simple. Néanmoins, il faut prendre garde à son utilisation car il ne renseigne que sur un état de l'accessibilité à un instant précis, ce qui signifie que l'accessibilité peut varier d'une minute à l'autre.

Grâce à la modélisation horaire, la mesure de l'accessibilité peut être réalisée à toute heure. Le fait de disposer des horaires des différents modes de transports collectifs permet aussi de procéder à des simulations par modification des horaires ou par ajout d'une grille horaire correspondant à une nouvelle ligne ou un nouveau mode. Elle permet de procéder à des calculs avec des contraintes sur l'heure d'arrivée à un ou plusieurs nœuds (avec une ou plusieurs origines) et des contraintes sur l'heure de départ depuis un ou plusieurs nœuds (vers une ou plusieurs destinations). L'analyse des résultats issus des calculs d'accessibilité avec contraintes horaires demande quelques précautions car l'accessibilité peut varier à chaque minute de la journée. Néanmoins, la modélisation horaire et l'outil que nous avons utilisé (MapNod) permettent de réaliser des analyses de l'accessibilité tout au long de la journée. Il nous faut préciser certains points avant de présenter une illustration de cette possibilité.

---

103 L. Vodoz, C. Jemelin, et B. Pfister Giauque, *Les territoires de la mobilité: l'aire du temps* (Lausanne: PPUR presses polytechniques, 2004); Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

104 Nous les entendons comme des périodes d'activité réduite.

105 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur », p.168.

106 Bertolini, Le Clercq, et Kapoen, « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward », p.210. « *However, because of their highly constrained nature they have a more than proportional impact on the day-to day functioning of an urban region* »

Nous nous appuyons sur des travaux d'U. Erlandsson qui met en évidence l'importance de l'accessibilité en termes de distance-temps. La voiture permet théoriquement[107] de se déplacer à n'importe quel moment de la journée. Un individu ne disposant pas de véhicule particulier motorisé, sera dépendant des transports collectifs. Ces déplacements seront donc contraints par des grilles horaires[108]. Il faut donc se poser la question de la réelle distance-temps existante entre deux lieux.

Pour ce faire U. Erlandsson propose la technique suivante[109] :

- calculer l'accessibilité horaire en transports collectifs entre deux lieux ;
- la schématiser afin de connaître la distance-temps séparant un lieu d'un autre à une heure précise (il s'agit du temps de déplacement et du temps d'attente avant le départ du mode de transports collectifs choisi et éventuellement des temps de correspondances) ;
- effectuer la comparaison avec la distance-temps de déplacement en voiture particulière schématisée en fonction de la distance séparant les deux lieux et d'une vitesse constante et d'un accès ne variant pas.

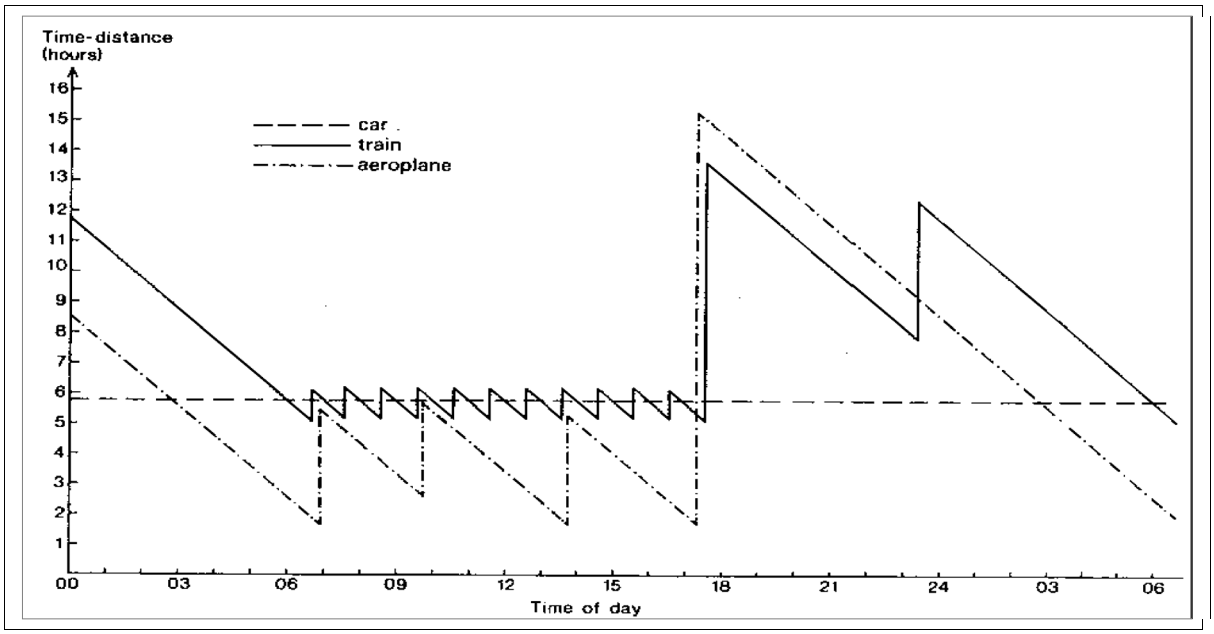


Figure 21 Time-distance between Växjö and Stockholm, Monday to Friday, September 1980. Source: Erlandsson, 1982

La figure montre la variation de l'accessibilité d'un lieu à partir d'un autre en fonction du mode choisi (train, voiture, avion). Cette variation dépend de la vitesse du mode et surtout des contraintes horaires (grille horaire des trains).

L'accessibilité en termes de distance-temps demande de disposer de données horaires très précises d'un lieu à un autre. De plus l'accessibilité dépend aussi des fréquences des transports collectifs et tout simplement aussi de leur présence et de leur desserte du territoire.

---

107 En omettant volontairement les éléments suivants : le besoin en énergie, la nécessité de disposer d'infrastructures, d'un matériel en bon état de marche, l'état du trafic, les conditions météo, le type de véhicule, le comportement du conducteur, …

108 U. Erlandsson, « What Is Time Distance? », *Area* 14, n°. 2 (1982): 167-170.

109 Ibid.

Néanmoins, l'accessibilité en termes de distance-temps apparaît beaucoup plus utile pour l'analyse et la prise de décisions que la distance géographique[110].

La représentation de l'accessibilité horaire peut permettre de mettre en évidence les problèmes et les obstacles présents dans les déplacements en transports collectifs.

Nous nous sommes appuyés sur ces bases théoriques pour construire un graphique représentant l'évolution des temps de parcours (comprenant les temps de trajets et les temps de correspondance) en transports collectifs entre deux lieux avec une contrainte sur l'heure d'arrivée. Nous avons procédé à des calculs (sous MapNod) en fonction d'une contrainte sur l'heure d'arrivée minute par minute sur une journée complète.

110 Ibid.

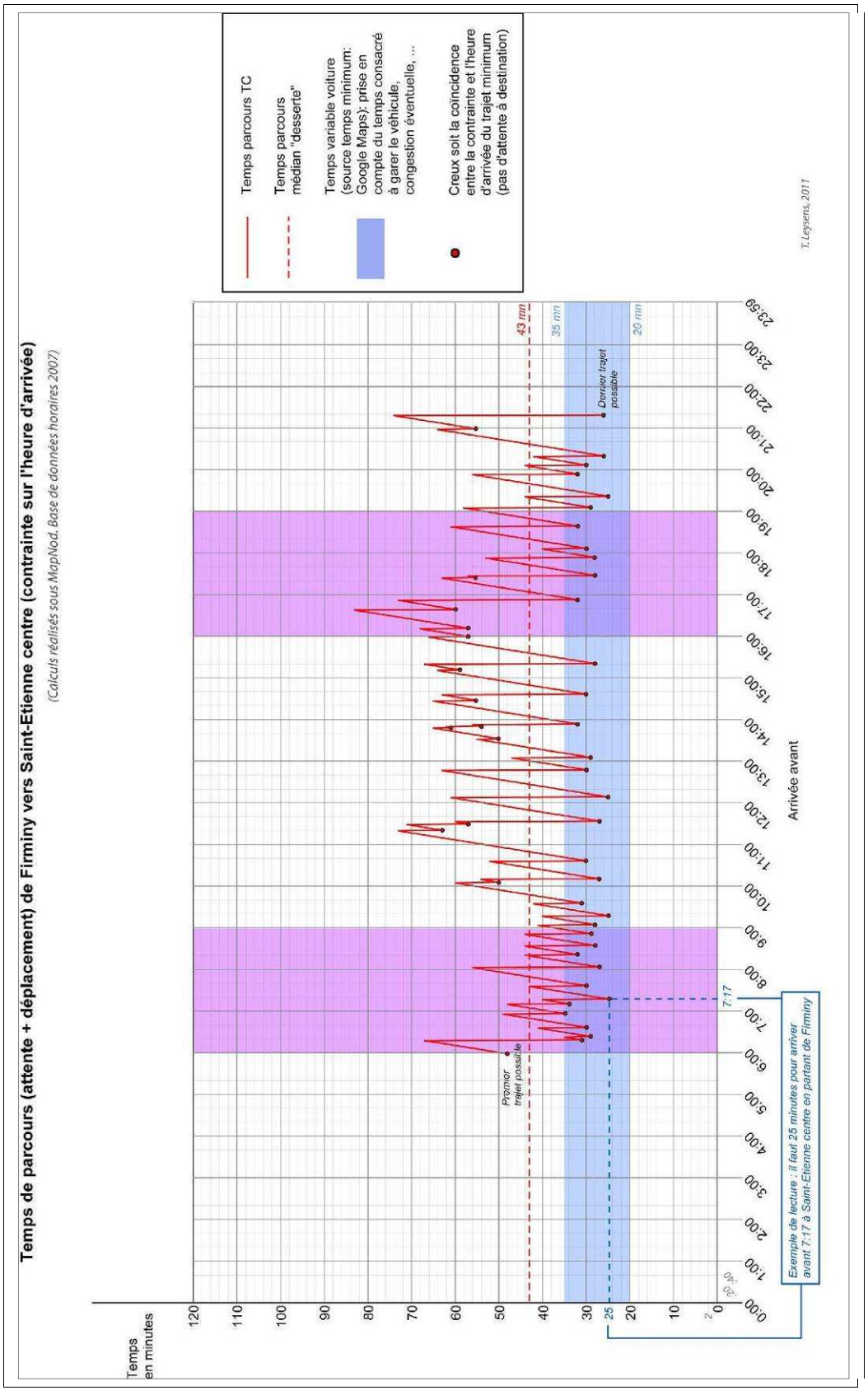


Figure 22 Evolution du temps de parcours de Firminy vers Saint-Etienne centre (contrainte sur l'heure d'arrivée). Réalisation : T. Leysens, 2011 Source : Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail ».

La modélisation donne la possibilité d'étudier chacun des plus courts chemins entre un nœud et un autre pour un trajet donné : temps d'attente, modes empruntés, … Cela donne l'opportunité de mettre en évidence les incohérences ou les obstacles pour effectuer un déplacement. Elle permet aussi d'étudier l'évolution de l'accessibilité entre deux ou plusieurs nœuds en procédant à une série de calculs en changeant un seul facteur : l'heure (d'arrivée ou de départ). Les contraintes horaires ne peuvent être négligées. En effet, ne pas tenir compte des horaires signifierait que les modes de transports collectifs sont disponibles à tout moment et que les infrastructures routières ne souffrent d'aucune congestion, en bref, que l'accès au réseau et la circulation sont possibles de manière continue et homogène[111]. « *La collecte des grilles horaires va permettre de préciser l'évaluation, en approchant davantage le fonctionnement « réel » du réseau. Celui-ci est appréhendé dans sa fonctionnalité temporaire, grâce à la prise en compte de la périodicité de la desserte pour les modes de transports collectifs. Les indicateurs associés approchent le point de vue de l'usager, en ce sens qu'on modélise alors un réseau « fluctuant » dans la journée en fonction des horaires de passage des véhicules. Les indicateurs proposés ne permettent pas, néanmoins, de rendre compte des pratiques de déplacement ; ils peuvent en tenir compte, mais en les simplifiant nécessairement.* »[112]

Le logiciel utilisé pour la modélisation doit permettre d'élaborer un graphe orienté ou digraphe, c'est-à-dire un graphe dont les arêtes sont orientées (sens de fonctionnement, origine, destination), donc des arcs. Le graphe construit est un graphe valué (les arcs ont un poids). Le logiciel MapNod répond aux critères évoqués et permet de réaliser une modélisation géoréférencée.

Les mesures de l'accessibilité portant sur un réseau de transports collectifs se font grâce à des calculs du plus court chemin, car on considère que l'individu se déplaçant d'un point (ou nœud) à un autre du réseau prend toujours le chemin le plus court (en termes de durée concernant une modélisation horaire). Ce choix de l'individu pour le chemin le plus court pourrait être remis en cause pour des critères économiques, c'est-à-dire si le chemin le plus court représente un coût économique supérieur (de manière importante) à un chemin plus long. Un individu peut aussi choisir un autre chemin pour des raisons de confort (éviter les ruptures de charge, préférer certains modes à d'autres, …). « *Les algorithmes du plus court chemin permettent ainsi de définir des accessibilités entre un couple de nœuds. Ils sont basés sur le principe de sous-optimalité, ce qui veut dire que pour chaque nœud* x *intermédiaire dans le plus court chemin entre l'origine* o *et la destination* d*, le sous-chemin entre* o *et* x *est le plus court chemin entre* o *et* x. »[113]

Il existe de nombreux algorithmes de chemins minimaux, mais pour A. Conesa, celui de Dijkstra-Moore apparaît comme un des plus simples et des moins chronophages. Il demande un graphe orienté et connexe (n'importe quel nœud peut être atteint à partir de n'importe quel autre). De plus, les arcs doivent être de valeur positive ou nulle. « *[…] l'algorithme de*

---

111 L. Chapelon, « Offre de transport et aménagement du territoire: évaluation spatio-temporelle des projets de modification de l'offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport » (Laboratoire du CESA, 1997); Philippe Menerault, *Les pôles d'échange en France* (La Documentation Française, 2006).

112 Menerault, *Les pôles d'échange en France*, p.53–54.

113 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur », p.195.

Dijkstra se distingue par le fait qu'il ne teste qu'une seule fois les arcs plus longs que l'arc de référence et les relâche aussitôt sans les stocker […] »[114]

Si l'on tient compte de tous ces éléments, le logiciel MapNod convient pour la modélisation des réseaux de transports collectifs de la région stéphanoise. Il a été développé par L. Chapelon et A. L'Hostis au CESA (Centre d'études supérieures d'aménagement) dans les années 1990 puis a été amélioré régulièrement depuis.

Il permet la constitution d'un graphe horaire, ce qui est une caractéristique qu'il ne partage avec aucun autre modèle de transport[115]. Un graphe horaire signifie que les horaires sont liés au graphe. Cette liaison est permise grâce à la constitution d'un p-graphe, « *[…] dans lequel plusieurs arcs ont la même origine et la même destination […]. Il faut en fait visualiser le p-graphe en trois dimensions : p représente alors le nombre de couches d'arcs s'entassant les unes sur les autres entre deux nœuds, c'est-à-dire chaque relation physique à un moment donné de la journée représente un arc. […] Le p-graphe permet donc de modéliser l'ensemble des missions d'une journée, c'est-à-dire l'ensemble des horaires de transport d'une journée.* »[116]

La figure ci-après est un exemple d'indicateur possible pour étudier l'accessibilité horaire interurbaine.

---

114 Ibid., p.196.

115 Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ». Cela est en train de changer notamment depuis la création de Musliw, élaboré au CETE Nord-Picardie.

116 Ibid., p.197.

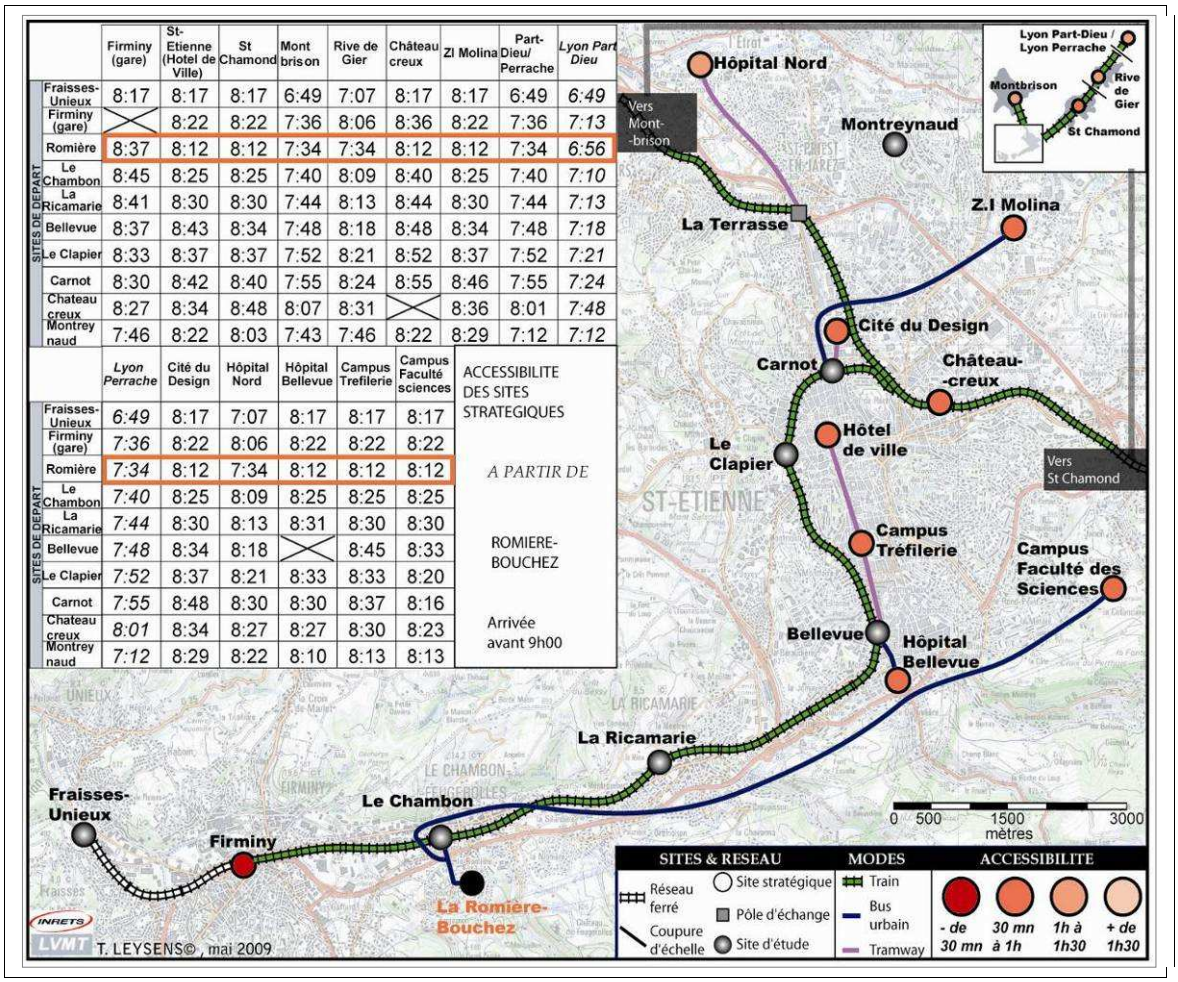


Figure 23 - Exemple de mesure d'accessibilité horaire multimodale au départ de la Romière-Bouchez (commune de Le Chambon-Feugerolles). Réalisation : T. Leysens, 2009 Source :Ibid.

Ce type de document (cf. figure précédente) constitue un indicateur d'accessibilité horaire à des sites majeurs d'activités à partir du quartier en renouvellement urbain de la Romière-Bouchez[117], pour une arrivée prévue avant 9h00. Il indique aussi les différents modes de transports collectifs et les chemins empruntés. Un tableau complète ces informations en donnant les horaires de départ à respecter pour arriver à destination avant 9h00 en partant de la Romière-Bouchez et en partant d'autres sites présentant un intérêt pour le renouvellement urbain sur la ligne Saint-Etienne/Firminy, ce qui permet d'effectuer des comparaisons[118].

Détaillons l'explication de cette carte :

- **le titre :** « Accessibilité des sites stratégiques à partir de la Romière-Bouchez (arrivée avant 9h00 ». La carte et le tableau sont des représentations de résultats issus du modèle MapNod. Le titre signifie donc que la fiche présente l'accessibilité (définie comme la plus ou moins grande facilité pour atteindre un lieu en vue d'y exercer une activité) des sites stratégiques en partant de la Romière-Bouchez et en utilisant les

117 Quartier de la commune Le Chambon, située sur la ligne ferroviaire St Etienne-Firminy

118 On peut noter, à propos de cet outil, que lors de la réunion du Comité de pilotage de BahnVille 2 (6 décembre 2007 à la préfecture de la Loire), a très bien été approprié par des acteurs de l'aménagement puisque le maire du Chambon-Feugerolles (J-F. Barnier) s'est appuyé sur cette carte pour souligner au préfet de la Loire (P. Soubelet) les insuffisances de l'offre ferroviaire.

transports collectifs avec une arrivée prévue à ces sites stratégiques strictement avant 9h00. Nous avons choisi 9h00 (nous avons aussi testé une arrivée avant 8h00 ainsi que des départs des sites stratégiques vers les sites d'études à partir de 17h00 et de 18h00 comme le montrent les tableaux ci-après) car il s'agit d'étudier l'accessibilité aux heures de pointes dans l'optique d'un déplacement domicile/travail ou domicile/étude dans un premier temps ;

- **la légende :** la section « Sites et réseau » permet de localiser les sites d'études (appelés aussi sites à enjeux), les sites stratégiques et les pôles d'échanges ainsi que le réseau ferré (s'il est emprunté, il prendra la forme et la couleur définies dans la section « Modes »). La section « Modes » identifie les modes activés et donc empruntés pour se rendre de la Romière-Bouchez à un site stratégique. La section « Accessibilité » donne une indication sur la plus ou moins grande facilité avec laquelle on atteint un site stratégique avant 9h00 en partant de la Romière-Bouchez, cela grâce à un dégradé de rouge (du plus vif, bonne accessibilité ; au plus pâle, mauvaise accessibilité).
- **Exemple :** on souhaite connaitre l'accessibilité la Romière-Bouchez/ZI Molina. On constate qu'il faut prendre un bus pour se rendre jusqu'au Chambon, puis opérer un changement de mode (du bus au train). Il faut ensuite effectuer une correspondance bus/bus (à Carnot) pour atteindre la ZI (Zone industrielle) Molina. La couleur indique qu'il faut entre 30 mn et 1 heure pour effectuer ce trajet (pour une arrivée avant 9h00). Le tableau permet de comparer le site d'étude aux autres sites étudiés.

L'analyse de l'accessibilité interurbaine demande de se pencher sur la mobilité, notamment dans un cadre professionnel.

2.5.2) Définitions et usages des indicateurs de la contactabilité :

2.5.2.1) Émission/réception

Les indicateurs de la contactabilité, c'est à dire la possibilité de contacter un individu dans une destination lointaine peuvent donner lieu à deux sens de lecture du niveau des lieux. Au lieu de départ et au lieu d'arrivée.

Un lieu de départ permettant d'atteindre de nombreux lieux de contact est un endroit pertinent pour développer un activité nécessitant des contacts variés.

Un lieu d'arrivée joignable par de nombreux lieux de d'origine de la contactabilité est un endroit où l'on peut envisager de développer des activités du contact : colloques, congrès, formations, etc.

« outbound maximum stay time »	Depuis un centre vers tous les autres	Fonction d'émission	Localiser une activité économique qui maximise le « potentiel de contact »
« Inbound maximum stay time »	Vers un centre au départ de tous les centres	Fonction de réception	Localiser une base de commandement, ou un point de ralliement (colloques, séminaires, foires)

Tableau 3 : les deux indicateurs de base de la contactabilité, fonctions d'émission et de réception

Il est certain que les deux sous indicateurs sont très fortement corrélés l'un à l'autre car les véhicules qui permettent d'effectuer ces déplacements circulent nécessairement dans les deux sens de manière équilibrée. Une des principales contraintes étant liée à la localisation des dépôts de matériel, souvent concentrés pour des raisons d'organisation de la maintenance.

La mesure à l'échelle européenne, illustrée sur la carte suivante, met l'accent sur l'adaptation des vagues de décollage et d'atterrissage des avions aux contraintes imposées par le calcul de la contactabilité.

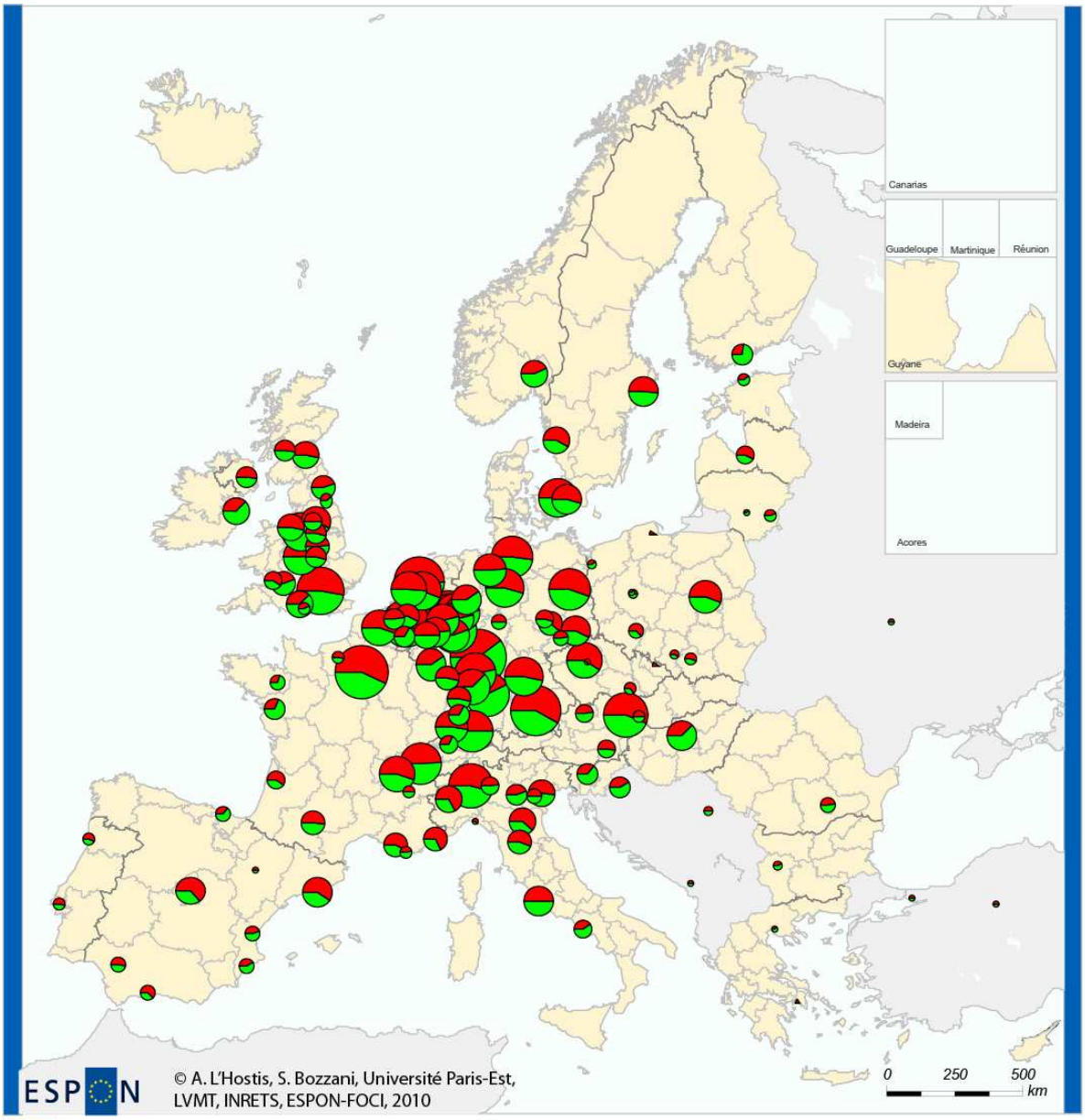


Figure 24 : les fonctions d'émission et de réception de l'indicateur de contactabilité calculées à l'échelle européenne

2.5.2.2) Intérêt des indicateurs pour l'analyse territoriale et des projets de transports

Les indicateurs de la contactabilité permettent d'apporter des éléments pour l'analyse territoriale et pour l'évaluation des projets de transport.

Pour l'analyse territoriale en particulier, et en complément des mesures classiques de l'accessibilité, on peut évaluer la qualité de relations dans l'espace, au delà de la mesure du niveau d'accessibilité d'un lieu. On peut construire une lecture globale du potentiel de contact d'un lieu et aussi cartographier le réseau des contacts possibles pour mieux comprendre les liens potentiels existant entre les métropoles.

Pour l'analyse des projets de transport, la contactabilité propose une indication forte des maillons manquants dans un espace territorial. Si la cohésion territoriale est un enjeu, alors le réseau transport doit chercher à relier les parties disjointes du territoire. Comme le montre la contactabilité européenne aérienne en 2006, les Pyrénées restent une des frontières fortes de l'espace communautaire, pour deux raisons qui se superposent : la faiblesse relative des métropoles françaises Toulouse et Bordeaux comparées à leurs homologues espagnoles Bilbao et surtout Barcelone et le tropisme de ces métropoles inscrites de manière privilégiées dans des espaces nationaux.

La mesure réalisée en 2009 confirme en grande partie ce diagnostic.

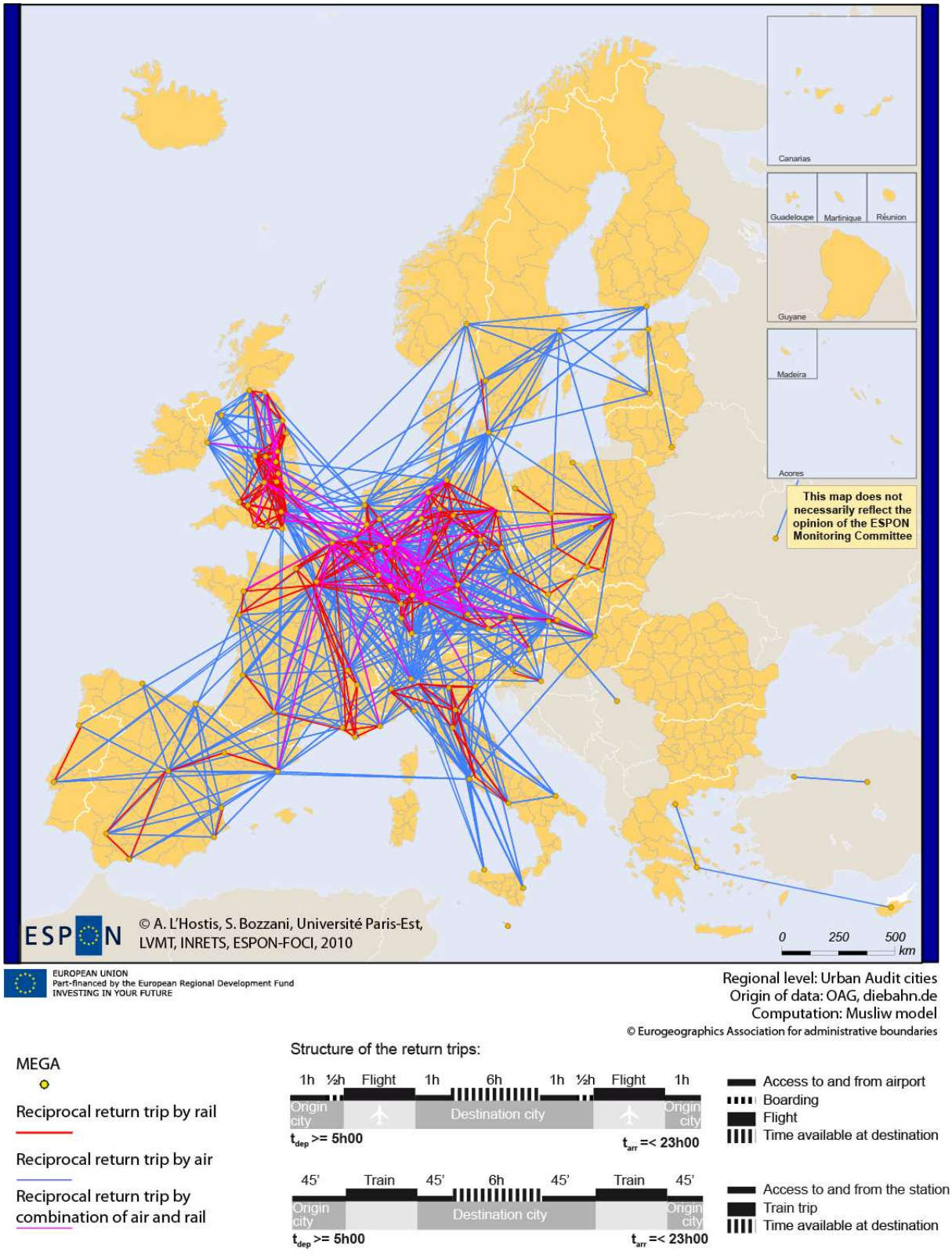


Figure 25 La contactabilité multimodale et intermodale aérienne et ferroviaire en Europe en 2009

En effet on constate que le mode ferroviaire est absent des relations transpyrénéennes et que le mode aérien opère mais seulement à plus grande distance : Barcelone est contactable depuis Paris mais pas depuis Bordeaux ou Toulouse et la réciproque est vraie. Toulouse et Bordeaux sont reliées à Madrid seulement

2.5.3) Extension du champ d'application : les nuitées et les week-end

Comme on l'a vu le domaine d'application des indicateurs de la contactabilité est très largement concentré sur la mobilité sur une seule journée. On trouve chez Erlandsons des tentatives d'intégrer des déplacement comportant un nuitée, mais pas de calcul effectif.

Dans le cadre d'une volonté largement admise d'étendre l'analyse de la mobilité au delà des catégories principalement étudiées que sont les déplacements quotidiens pour motif travail, on peut se poser la question de l'intérêt et de la faisabilité d'une extension du domaine d'application de ces indicateurs.

Comme on pu le constater lors de la mise au point des indicateurs à l'échelle européenne dans le programme ESPON, la qualité d'un indicateur est d'être suffisamment discriminant tout en cherchant à réduire l'aspect arbitraire des seuils. S'agissant d'une mesure de la position géographique, le caractère discriminant vise à construire un indicateur qui ne tende pas considérer que tourtes les localisations se valent. Or la construction d'un chemin minimal horaire au travers de l'espace européen montre que les modes rapides permettent d'atteindre assez rapidement une très large partie du territoire. Ce sont les contraintes d'une aller-retour à journée, contraintes de quotidienneté, qui permettent de filtrer l'ensemble des chemins possible pour produire un indicateur à la fois signifiant et discriminant.

Les ajustements successifs de l'indicateur au travers de l'extension de la plage utile dans la journée de 5-22 h à 6-23 h ont montré la sensibilité de l'indicateur. Nous avons testé dans le cadre de ce travail la mesure du nombre de liens possibles assouplissant les contraintes, sur un trajet pouvant nécessiter une nuitée sur place entre 129 FUA[119] correspondant à 248 noeuds de transport gares et aéroports.

Durée disponible à destination	6h	0h	-6h
Nombre d'allers retours	9 307	39 975	58 812
Proportion du total des 76 500 chemins obtenus[120] (caractère discriminant de la mesure)	12 %	52 %	77 %

Tableau 4 test de sensibilité du filtrage des chemins : les difficultés de l'extension aux nuitées

Ce test de sensibilité montre que le caractère discriminant de l'indicateur disparaît assez rapidement avec l'assouplissement du temps disponible à destination dans le cadre d'un trajet avec nuitée. Dit autrement, cela signifie que la part d'allers retours réalisables s'approche du maximum théorique. Ce trajet est réalisable sur presque tous les couples de villes. En Europe presque toute ville est accessible à toute autre à condition de passer une nuit sur place.

Ainsi l'indicateur des allers retours deviendra non discriminant pour la mesure de l'accessibilité.

Cette conclusion sur les nuitées vaut à fortiori sur les week-end. Notons à ce sujet une difficulté supplémentaire dans l'accès aux données, en effet la base construite pour ESPON est basée sur un jour type de la semaine. L'offre sur les jours de la semaine et du week-end n'a pas été recueillie empêchant le test de l'indicateur sur la période du week-end. C'est donc dès le recueil des données qu'il faut prévoir ce type de développement.

---

119 Functional Urban Areas considérées dans le projet ACME pour la DATAR en 2011.

120 Cette somme est supérieure à la combinatoire des nœuds de transport considérés 248 x 248 = 61504 à cause des multiples combinaisons intermodales.

2.5.4) Un test d'utilisation : évaluation d'un projet de LGV

Afin de montrer l'utilité des indicateurs de contactabilité que nous avons présentés, nous allons exposer un test consistant à simuler une nouvelle ligne de TGV et à procéder à des calculs d'accessibilité dans le cadre d'aller-retour dans la journée. Ce test nous permet de présenter les méthodes employées pour modéliser et simuler cette nouvelle offre et ses impacts en termes de contactabilité. Nous montrerons aussi l'utilité des indicateurs de contactabilité dans le calcul économique et les pistes à explorer pour améliorer le calcul de la valeur économique nette.

2.5.3.1) Modélisation de l'offre future : simulation d'une grille horaire

Essayer de prévoir les impacts – en termes d'accessibilité – de l'implantation d'une nouvelle ligne de TGV et d'une nouvelle gare TGV, demande de procéder à des simulations et de passer par une modélisation.

Les indicateurs de contactabilité demandent des données précises en termes d'horaires puisqu'il s'agit, comme on l'a vu, de mesurer les aller/retour possibles dans une journée, le temps disponible à destination ainsi que les lieux accessibles dans ce cadre. Il convient donc d'acquérir les horaires des missions de trains (TGV, TER, RER, …) et les horaires des vols nationaux et internationaux en premier lieu, puis de simuler une nouvelle grille horaire de trains en sélectionnant les missions les plus à même d'impacter l'accessibilité. Il s'agit de modifier les horaires et d'ajouter une nouvelle gare (ici à l'aéroport d'Orly) dans le cadre du projet interconnexion Sud sur lequel nous avons choisi de nous appuyer pour illustrer les méthodes employées.

Il faut ici préciser que nous simulons l'implantation d'une nouvelle gare ainsi que de nouveaux horaires sans envisager l'ensemble des changements possibles et conséquents au développement d'une nouvelle ligne de TGV (changements d'horaires des autres lignes pour assurer l'ensemble des correspondances, changements des horaires des transports collectifs urbains en fonction de la nouvelle offre ferroviaire, …), ce qui serait, de toutes façons impossible, sans l'apport d'éléments extrêmement détaillé et d'un travail en collaboration avec tous les acteurs de l'aménagement concerné. Ce n'est pas le sujet du présent rapport.

Il apparaît pertinent de présenter quelques points de méthode avant d'exposer les moyens nécessaires à la réalisation d'une telle simulation et les résultats obtenus.

2.5.3.2) Méthode

Il apparaît ici utile de rappeler quelques éléments concernant la modélisation horaire. « *La collecte des grilles horaires va permettre de préciser l'évaluation, en approchant davantage le fonctionnement « réel » du réseau. Celui-ci est appréhendé dans sa fonctionnalité temporaire, grâce à la prise en compte de la périodicité de la desserte pour les modes de transports collectifs. Les indicateurs associés approchent le point de vue de l'usager, en ce sens qu'on modélise alors un réseau « fluctuant » dans la journée en fonction des horaires de passage des véhicules. Les indicateurs proposés ne permettent pas, néanmoins, de rendre compte des pratiques de déplacement ; ils peuvent en tenir compte, mais en les simplifiant nécessairement.* »[121]

Le logiciel utilisé pour la modélisation doit permettre d'élaborer un graphe orienté ou digraphe, c'est-à-dire un graphe dont les arêtes sont orientées (sens de fonctionnement,

[121] Menerault, *Les pôles d'échange en France*, p.53–54.

origine, destination), donc des arcs. Le graphe construit est un graphe valué (les arcs ont un poids).

Les mesures de l'accessibilité portant sur un réseau de transports collectifs se font grâce à des calculs du plus court chemin, car on considère que l'individu se déplaçant d'un point (ou nœud) à un autre du réseau prend toujours le chemin le plus court (en termes de durée concernant une modélisation horaire). Ce choix de l'individu pour le chemin le plus court pourrait être remis en cause pour des critères économiques, c'est-à-dire si le chemin le plus court représente un coût économique supérieur (de manière importante) à un chemin plus long. Un individu peut aussi choisir un autre chemin pour des raisons de confort (éviter les ruptures de charge, préférer certains modes à d'autres, …). « *Les algorithmes du plus court chemin permettent ainsi de définir des accessibilités entre un couple de nœuds. Ils sont basés sur le principe de sous-optimalité, ce qui veut dire que pour chaque nœud* x *intermédiaire dans le plus court chemin entre l'origine* o *et la destination* d*, le sous-chemin entre* o *et* x *est le plus court chemin entre* o *et* x. »[122]

Il existe de nombreux algorithmes de chemins minimaux, mais pour A. Conesa, celui de Dijkstra-Moore apparaît comme un des plus simples et des moins chronophages. Il demande un graphe orienté et connexe (n'importe quel nœud peut être atteint à partir de n'importe quel autre). De plus, les arcs doivent être de valeur positive ou nulle. « *[…] l'algorithme de Dijkstra se distingue par le fait qu'il ne teste qu'une seule fois les arcs plus longs que l'arc de référence et les relâche aussitôt sans les stocker […]* »[123]. Il apparaît donc pertinent d'utiliser l'algorithme évoqué dans le cadre d'une modélisation horaire qui nous paraît particulièrement adaptée pour la production d'indicateurs de contactabilité. Il s'agit d'élaborer un graphe horaire. Un graphe horaire signifie que les horaires sont liés au graphe. Cette liaison est permise grâce à la constitution d'un p-graphe, « *[…] dans lequel plusieurs arcs ont la même origine et la même destination […]. Il faut en fait visualiser le p-graphe en trois dimensions : p représente alors le nombre de couches d'arcs s'entassant les unes sur les autres entre deux nœuds, c'est-à-dire chaque relation physique à un moment donné de la journée représente un arc. […] Le p-graphe permet donc de modéliser l'ensemble des missions d'une journée, c'est-à-dire l'ensemble des horaires de transport d'une journée.* »[124]

[122] Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur », p.195.
[123] Ibid., p.196.
[124] Ibid., p.197.

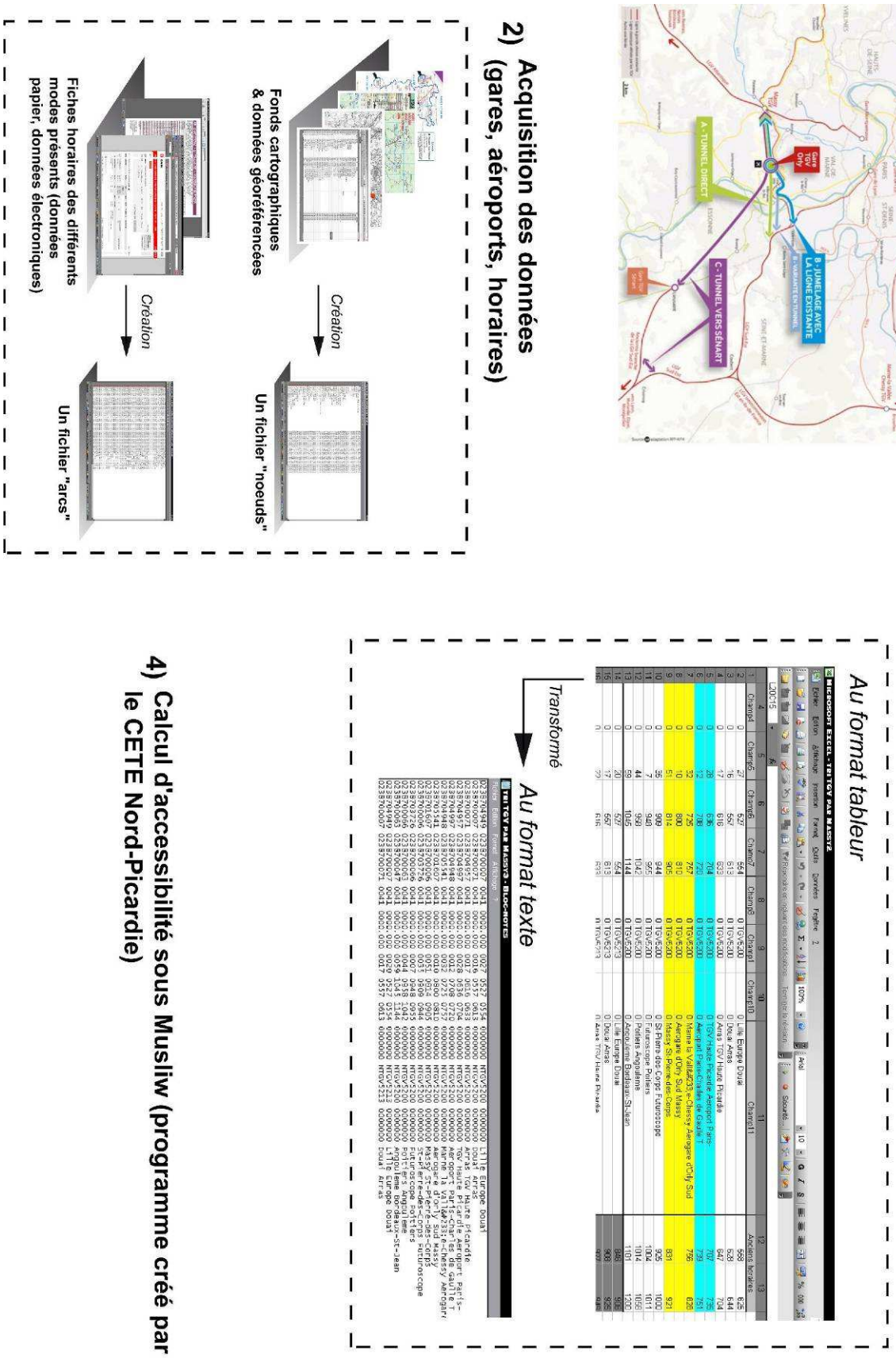


Figure 26 Méthode en vue de modéliser une nouvelle offre ferroviaire.

Il convient d'analyser tout d'abord le projet auquel nous nous sommes intéressés pour la simulation d'une nouvelle offre ferroviaire : le projet interconnexion Sud. Ce projet a été étudié au travers des documents (rapports, cartes, …) disponibles sur le site web de Réseau Ferré de France.

Il faut ensuite modéliser l'offre actuelle de transports collectifs ferroviaires et aériens. Il s'agit de modéliser les arrêts (appelés « nœuds » dans le cadre de la modélisation) de transports collectifs (ici les gares et aéroports) ainsi que les liens (appelés « arcs » dans le cadre de la modélisation) entre ces nœuds. Il convient de rappeler qu'un arc correspond ici à une partie d'une mission avec un horaire précis de départ à un nœud donné et un horaire précis d'arrivée à un autre nœud donné (il est donc aussi question de sens).

L'ensemble des informations nécessaires pour constituer le fichier des nœuds et le fichier des arcs est issu de données électroniques principalement. Ces informations sont ensuite mise en forme pour pouvoir être traitées par le programme Musliw.

Il est procédé à une première série de calculs afin de déterminer l'accessibilité et la contactabilité actuelle (allers/retours journée possibles avec l'offre ferroviaire et aérienne actuelle). Il faut ensuite modéliser une nouvelle offre ferroviaire afin de simuler la nouvelle interconnexion sud. Il s'agit donc d'étudier le fichier arcs construit en vue de la modélisation de l'offre actuelle et de modifier certaines missions de trains et/ou d'en créer. Il est question simplement de modifier les horaires et la desserte de certaines missions existantes afin d'obtenir des trains dits structurants en début et en fin de journée desservant la future gare prévue à l'aéroport d'Orly, comme le montre le schéma suivant.

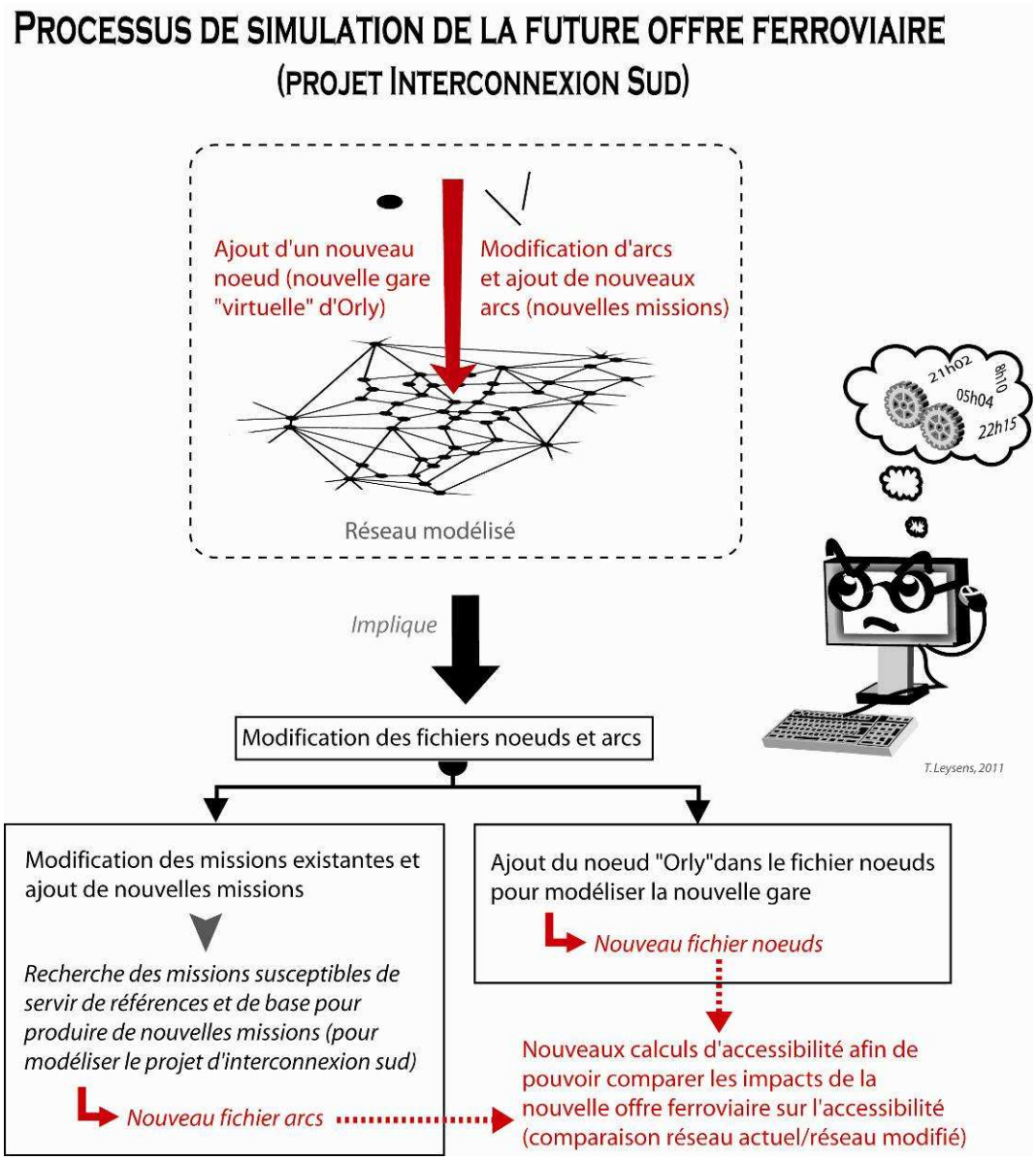


Figure 27 Processus de simulation de la future offre ferroviaire

Plus précisément, nous avons identifié les missions[125] susceptibles d'être modifiées pour les adapter au projet d'interconnexion sud. En l'absence de données suffisantes et précises sur le cadencement et la qualité de la future desserte, il a été décidé de créer des missions virtuelles avec des fréquences élevées pour être certain d'obtenir des résultats significatifs concernant l'accessibilité suite à l'implantation d'une nouvelle gare à Orly et de nouvelles dessertes. Les missions structurantes existantes ont été dupliquées et modifiées (en tenant compte de l'allongement des temps de trajets pour la desserte de la nouvelle gare ainsi que du temps d'arrêt en gare) avec ajout et retrait de 30 et 60 minutes sur les heures d'arrivée et de départ pour chaque gare desservie (calculs effectués sous Excel).

[125] Une mission comporte les informations suivantes : le numéro de mission du train (afin de l'identifier et de la distinguer des autres missions dans une base de données), les horaires d'arrivée et de départ (pour chaque gare desservie) et bien entendu les gares de départ et d'arrivée.

Départ	Arrivée
Bordeaux St Jean	Aéroport Charles de Gaulle
Bordeaux St Jean	Lille Europe
Bordeaux St Jean	Strasbourg
Bruxelles-Midi	Bordeaux St Jean
Lille Europe	Bordeaux St Jean
Lille Europe	Nantes
Lille Europe	Rennes
Lille Europe	Toulouse-Matabiau
Lille Europe	Lorient
Lorient	Lille Europe
Lyon Part-Dieu	Nantes
Lyon Part-Dieu	Rennes
Marseilles St Charles	Nantes
Marseilles St Charles	Rennes
Montpellier St Roch	Nantes
Nantes	Aéroport Charles de Gaulle
Nantes	Lille Europe
Nantes	Lyon Perrache
Nantes	Montpellier St Roch
Nantes	Marseilles St Charles
Nantes	Lyon Part-Dieu
Nantes	Lyon Part-Dieu
Nantes	Strasbourg
Paris Montparnasse	St Malo
Paris Montparnasse	Angoulême
Paris Montparnasse	Nantes
Part-Dieu	Nantes
Rennes	Aéroport Charles de Gaulle
Rennes	Lille Europe
Rennes	Marseilles St Charles
Rennes	Strasbourg
Strasbourg	Bordeaux St Jean
Strasbourg	Rennes
Strasbourg	Nantes

Tableau 5 Terminus des missions structurantes identifiées

Le tableau ci-contre montre les terminus des missions TGV que nous avons pu identifier comme structurantes et qui ont servi de base à la construction de nouvelles missions.

Ce tableau montre qu'une grande partie du territoire est couverte par ces missions (qui bien entendu passent toutes par la gare modélisée d'Orly), mais il ne donne pas le détail des gares desservies et donc la desserte fine du territoire. Afin d'avoir un meilleur aperçu de cette desserte nous avons élaboré une carte illustrée par les deux figures suivantes (sous Google Maps et sous Google Earth) donc le fichier kml a été fourni avec le présent rapport. Ce fichier peut être lu sous Google Earth afin de pouvoir effectuer des zoom ou le compléter si besoin. Il peut constituer une base de travail pour éventuellement représenter de façon plus approfondie les missions sur lesquelles le projet Interconnexion Sud aura un impact quand ce dernier se précisera.

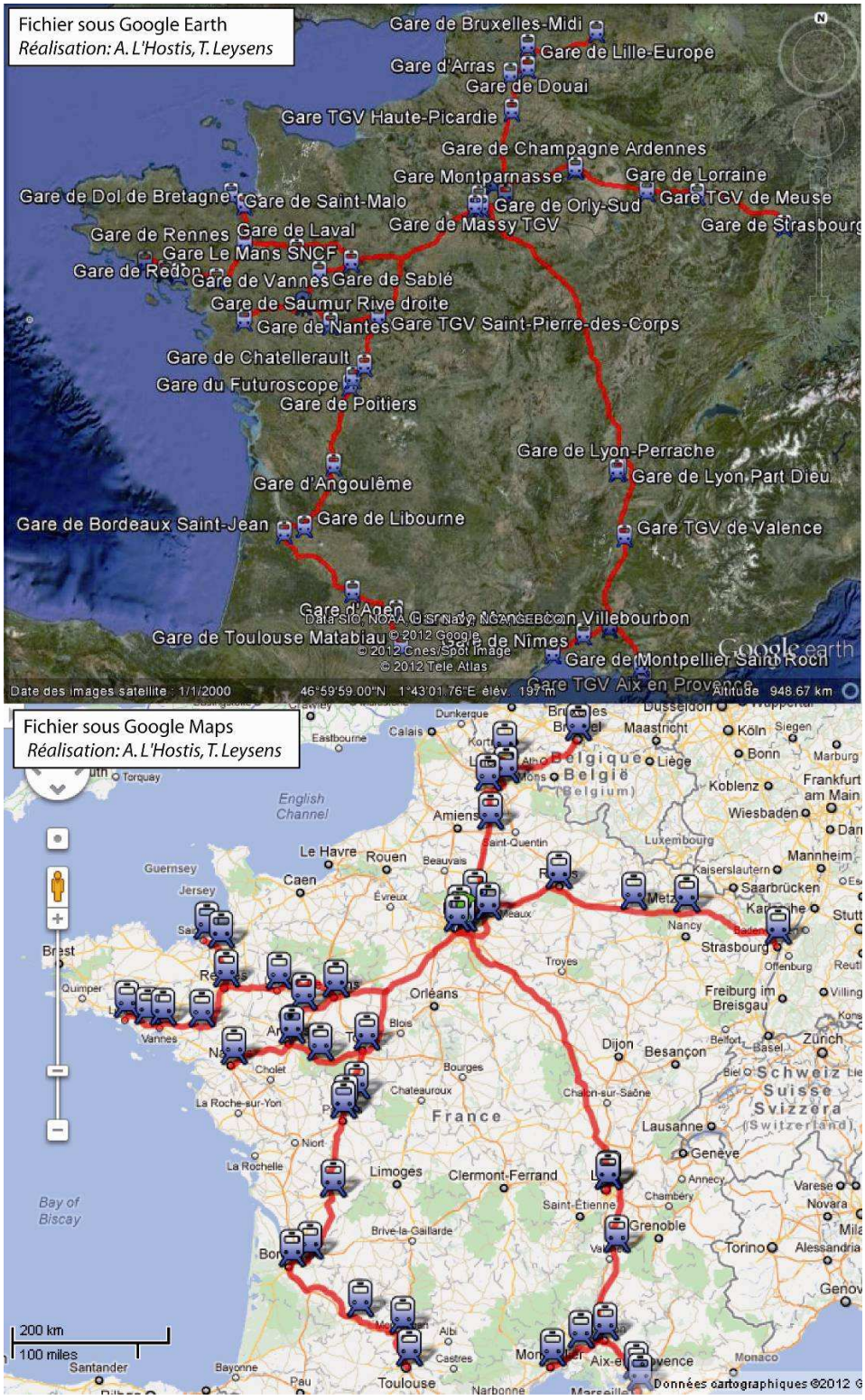


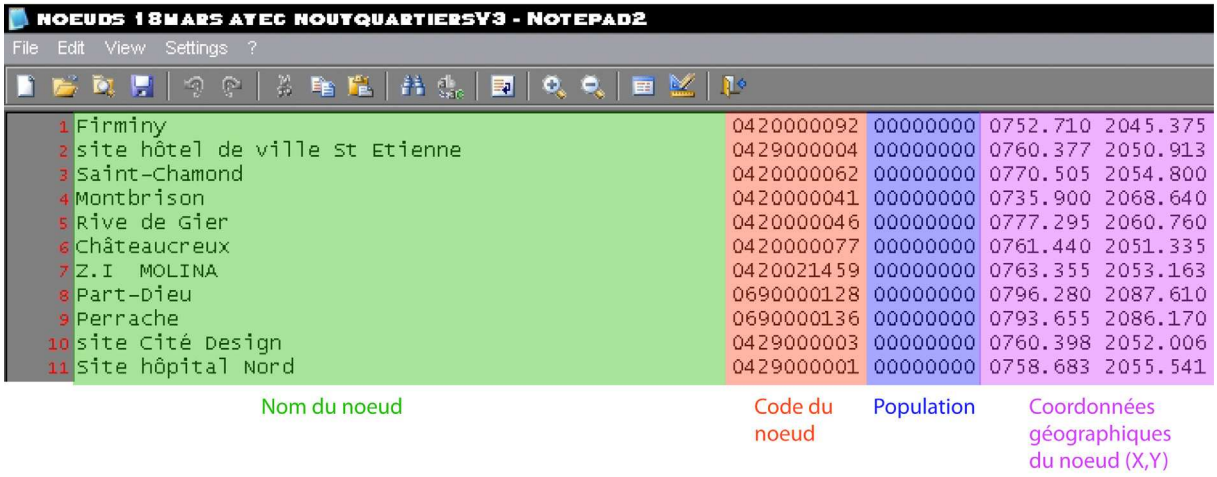
Figure 28 Lignes et gares des missions modifiées[126].

Le fichier des missions modifiées au format tableur a été exporté au format texte afin de pouvoir être lu par MapNod et Musliw par la suite.

[126] Le fichier kml des gares et lignes est joint au rapport dans sa version électronique.

Les nouveaux fichiers arcs et nœuds ont été structurés de la manière suivante (cf exemple illustré par la Figure 29) afin d'être correctement exportés en fichier texte (format demandé par les logiciels Musliw et MapNod).

STRUCTURE DU FICHIER NOEUDS



STRUCTURE DU FICHIER ARCS

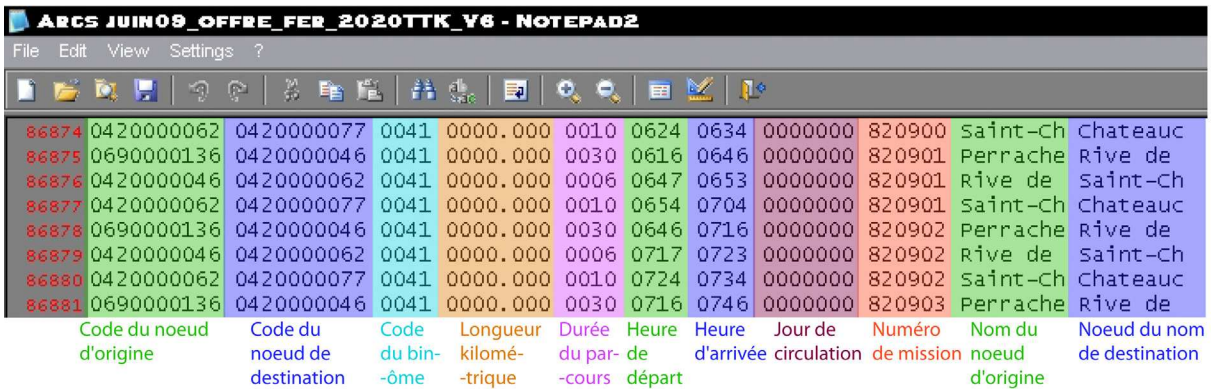


Figure 29 Structure des fichiers noeuds et arcs

2.5.3.3) Principes de modélisation du réseau

Nous modélisons le réseau des grandes vitesses en lien avec l'espace des villes. Nous intégrons donc le mode ferroviaire intercirté incluant le fer à grande vitesse, ainsi que le mode aérien. Nous retenons les nœuds de transport servant les aires urbaines considérées.

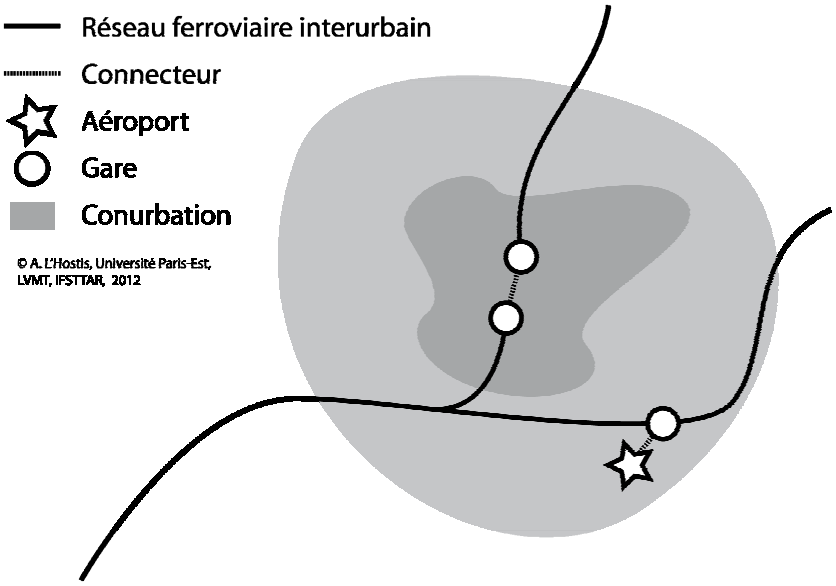


Figure 30 Principes de modélisation des réseaux des grandes vitesses

Il convient de préciser ici qu'il est aussi nécessaire de connecter les nœuds des gares et les nœuds des aéroports dans les cas où ceux-ci sont reliés par une ligne de transport ferroviaire inter-urbain. Nous avons exclu de l'analyse les liaisons ville-aéroport car la qualité de l'articulation fer-air n'est pas suffisante à cause de l'ajout d'une rupture de charge en gare centrale.

Afin d'illustrer cette explication, prenons un exemple concret : un nœud particulier correspond à l'aéroport Charles de Gaulle et un autre à la gare TGV du même nom. Ces deux nœuds sont reliés par un arc pédestre afin que le programme puisse tracer un chemin entre ces deux nœuds dans le cadre de calculs d'accessibilité.

Il nous faut exposer les moyens nécessaires pour modéliser et simuler cette nouvelle offre ferroviaire.

2.5.3.4) Moyens nécessaires (temps, compétences, logiciel, …)

Ces calculs demandent à la fois beaucoup de temps, des compétences précises et complémentaires ainsi que des programmes spécifiques afin de mener à bien les différentes étapes du processus de modélisation.

Modéliser le réseau de transports collectifs ferroviaires et aériens est une activité très chronophage car il faut récupérer les données nécessaires pour créer les nœuds et les arcs, c'est-à-dire les lieux géoréférencés et les horaires et les mettre en forme. Modéliser les nœuds peut être très rapide ou très long en fonction des données disponibles. S'il existe des bases de données comprenant les gares et aéroports géoréférencés, il « suffira » de leur attribuer un code unique permettant de les distinguer au sein du programme utilisé. Si ces bases de données n'existent pas, il conviendra de modéliser chaque nœud en s'aidant de cartes, ce qui peu se révéler très long. Il convient de préciser que de plus en plus de bases de données géoréférencées se multiplient et sont mises à disposition sur le web au travers de projets collaboratifs tels OpenStreetMap.

Acquérir les données relatives aux horaires demande de maîtriser la transformation de données électroniques (par exemple au format pdf) en tableur (au format excel entre autres) afin de pouvoir éventuellement les modifier ou les mettre en forme avant de les exporter au format texte (format utilisé dans le programme choisi pour effectuer les calculs). Une méthode plus rapide consiste à utiliser des programmes informatiques spécialement créés pour

acquérir des données et les formater correctement. On peut citer le programme appelé Shadock. Le logiciel Shadock, réalisé grâce à la coopération d'un étudiant en informatique, écrit en Java (langage informatique particulier) permet l'extraction des données horaires ferroviaires en consultant automatiquement le site http://bahn.de. Pour expliquer la procédure de manière simple[127], l'utilisateur indique au programme les gares qu'il souhaite interroger pour le jour ouvrable de référence. Le logiciel va chercher toutes les missions existantes (origine et destination – et arrêts intermédiaires entre l'origine et le terminus – pour chaque train, horaires, numéro de mission) et engendre comme résultats deux fichiers. Un fichier nœud qui contient les gares interrogées et intermédiaires et un fichier arc contenant toutes les missions aux différentes heures entre tous les couples de gares.

L'utilisation d'un tel logiciel demande des compétences relativement poussées en informatique et en programmation afin de pouvoir faire face aux éventuels problèmes rencontrés, au formatage des données et aux éventuels changements à effectuer au sein du programme pour garantir sa pérennité.

La mise en forme et le traitement des fichiers (notamment dans le cadre de la modélisation d'une nouvelle offre ferroviaire) demandent de maitriser des programmes de gestion de bases de données tels Access, MySQL et son interface PhpMyAdmin. Ces programmes permettent de classer les arcs par missions, par exemple, et ainsi de pouvoir extraire les informations nécessaires et les données adéquates pour procéder à la simulation d'une nouvelle offre ferroviaire. Il est ensuite possible de traiter, pour des questions de facilité d'emploi, ces informations et de générer la nouvelle offre sous Excel en créant/modifiant les horaires puis en exportant les nouvelles missions – préalablement formatées – au format texte afin qu'elles puissent être « lues» par Musliw (comme le montre la figure précédente) et qu'il soit possible de procéder à de nouveaux calculs d'accessibilité afin de pouvoir effectuer des comparaisons concernant la contactabilité avant et après l'implantation d'une nouvelle offre ferroviaire.

Il est difficile de donner une estimation concernant le temps nécessaire puisque celui-ci dépend des données à disposition et des modifications de l'offre souhaitée. Il faut néanmoins préciser qu'une telle modélisation prend nécessairement du temps et demande des compétences tant en informatique qu'en transport, puisqu'il est nécessaire de maîtriser un ensemble de logiciels (que nous avons évoqués) et de juger des changements à effectuer pour modifier l'offre de transports collectifs. Ces diverses procédures sont souvent chronophages mais il ne faut pas oublier que les indicateurs créés et les calculs effectués n'existeraient pas sans ce processus de modélisation. Il prend certes du temps mais permet la réalisation de calculs qui ne pourraient se faire sans l'aide de la modélisation.

[127] Elle est très bien détaillée dans la thèse d'A. Conesa précédemment citée, nous ne la détaillerons donc pas plus ici.

2.5.3.4) Tests et résultats

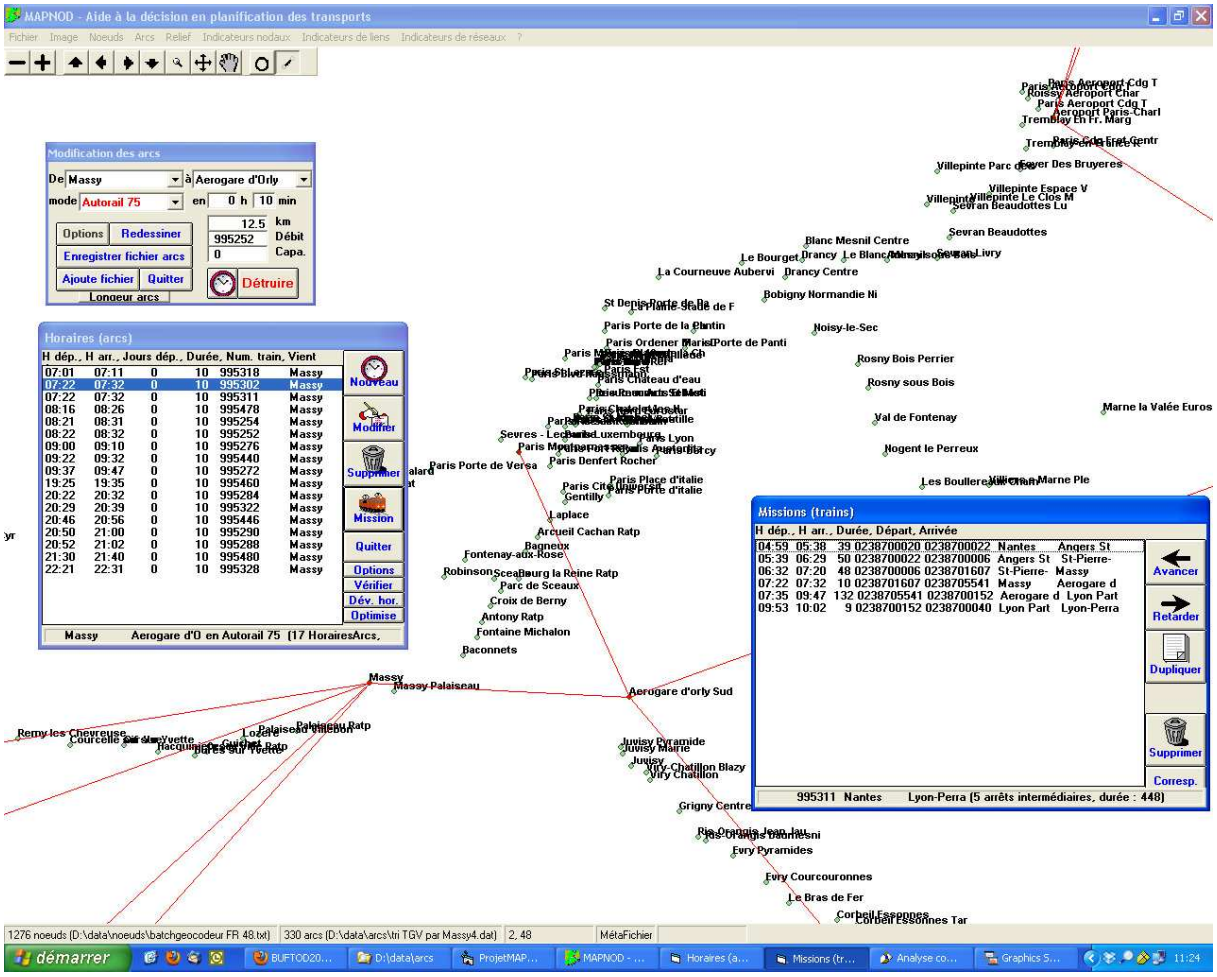


Figure 31 L'interface générale de MapNod pour l'édition des graphes horaires

Les nouveaux temps de trajet ont été estimés à partir des documents fournis au débat public sur le contournement sud d'Ile-de-France[128].

Le gain de temps est limité de province à province car un nouvel arrêt dans la gare nouvelle d'Orly fait perdre 4 à 5 minutes.

Dans le cadre des allers-retours à la journée, nous avons retenu les interconnexions train-avion de qualité c'est à dire une connexion pédestre optimale et pas de correspondances ferroviaire d'une ville éloignée vers l'aéroport.

Dans ce cadre la simulation montre comment l'aéroport d'Orly devient une opportunité réelle pour les voyageurs de province. Ainsi les nantais, rennais, manceaux et tourangeaux peuvent accéder par TGV direct à l'aérogare d'Orly. Quelles nouvelles connexions peuvent ils réaliser vers les métropoles européenne ? Réciproquement, quelles nouvelles possibilités d'accès se font jour au départ des villes françaises et européennes vers ces villes de l'Ouest français pour des allers retours à la journée ? C'est à ces questions que vise à répondre l'exercice de simulation et de mesure de l'évolution du potentiel de contact.

128 Dossier : http://www.debatpublic-interconnexionsudlgv.org/docs/dossier-mo/101201-RFF-Dossier_support_Interco_Sud-BD.pdf

	avant	après
Massy-Orly	(30 minutes)	7 minutes
Orly-Marne la Vallée	-	10 minutes
Massy-Marne	32 minutes	25 minutes

Tableau 6 les options de simulation du contournement TGV IdF

2.5.3.6) Calculs des chemins minimaux horaires (Musliw) et élaboration de l'indicateur de contactabilité

Le détail de la procédure complète est fourni en annexe. Une fois le réseau établi, il faut produire deux matrices de requêtes, l'une pour les allers l'autre pour les retours, qui listent les calculs à faire effectuer par Musliw.

Les fichiers de sortie de Musliw sont intégrés dans une base de données MySQL. Un traitement permet de coder les structures modales des trajets.

Il s'agit là d'une des principales difficultés rencontrées : la complexité des chaînes intermodales oblige à construire tout un ensemble de garde-fous pour permettre la comparaison équilibrée des différentes options. Comme il faut comparer des chaînes ferroviaire seul, aérien seul et intermodale air-fer nous fixons un critère de qualité pour la connexion des modes. Rappelons que les articulations entre aéroports et réseau ferroviaire sont limitées à celles intégrant le ferroviaire interurbain ; cela signifie que l'on a exclu les liaison villes-aéroport.

Pour illustrer ce point dans le cas de la ligne d'interconnexion Sud d'Ile-de-France, le réseau ferroviaire interurbain dessert Orly et Roissy-CDG. Cela donne la possiblité d'effectuer des correspondances aériennes entre les deux aéroports en empruntant le TGV direct. Nous avons souhaité exclure ces possibilités et ne retenir que des chaînes intermodales commençant en train puis passant à l'avion ou l'inverse et en excluant les autres combinaisons (par exemple fer-air-fer ou air-fer-air) pour ne pas introduire des chemins comportant trop de ruptures de charges entre modes différents. Tous ces gardes fous sont intégrés dans le traitement des données (cf Annexe 2).

Ensuite nous procédons au calcul de l'indicateur de contactabilité lui-même qui consiste à mettre bout à bout un aller et un retour sur la journée entre deux villes. Les critères retenus figurent sur la figure suivante. Le détail des étapes est indiqué dans l'annexe 2.

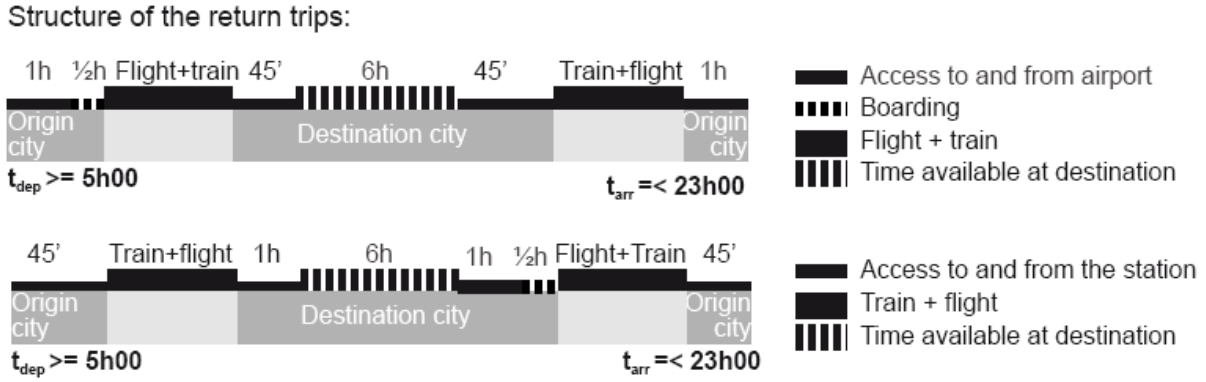


Figure 32 structure des allers-retours de la contactabilité

2.5.3.7) Exemple de représentation cartographique

Nous avons proposé deux représentations cartographiques de la contactabilité et de ses gains.

Une première carte montre pour chaque ville le nombre de villes contactables avec une indication de la contribution de chaque chaîne modale. Un code de trois couleurs est adopté, bleu pour l'aérien, rouge pour le ferroviaire et violet pour les combinaisons air fer.

Une seconde carte reprend sur l'espace français le nombre de villes contactables ainsi que les trajets allers-retours qui empruntent la future infrastructure.

Nombre de villes contactables sur la journée par rail et/ou par air, par allers-retours entre 5h et 23h

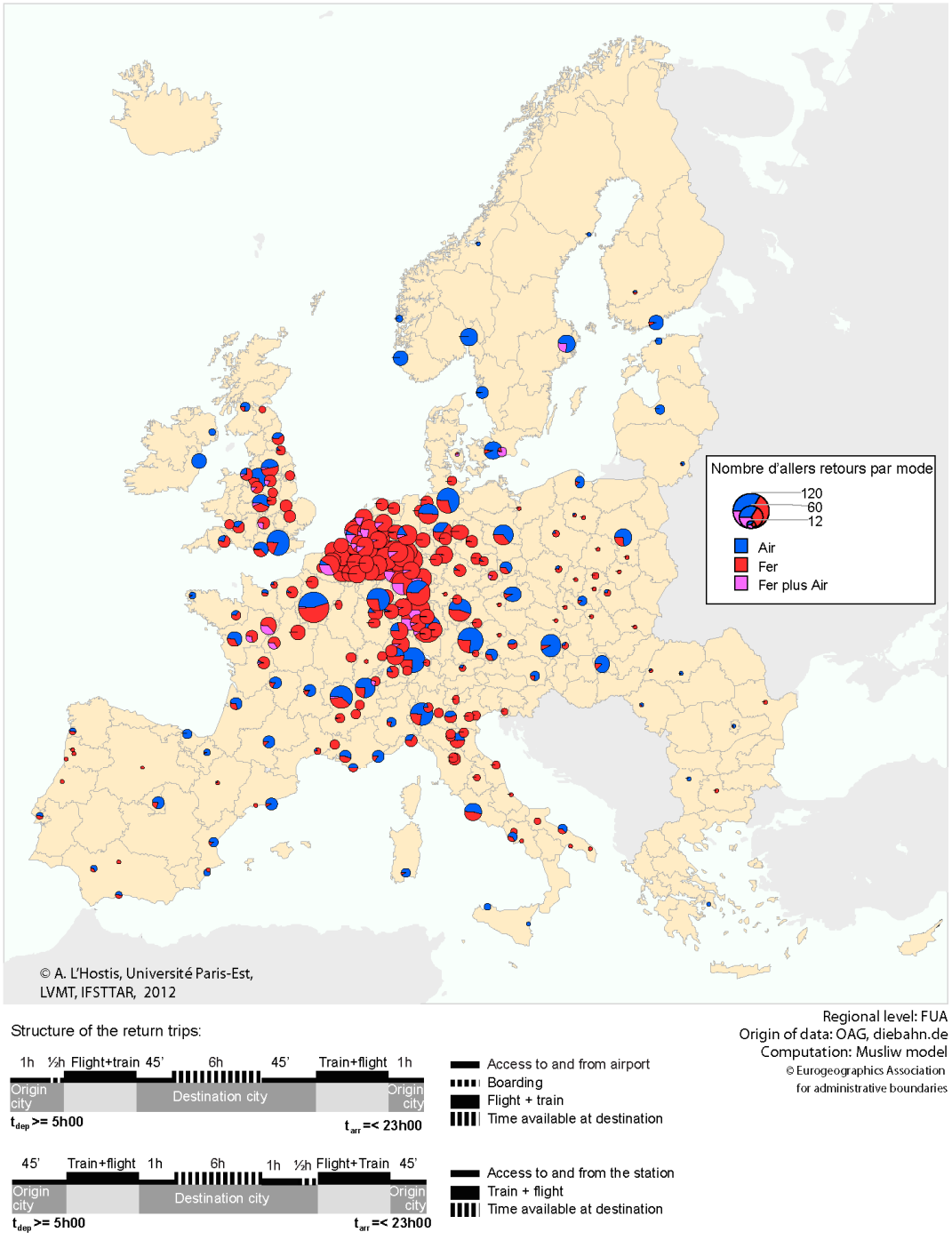


Figure 33 Nombre de villes contactables dans avec l'interconnexion Sud TGV Ile-de-France

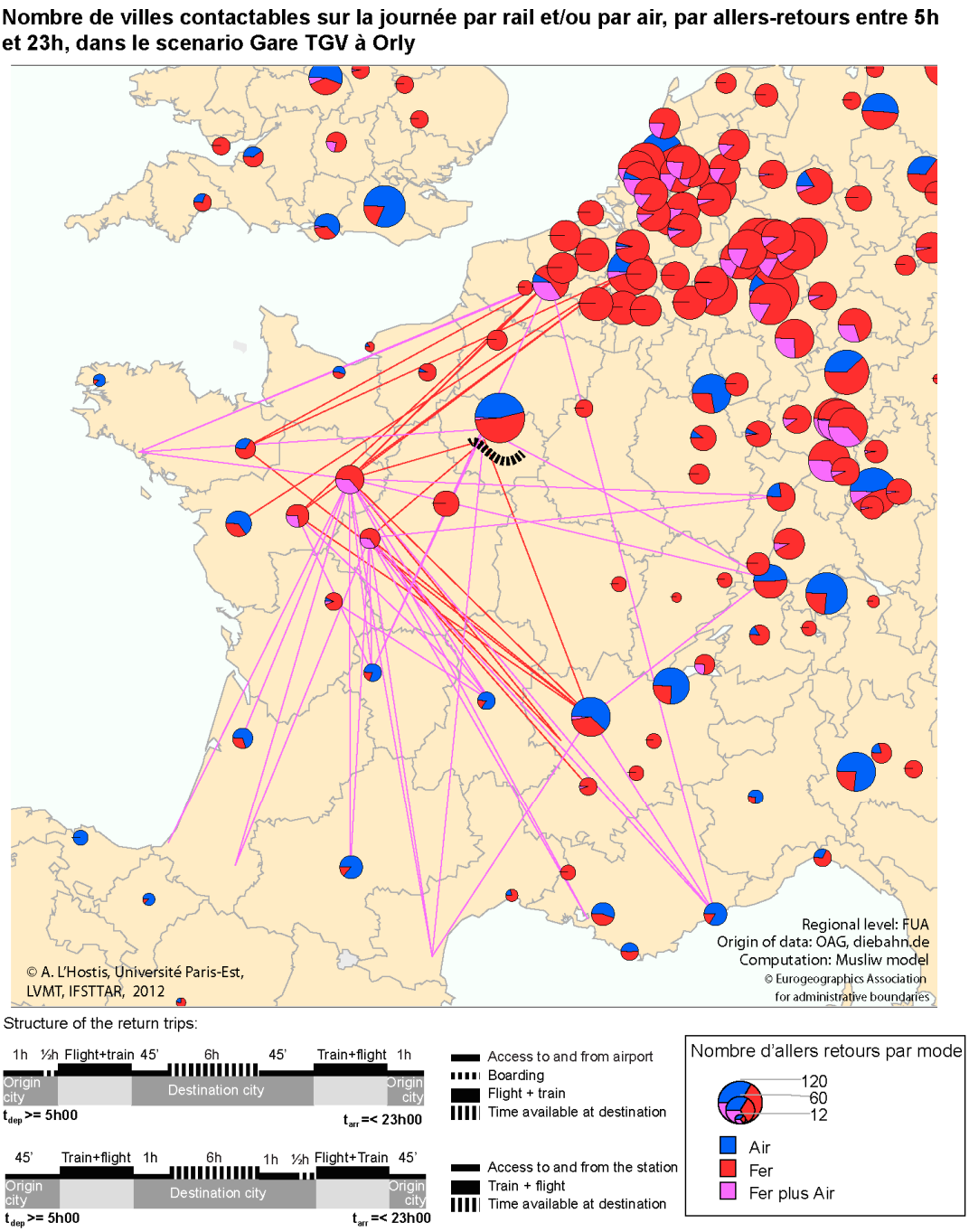


Figure 34 Nombre de villes contactables dans avec l'interconnexion Sud TGV Ile-de-France et détail des Allers-Retours empruntant la nouvelle infrastructure

2.5.3.8) Analyse des gains de contactabilité

La carte 32 montre tous les nouveaux trajets allers retours réciproques que permet la réalisation du contournement Sud IdF du TGV avec la gare d'Orly. La carte montre que cette connexion permet de nouveaux trajets ferroviaires comme Rennes-Lille ou Le-Mans-Bruxelles. Elle montre surtout les nouvelles articulation intermodales qui concernent les villes

du Mans de Tours et d'Angers. Ce sont les principales bénéficiaires de ce projet, même si la plupart des villes de l'Ouest en profitent. La portée de ces nouveaux allers-retours reste cependant très largement nationale ce qui est dû au fait que la desserte aérienne de l'aéroport d'Orly est essentiellement nationale.

Comme on peut le voir l'intérêt de cet indicateur de contactabilité est de pouvoir donner un indication sur le niveau d'accessibilité d'un lieu, par exemple la contactabilité de Tours, mais aussi de discuter des espaces qui sont contactables au départ d'un lieu. Ainsi on constate que Le Mans augmente son potentiel de contact via le rail seul vers le Nord Lille et Bruxelles, vers la vallée du Rhône (Lyon et St-Etienne) mais surtout que l'amélioration via des nouvelles chaines intermodales touche tout le grand Sud de la France au départ du Mans.

2.5.3.9) Moyens nécessaires (analyse des résultats, mise en forme pour communication, compétences, …)

La réalisation de cette analyse de la contactabilité fait appel à de nombreuses compétences et nécessite un temps relativement long pour :

- Le recueil des données
- La mise en forme des données (sur un serveur MySQL)
- La réalisation du graphe et notamment des connecteurs pédestres pour les articulation intermodales (3 jours)
- La confection d'un fichier de requêtes de calcul pour Musliw
- L'exécution de Musliw (2 à 3 heures)
- Le traitement des données pour la construction de l'indicateur (2 semaines)
- Réalisation des cartographies et leur analyse (5 jours)

2.5.3.10) Vers une prise en compte dans le calcul économique

La prise en compte des indicateurs exposés, explicités et illustrés précédemment dans le calcul de la valeur actuelle nette n'apparaît pas aisée à réaliser. Elle demanderait une étude plus approfondie (notamment en prenant conseil auprès de chercheurs en économie et économie des transports) et un développement spécifique des indicateurs de contactabilité afin qu'ils soient plus facilement intégrables dans le calcul de la VAN. Néanmoins, nous souhaitons proposer quelques pistes de recherche afin de montrer les apports potentiels des indicateurs de contactabilité (couplés notamment à d'autres indicateurs et méthodes d'analyse) pour le calcul des retours sur investissements potentiels d'un projet d'infrastructures ainsi que pour une meilleure appréhension des impacts suite à un changement concernant les transports (infrastructures, changement des horaires, nouveau mode de transports, …).

<u>Amélioration de l'accessibilité et impacts économiques</u>

Les indicateurs de contactabilité renseignent sur les potentialités de contacts face-à-face dans le cadre d'allers-retours dans la journée. Comme on l'a vu, les contacts face-à-face apparaissent indispensables dans un certain nombre de cas et pour certaines catégories et type de professions impliquant des voyages d'affaires, par exemple. Ces contacts peuvent produire de manière plus ou moins indirecte une plus-value économique. Et il est possible, comme on l'a vu, de mesurer le niveau de contactabilité avant et après l'implantation d'une infrastructure de transport. Il apparaît difficilement réalisable d'établir une estimation des plus-values économiques potentielles suite à une meilleure contactabilité rendue possible par

l'implantation d'une nouvelle infrastructure, et de les intégrer dans le calcul de la VAN et notamment en termes de retours sur investissements.

Néanmoins, il apparaît possible d'intégrer les indicateurs de contactabilité dans les calculs de rentabilité en considérant qu'une amélioration de la contactabilité est une des conditions nécessaires pour le développement économique de certains secteurs et peut conditionner l'implantation d'activités, d'entreprises, … Il faut bien entendu ici préciser que cet indicateur ne suffit pas et qu'il doit être accompagné d'observation croisée foncier/transports et d'une analyse plus fine de l'accessibilité (à l'échelle locale) et du potentiel foncier, entre autres.

Repérer les équipements et le foncier accessibles

Les indicateurs de contactabilité permettent d'obtenir des informations concernant les allers/retours possibles dans une journée. Ils permettent aussi de connaître le temps disponible à destination. Or il conviendrait de connaître l'espace accessible une fois la gare ou l'aéroport atteint en affinant les mesures de l'accessibilité par la modélisation des transports collectifs urbains (modélisation horaire exposée précédemment) ainsi que par la modélisation du réseau automobile. Connaître l'espace accessible dans le cadre d'un temps de trajet jugé raisonnable par rapport au temps disponible à destination peut permettre de mettre en évidence les équipements accessibles et les améliorations éventuelles à l'accessibilité qu'il serait nécessaire d'apporter pour réduire les temps de parcours (il peut, par exemple, tout simplement s'agir d'une modification horaire de certaines lignes de transports collectifs afin d'améliorer les correspondances avec les trains[129]). Améliorer l'accessibilité pourrait rendre des équipements publics existants accessibles et cet aspect pourrait rentrer en ligne de compte dans le calcul de la VAN.

Il peut aussi s'agir de déterminer les espaces accessibles autour du nœud d'arrivée dans un temps donné (ou une fourchette de temps) suite, par exemple, à l'implantation d'une nouvelle ligne de train à grande vitesse. De nouveaux espaces seraient rendus accessibles et pourraient représentés un intérêt, notamment s'ils sont urbanisables et situés à proximité d'une future ligne de transports collectifs urbains (venant améliorer les gains d'accessibilité permis par l'implantation d'une nouvelle offre ferroviaire). Cela pourrait représenter un intérêt économique non-négligeable depuis la loi Grenelle 2. L'article 64 de la loi Grenelle 2 complète le Code général des Impôts en permettant aux AOTU, hors Ile de France, de mettre en place une taxe forfaitaire sur le produit de la valorisation des terrains nus et immeubles bâtis suite à la réalisation d'infrastructures de transports collectifs en site propre : « *Hors Ile-de-France, les autorités organisatrices de transports urbains peuvent, sur délibération, instituer une taxe forfaitaire sur le produit de la valorisation des terrains nus et des immeubles bâtis résultant de la réalisation d'infrastructures de transports collectifs en site propre devant faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique ou, lorsque celle-ci n'est pas nécessaire, d'une déclaration de projet.[…] Les terrains et les immeubles soumis à la taxe ne peuvent être situés à plus de 1 200 mètres d'une station de transports collectifs, créée ou desservie à l'occasion de la réalisation du projet de transports collectifs en site propre, ou d'une entrée de gare ferroviaire. […]La taxe est assise sur un montant égal à 80 % de la différence entre, d'une part, le prix de cession défini à l'article 150 VA et, d'autre part, le prix*

[129] Il est d'ailleurs possible de mesurer la qualité des correspondances avec l'outil PerfNod. http://mapnod.free.fr/perfnod.html

d'acquisition défini à l'article 15 [...] »[130] Cette mesure est à considérer avec prudence car elle est récente et demande à être testée.

On peut aussi penser que les collectivités pourraient vendre des terrains leur appartenant pour financer les projets de transport. A l'étranger, il existe aussi des systèmes visant à utiliser la manne financière représentée par les terrains[131], on peut donc en évoquer quelques-uns afin de voir s'ils sont réellement utiles et en quoi on pourrait s'en inspirer pour compléter la récente possibilité de taxation instituée en France. L'amélioration de l'accessibilité et de la contactabilité pourrait d'ailleurs favoriser l'implantation d'entreprises et/ou l'installation de particuliers. Or si une autorité publique détient des terrains ou des réserves foncières stratégiques, elle pourrait vendre ses terrains qui bénéficieront d'une accessibilité de qualité dans le futur grâce au développement d'une offre de transports collectifs. Ces ventes pourraient venir s'ajouter au calcul de la VAN dans le cadre d'un projet d'infrastructure par exemple.

D'ailleurs, à Copenhague, il a été décidé de vendre des terrains non-bâtis appartenant à la collectivité dans le quartier d'Orestadt pour financer le projet de métro : « *Copenhague n'aurait certainement pas pu se doter d'un métro sans ce mécanisme qui a finalement couvert 60 % du besoin de financement (45 % par la vente de terrains et 15 % par les taxes foncières)* »[132]. Ce genre d'opération est très risqué étant donné que le marché de l'immobilier est très volatil. D'autres exemples étrangers montrent des systèmes de captation des plus-values :

- l'agglomération allemande de Münster a mis en place une politique foncière qui lui donne la possibilité de capter une partie des plus-values foncières et de limiter la hausse des prix des terrains ;

- aux Etats-Unis existe aussi un système de collecte de plus-values foncières : « Le financement par augmentation attendue des recettes fiscales (tax increment financing) est un outil fréquemment utilisé aux Etats-Unis. Il consiste à mettre à contribution les bénéficiaires indirects d'une infrastructure, notamment les propriétaires fonciers. Sur les 5 dernières années, plus de 10 milliards d'euros ont été prélevés aux Etats-Unis, dans le cadre de tels dispositifs. Ils reposent sur une anticipation de la hausse des valeurs foncières, et donc des recettes fiscales des collectivités. Ils consistent à investir les recettes fiscales supplémentaires attendues dans la réalisation d'infrastructures nécessaires à la valorisation foncière. »[133]

---

[130] Extrait de l'article 1531 du Code général des Impôts, créé par LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 64. Il existe un certain nombre d'exceptions détaillées dans l'article 1531. Les collectivités doivent débattre de la mise en œuvre de la taxe avec les acteurs concernés : périmètres, exemptions de paiement, durée, …

[131] J.-P. Orfeuil, *L'évolution de la mobilité quotidienne : comprendre les dynamiques, éclairer les controverses* (Arcueil: INRETS, 2000).

[132] G. Lacoste, « Valorisation foncière et financement des infrastructures de transport, (Note rapide Mobilité, Institut d'aménagement et d'urbanisme, Île-de-France) », juin 2009, p.1.

[133] Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque, *Le foncier (revue Visions)*, février 2007, p.24.

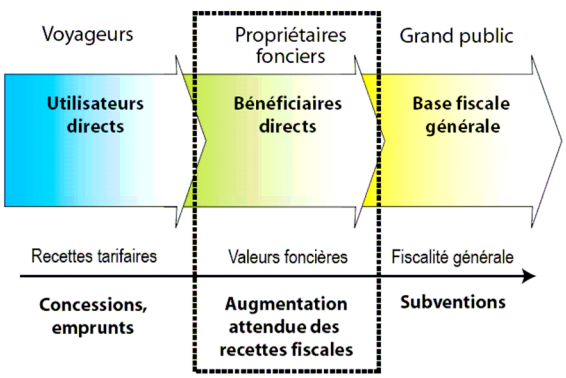
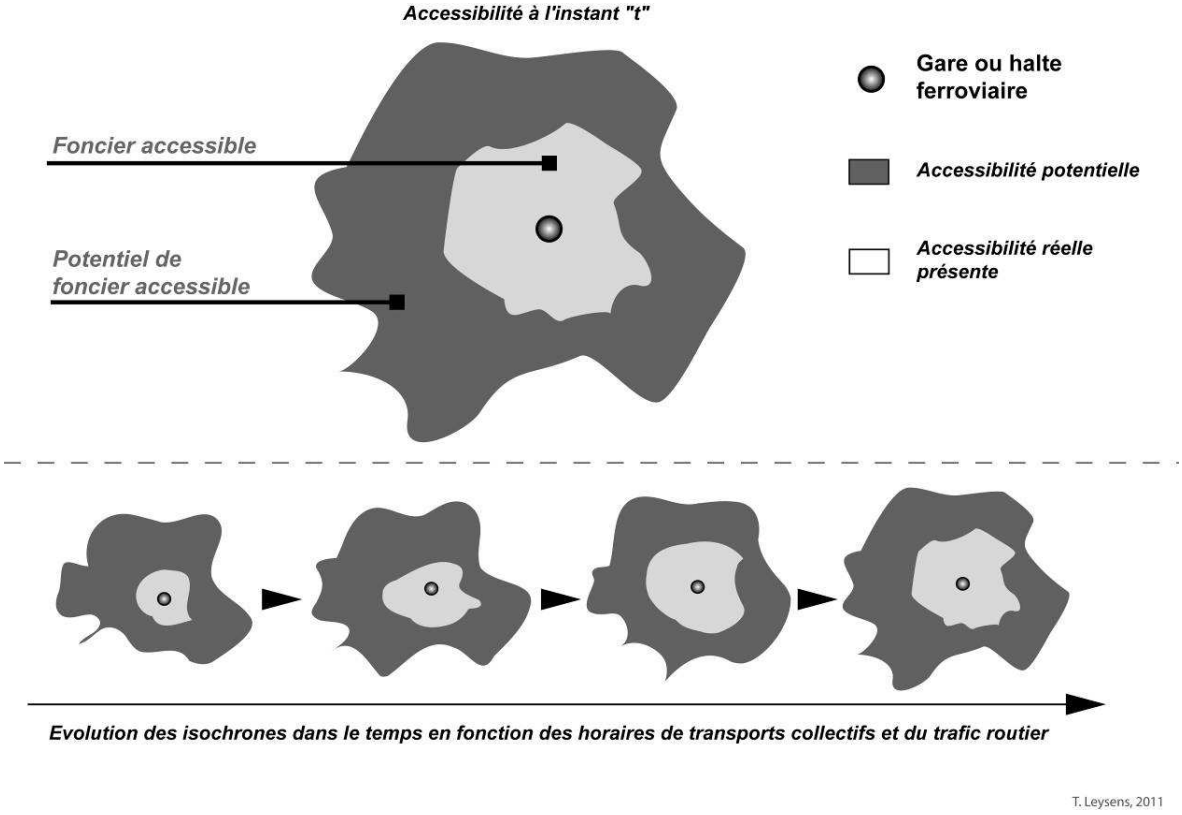


Figure 35 Le système de taxe en Irlande. Source: Visions, 2007

En Irlande, une loi sur l'usage des sols « planning and development Act » (qui peut se rapprocher du dispositif français de participation pour voiries et réseaux, mais étendu à un projet urbain global) permet aux autorités de disposer d'outils juridiques permettant de récupérer *« auprès des promoteurs fonciers et immobiliers une partie des coûts des infrastructures de transport public au moyen de « contributions d'aménagement ».»*[134]

Ces exemples étrangers pourraient inspirer de futurs systèmes de financement des projets de transport.

Les espaces accessibles avant la réalisation du projet et après celle-ci peuvent être repérés grâce à des calculs d'accessibilité couplés aux indicateurs de contactabilité. Les résultats des calculs peuvent être traduits de manière graphiques sous la forme de cartes représentant des isochrones d'accessibilité à partir d'une gare, par exemple, en tenant compte des cheminements pédestres, du réseau et des horaires de transports collectifs ainsi que du réseau routier. Ces isochrones superposés, dans un système d'information géographique, au cadastre permettent de repérer les espaces réellement ou potentiellement accessibles, libres et urbanisables. On peut d'ailleurs imaginer des périmètres isochroniques évoluant dans le temps en fonction des horaires de transports collectifs et du trafic routier, comme l'illustre schématiquement la figure suivante.



[134] Ibid.

Figure 36 Périmètres isochroniques.

Ces derniers périmètres s'appuient sur une méthode déclinée en plusieurs étapes comprenant des calculs sous MapNod, transposés ensuite dans un autre LIG (ArcGis, module Network Analyst) afin de procéder aux calculs des isochrones combinant marche et transports collectifs (Cf. figure suivante).

Ce processus incluant des calculs sous MapNod permet de connaître les arrêts de transports collectifs situés sur les lignes menant à la gare (prise comme centre des zones tampons et isochrones) et la distance-temps les séparant de la gare. Ces résultats doivent ensuite être travaillés dans un tableur (Excel[135]) et intégrés au SIG (Système d'information géographique) sous ArcGis afin de créer des isochrones de marche à pied autour des arrêts de transports collectifs (*Temps maximum de transport déterminé - temps en transports collectifs = temps de marche autour des arrêts*. Ces temps de marches permettent de créer des isochrones de *x* minutes à 5 km/h). Les isochrones sont fusionnés pour n'en créer qu'un seul.

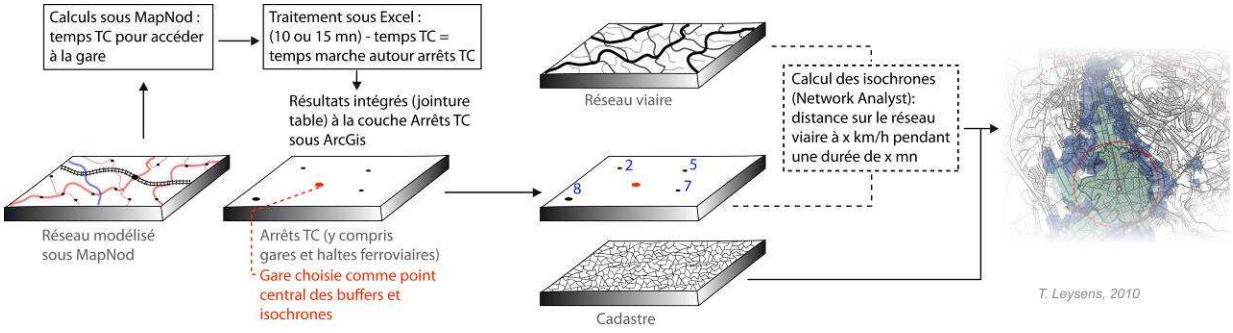


Figure 37 Processus d'élaboration des isochrones marche + transports collectifs. Réalisation: T. Leysens, 2010[136]

Les zones accessibles en fonction des contraintes horaires des activités

Ces méthodes peuvent aussi être appliquées pour obtenir des indicateurs de potential path areas. Il s'agit de connaître les espaces accessibles, notamment en fonction de contraintes liées aux horaires et à la réalisation d'activités soumises elles-aussi à des horaires. Cela doit permettre de connaître les zones accessibles entre deux activités et/ou au cours d'un déplacement[137]. Il est donc question d'analyser plus finement les déplacements des individus dans l'espace et dans le temps afin d'identifier les activités auxquelles ils ont accès à destination, par exemple. Cet aspect ne peut être développé en détail dans ce rapport car il implique d'autres recherches et est par ailleurs beaucoup plus développé et mieux traité dans d'autres recherches comme le projet MIRO et sa suite MIRO² (ANR Villes Durables).

Il serait d'ailleurs très intéressant d'étudier les résultats de ce projet en cours et qui repose également sur les principes de la Time-Geography et mobilise le concept d'activity-based modelling. Il s'agit de pouvoir simuler les emplois du temps et les déplacements des individus

---

[135] Les étapes techniques nécessaires pour obtenir les temps de parcours en transports collectifs et les traiter sous Excel, sont détaillées dans les annexes du guide issu de l'action 11 de BahnVille 2 disponible à l'adresse suivante : http://www.bahn-ville2.fr/IMG/pdf/guide-2.pdf
Elles se situent aussi en annexe de ce travail.

[136] T. Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail » (Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2011).

[137] M.-P.K. Hyum-Mi Kim, « Space-time accessibility measures: A geocomputational algorithm with focus on opportunity set and possible activity duration », *Journal of Geographical Systems* 5 (février 2003): 71-91; J. Weber et M.P. Kwan, « Bringing time back in: A study on the influence of travel time variations and facility opening hours on individual accessibility », *The Professional Geographer* 54, n°. 2 (2002): 226-240.

en fonction de contraintes horaires et spatiales. Il s'agit, pour le moment, de l'étude d'une journée. Pour des périodes de plus long terme, il pourrait être pertinent d'étudier les travaux des chercheurs H.J.P Timmermans[138] et T.A Arentze[139] de la Eindhoven University of Technology, spécialisés dans les questions d'activity-based modelling. L'étude des emplois du temps et des déplacements sur le long terme peut apporter des éléments d'information sur les stratégies de localisation des ménages. Cela pourrait participer au calcul de la VAN, mais il s'agit d'une recherche potentielle à mener.

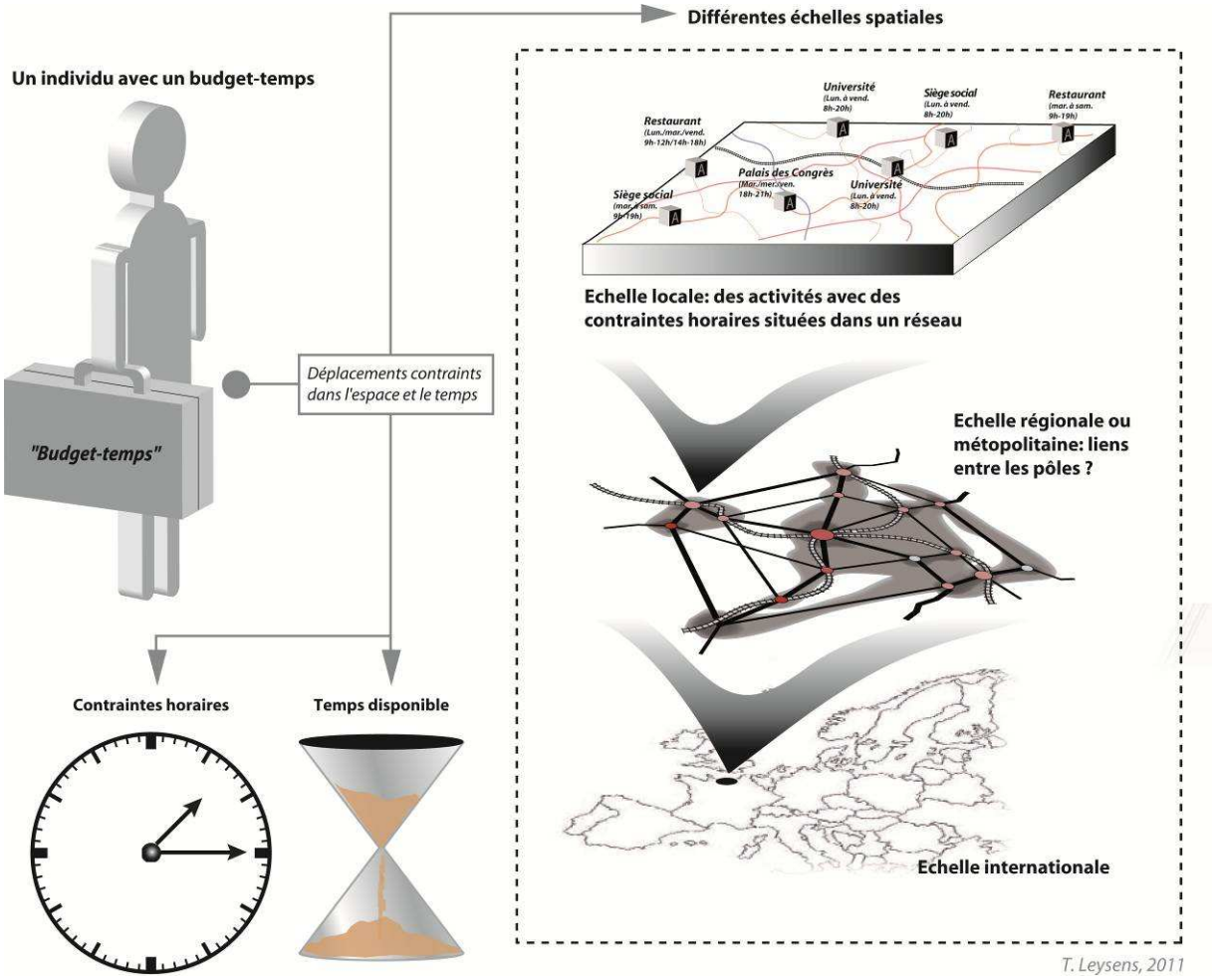


Figure 38 Les déplacements des individus contraints dans le temps et l'espace. Réalisation: T. Leysens, 2011

[138] http://www.ddss.nl/Eindhoven/staff/Harry.Timmermans
[139] http://www.ddss.nl/Eindhoven/staff/Theo.Arentze

III) Difficultés rencontrées et identifiées

Un tel projet ne va pas sans difficultés, ici d'ordre essentiellement bibliographique puisque certaines sources se sont révélées très difficilement accessibles dans un premier temps. Des difficultés quant à la modélisation (pour la phase de test des indicateurs proposés) étaient à craindre mais elles apparaissent surmontables dans le temps imparti.

La modélisation, processus chronophage mais néanmoins indispensable, ne se fait pas sans difficulté.

3.1) Se procurer les sources

Les sources concernant la Time-Geography, et notamment celles fondatrices de ce courant (notamment de l'Ecole de géographie de Lund) ont été difficiles à trouver dans un premier temps puis à se procurer. Il a fallu mener des recherches approfondis et multiplier les contacts au sein du milieu scientifique, d'autant qu'il nous fallait mobiliser des sources bien particulières, celles rédigées en anglais et non en suédois. Une fois cela fait (d'autres sources viendront compléter celles déjà étudiées), il nous a été possible de consacrer nos efforts à l'étude des indicateurs de la contactabilité.

3.2) Modélisation : l'enjeu de l'intermodalité

La modélisation demande un travail très important, mais grâce à des procédés et des logiciels spécifiques c'est un processus indispensable aux mesures de l'accessibilité qui est rendu possible.

Au delà de ce constat général, le traitement de l'intermodalité constitue d'une des principales difficultés rencontrées : la complexité des chaînes intermodales oblige à construire tout un ensemble de garde-fous pour permettre la comparaison équilibrée des différentes options. Comme il faut comparer des chaînes ferroviaire seul, aérien seul et intermodale air-fer nous fixons un critère de qualité pour la connexion des modes. Rappelons que les articulations entre aéroports et réseau ferroviaire sont limitées à celles intégrant le ferroviaire interurbain ; cela signifie que l'on a exclu les liaison villes-aéroport.

Pour illustrer ce point dans le cas de la ligne d'interconnexion Sud d'Ile-de-France, le réseau ferroviaire interurbain dessert Orly et Roissy-CDG. Cela donne la possibilité d'effectuer des correspondances aériennes entre les deux aéroports en empruntant le TGV direct. Nous avons souhaité exclure ces possibilités et ne retenir que des chaînes intermodales commençant en train puis passant à l'avion ou l'inverse et en excluant les autres combinaisons (par exemple fer-air-fer ou air-fer-air) pour ne pas introduire des chemins comportant trop de ruptures de charges entre modes différents. Tous ces gardes fous sont intégrés dans le traitement des données (cf Annexe 2).

IV) Valorisation du projet

Une communication sera effectuée au prochain colloque de l'AESOP 2012 à Ankara sur l'analyse des situations intermodales au travers de leur contribution à la contactabilité des villes européennes.

Un article est en cours de dépôt dans la revue CyberGéo.

Table des figures

Figure 1 Le périurbain : transports collectifs versus voiture. Source: T. Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail » (Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2011)..... 6

Figure 2 Formes urbaines et transports : déplacement activité/domicile. Source : Ibid. 8

Figure 3 Accessibilité aux ressources. Source: schéma de J-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports, 2005. Retravaillé graphiquement. 9

Figure 4 Représentation schématique du système des mobilités (schéma basé sur le schéma de J-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports, 2005).... 10

Figure 6 Multiples choix, modes, horaires et itinéraires pour un chemin de A vers B. Réalisation: Leysens Thomas, 2010Ibid., basé sur un schéma d'A. Conesa, 2010 11

Figure 7 La fonction d'impédance de l'indicateur d'accessibilité potentielle 15

Figure 8 Accessibilité potentielle aérienne de l'Europe en 2006 15

Figure 9 Accessibilité potentielle aérienne de l'Europe en 2006 16

Figure 10 Structure des allers retours à la journée entre métropoles 17

Figure 11 La contactabilité des métropoles européennes de croissance (MEGA) par le mode aérien en 2004 17

Figure 12 Accessibilité potentielle, PIB et contactabilité combinés par le BBR dans l'ESPON atlas en 2006..... 18

Figure 14 Le prisme journalier. Source: S. Chardonnel, 1999..... 21

Figure 15 Le principe des allers/retours avec neuf heures minimum à destination. Source: H. Baptiste et A. L'Hostis, 2002. (Remaniement graphique: T. Leysens, 2010) 24

Figure 16 Source: Engström, Sahlberg, 1973 28

Figure 17 Modèle de la configuration spatiale et organisationnelle des firmes..... 30

Figure 18 Chaîne de déplacement performante pour une mobilité quotidienne pour déplacement domicile travail 33

Figure 19 les allers retours à la journée entre les villes de la région Nord-Pas-de-Calais 34

Figure 20 Accessibilité quotidienne entre les 72 Métropoles Européennes de Croissance (MEGA) en 2003..... 35

Figure 21 Time-distance between Växjö and Stockholm, Monday to Friday, September 1980. Source: Erlandsson, 1982..... 38

Figure 22 Evolution du temps de parcours de Firminy vers Saint-Etienne centre (contrainte sur l'heure d'arrivée). Réalisation : T. Leysens, 2011 Source : Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail »..... 40

Figure 23 - Exemple de mesure d'accessibilité horaire multimodale au départ de la Romière-Bouchez (commune de Le Chambon-Feugerolles). Réalisation : T. Leysens, 2009 Source :Ibid. 43

Figure 24 : les fonctions d'émission et de réception de l'indicateur de contactabilité calculées à l'échelle européenne..... 46

Figure 25 La contactabilité multimodale et intermodale aérienne et ferroviaire en Europe en 2009 47

Figure 26 Méthode en vue de modéliser une nouvelle offre ferroviaire. 51

Figure 27 Processus de simulation de la future offre ferroviaire 53

Figure 28 Lignes et gares des missions modifiées. 55

Figure 29 Structure des fichiers noeuds et arcs 56

Figure 30 Principes de modélisation des réseaux des grandes vitesses 57

Figure 31 L'interface générale de MapNod pour l'édition des graphes horaires 59

Figure 32 structure des allers-retours de la contactabilité 60

Figure 33 Nombre de villes contactables dans avec l'interconnexion Sud TGV Ile-de-France 62

Figure 34 Nombre de villes contactables dans avec l'interconnexion Sud TGV Ile-de-France et détail des Allers-Retours empruntant la nouvelle infrastructure 63

Figure 36 Périmètres isochroniques. 68

Figure 37 Processus d'élaboration des isochrones marche + transports collectifs. Réalisation: T. Leysens, 2010 68

Figure 38 Les déplacements des individus contraints dans le temps et l'espace. Réalisation: T. Leysens, 2011 69

Bibliographie

Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque. *Le foncier (revue Visions)*, février 2007.

Aguilera, A. « Business travel and mobile workers ». *Transportation Research*, 2008.

Antoni, J-P. « Aide à la décision pour les politiques de mobilité. La modélisation transport/urbanisme » présenté à Carrefour à mi-parcours du Predit 4, mai 2011.

Appert, M. « Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres », 2005.

Aw, T. « La ville nouvelle de Marne-La-Vallée et son insertion dans la dynamique francilienne. Evaluation des enjeux du renforcement de la structure polycentrique sur les systèmes de déplacements. » Transports-Aménagement de l'espace, Ecole des Ponts ParisTech - Université Paris Est, 2010.

Baptiste, H., et A. L'Hostis. *Evaluation multimodale des systèmes de transport en Nord-Pas-de-Calais et Languedoc-Roussillon: qualité de service et accessibilité régionale*. Villeneuve d'Ascq: CESA/INRETS, 2002.

Bertolini, L., F. Le Clercq, et L. Kapoen. « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward ». *Transport Policy* 12, n°. 3 (2005): 207-220.

Bonnafous, A. « Outils Collaboratif Accessibilité - Outils pour la mesure et la visualisation de l'accessibilité :une plateforme collaborative ». PREDIT, s. d. http://www.predit.prd.fr/predit4/homePage.fo.

Bonnafous, A., Y. Crozet, A. Mercier, N. Ovtracht, et V. Thiebaut. *MOSART (MOdélisation et Simulation de l'Accessibilité aux Réseaux et aux Territoires) : un prototype d'outil d'aide à la décision, individuelle et collective pour une mobilité durable.* Rapport PREDIT, décembre 2009.

Bozzani, S. « L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille ». *Cahiers Scientifiques du Transport* 47 (2005): 61-88.

Castel, J. C. *La densité urbaine : savoirs et débats*. Certu, avril 2010.

Chapelon, L. « Offre de transport et aménagement du territoire: évaluation spatio-temporelle des projets de modification de l'offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport ». Laboratoire du CESA, 1997.

Chapelon, L., H. Baptiste, J. Coquio, B. Jouvaud, A. L'Hostis, C. Mende, et S. Ramora. *Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre*. Paris: PREDIT, Ministère de l'équipement, Direction des transports terrestres, 2005.

Chardonnel, S., et L. Sanders. « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace ». Dans *Modèles en analyse spatiale*, 129-156. Traité Information Géographique et Aménagement du Territoire, Série aspects fondamentaux de l'analyse spatiale. Paris: Lavoisier, 2001.

Chardonnel, Sonia. « Emplois du temps et de l'espace. Pratiques des populations d'une station touristique de montagne », 1999.

Communities, Commission of the European. *ESDP, European spatial development perspective: towards balanced and sustainable development of the territory of the European Union*. Office for Official Publications of the European Communities, 1999.

Conesa, A. « Modélisation des réseaux de transport collectif métropolitains pour une structuration des territoires par les réseaux. Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur ». Université des sciences et technologies de Lille-Lille I, 2010.

Dupuy, G. *La dépendance automobile*. Economica, 1999.

Dupuy, Gabriel. *L'urbanisme des réseaux*. Armand Colin, 1992.

Engström, M. G, et B. Sahlberg. *Travel demand, transport systems and regional development: models in co-ordinated planning*. Royal University of Lund, Dept. of Geography, 1973.

Erlandsson, U. « Contact potentials in the European system of cities ». Dans *Spatial inequalities and regional development*, 93-116, 1979.

———. « What Is Time Distance? » *Area* 14, n°. 2 (1982): 167-170.

Faivre D'Arcier, B. « Aide à la décision pour les politiques de mobilité : recherche et besoins des collectivitésMesure de la performance des lignes de transport public urbain - Projet APEROL » présenté à Carrefour à mi-parcours du Predit 4, mai 2011.

Gallaud, D., et A. Torre. « Geographical proximity and the diffusion of knowledge. The case of SME's in biotechnology ». *ECONOMICS OF SCIENCE TECHNOLOGY AND INNOVATION* 30 (2005): 127.

Granovetter, M. S. « The strength of weak ties ». *American journal of sociology* (1973): 1360–1380.

Hagerstrand, T. « What about people in regional science? » *Papers of the Regional Science Association* 24 (1970): 7-21.

Hägerstrand, T. « What about people in regional science? » *Papers in Regional Science* 24, n°. 1 (1970): 6–21.

Hall, P. G. *The world cities*. London, Weidenfeld, 1966.

Korsu, E., et M.-H. Massot. « Mise en cohérence des bassins d'habitat et des bassins d'emploi en Ile-de-France: les enjeux pour la régulation de l'usage de la voiture ». Dans *XL Colloque de l'ASRDLF*, 2004.

Korsu, E., M. H Massot, et J. P Orfeuil. *Ville cohérente : débat entre ville compacte et étalée, Rapport intermédiaire*. PREDIT / ADEME, avril 2008.

Kristensson, F. *People, Firms and Regions: A Structural Economic Analysis*. Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, 1967.

L'Hostis, A., C. Decoupigny, P. Menerault, et N. Morice. *Cadencement et intermodalité de l'offre en transport collectif en Nord-Pas-de-Calais, analyse et propositions d'amélioration*. Villeneuve d'Ascq: INRETS, juillet 2001.

Lacoste, G. « Valorisation foncière et financement des infrastructures de transport, (Note rapide Mobilité, Institut d'aménagement et d'urbanisme, Île-de-France) », juin 2009.

Lennert M. et al., Future Orientations for Cities final report (ESPON, 2010), http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/foci.html.

Lethiais, V., et A. Aguiléra. « «Les relations de coopération inter-entreprises: TIC versus face-à-face» ». Dans *Conference Online Services: networks, contents, usages*, 13–14, 2007.

Leysens, T. « Reconfiguration des réseaux de transport et Renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail ». Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2011.

L'Hostis A. et Baptiste H., « A Transport network for a city network in the Nord-Pas-de-Calais region: linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system », European Journal of Spatial Development (2006), http://www.nordregio.se/EJSD/.

Lian, J. I, et J. M Denstadli. « Norwegian business air travel-segments and trends ». *Journal of Air Transport Management* 10, n°. 2 (2004): 109–118.

Lorentzon, S. « Changes in the Flows and Means of Information Exchange: Business Uses of ICT in Sweden in the 1990s ». *Journal of Urban Technology* 10, n°. 1 (2003): 89–110.

Martensson, S. *On the formation of biographies in space-time environments*. Univ. of Lund, Dep. of geography [Geografiska inst., Lunds univ.], 1979.

Mathis P. et al., Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion, 2004, http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

Menerault, Philippe. *Les pôles d'échange en France*. La Documentation Française, 2006.

Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer. *Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport*. Paris: Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, mars 25, 2004.

Le Néchet, F. « Approche multiscalaire des liens entre mobilité quotidienne, morphologie et soutenabilité des métropoles européennes. Cas de Paris et de la région Rhin-Ruhr ». Université Paris-Est, 2010.

Orfeuil, J.-P. *L'évolution de la mobilité quotidienne : comprendre les dynamiques, éclairer les controverses*. Arcueil: INRETS, 2000.

Potier, F. « Le périurbain: quelle connaissance? Quelles approches? Espaces sous influence urbaine: analyse bibliographique » (2007).

Raffestin, C. « Pour une géographie du pouvoir ». *Litec* (1980).

Raux, C., I. Joly, T. Y. Ma, Y. Crozet, N. Ovtracht, et V. Thiebaut. *La croissance des budgets-temps de transport. Approfondissement.* Rapport PREDIT. Ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Developpement durable et de la Mer, s. d.

Rietveld, P., et F. Bruinsma. *Is Transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy*. Berlin: Springer, 1998.

Spiekermann, K., et M. Wegener. *Update of Selected. Potential Accessibility. Indicators. Final Report*. Urban and Regional Research (S&W), RRG Spatial Planning and Geoinformation, 2007.

Spill, J. M. « J.-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, P. Zembri, Géographie des transports » (2008).

Stathopoulos, N. *La Performance territoriale des réseaux de transport*. Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1997.

Törnqvist, G. *Contact systems and regional development*. The Royal University of Lund, 1970.

Vanco, Florian. « Formes urbaines et durabilité du système de transports. Une application par les coûts de la mobilité urbaine des ménages au sein de l'agglomération Lyonnaise ». Université Lumière Lyon 2, Laboratoire d'Economie des Transports., 2011.

Vecchi, A., et J. Wickham. « Clusters and Pipelines, Commuters and Nomads: Business travel in the Irish software industry ». *GaWC Research Bulletin* 212 (2006).

Villeneuve, P. Y, M. Lee-Gosselin, et R. Barbonne. « Le champ métropolitain: une forme en émergence? » Dans *Les villes ont-elles achevé leur transition ? (Actes des XVIe entretiens Jacques Cartier, Lyon décembre 2003)*, 41–62. Actes INRETS. Arcueil: INRETS, 2005.

Vodoz, L., C. Jemelin, et B. Pfister Giauque. *Les territoires de la mobilité: l'aire du temps*. Lausanne: PPUR presses polytechniques, 2004.

Wiel, M. *La Transition urbaine*. Sprimont: Mardaga, 1999.

Zahavi, Y. « Travel time budget and mobility in urban areas ». *Washington DC: Federal Highway Administration., US Department of Transportation* (1974).

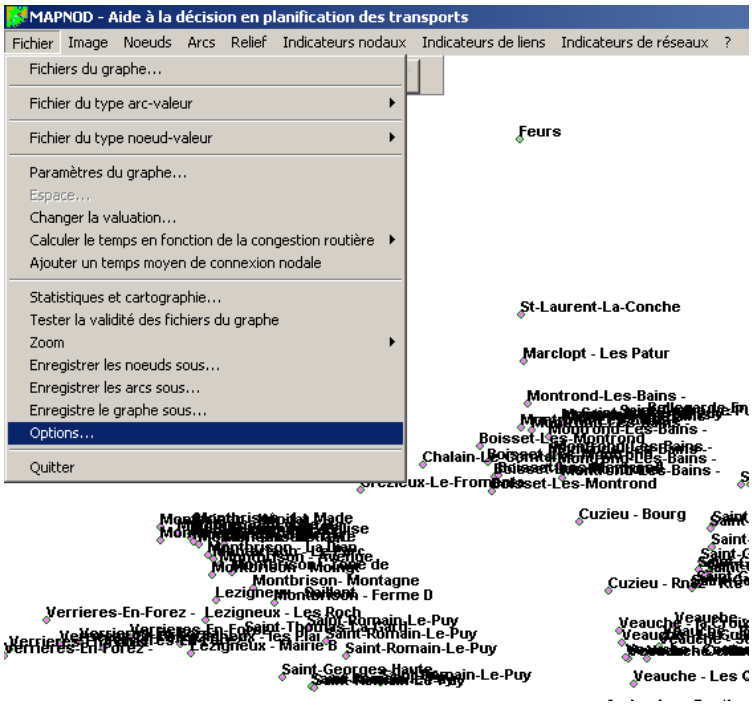
Annexes

Annexe 1 : Méthode de traitement des temps de parcours MapNod sous Excel

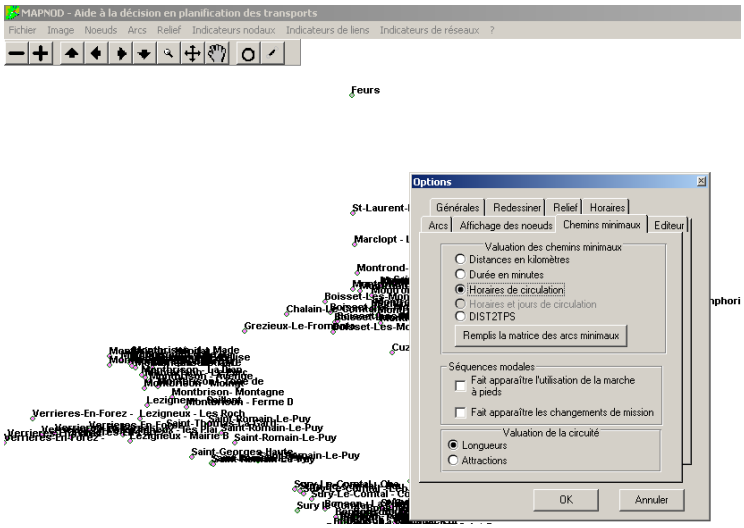
Etape 1 Configurer MapNod

Pour installer MapNod et élaborer un graphe, il faut se reporter à l'aide qu'on trouvera sur http://mapnod.free.fr/aide.html
Ici, on se contentera de décrire les étapes nécessaires pour obtenir des résultats en vue de tracer des isochrones bus et marche à pied.

1) Il est tout d'abord nécessaire de paramétrer correctement les options de calcul dans MapNod. Pour cela, aller dans « Fichier » puis « Options » comme montré sur l'image ci-après.

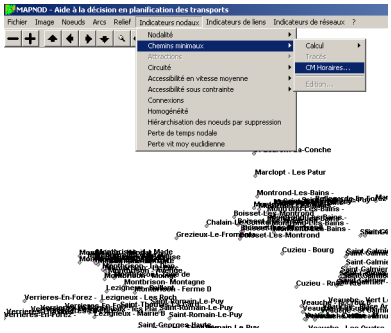


2) Vous avez accès à une nouvelle fenêtre appelée « Options » contenant plusieurs onglets. Cliquez sur « Chemins minimaux ». Dans cet onglet, choisissez l'option « Horaires de circulation » puis cliquez sur le bouton « Remplis la matrice des arcs minimaux » (voir illustration ci-dessous). Une fois cela fait, cliquez sur « Ok ».

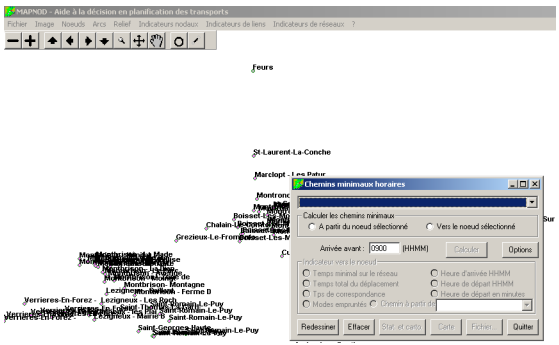


Etape 2 Réaliser les calculs

1) Pour procéder aux calculs, allez dans « Indicateurs nodaux », puis choisissez « Chemins minimaux », et enfin « CM Horaires ».

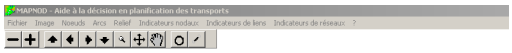


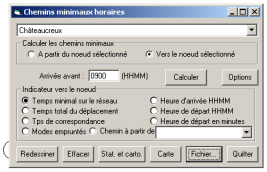
2) Vous avez accès à une nouvelle fenêtre intitulée « Chemins minimaux horaires ». Vous devez d'abord choisir un nœud (de départ ou d'arrivée en fonction du choix que vous effectuez : « A partir du nœud sélectionné » ou « Vers le nœud sélectionné »), puis choisir une contrainte horaire « Arrivée avant » ou « Départ avant », puis cliquez sur « Calculer ».



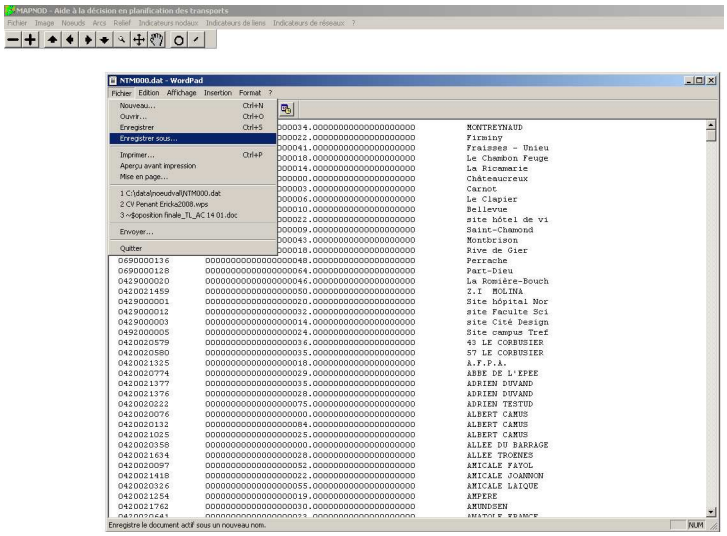
3) Vous pourrez ensuite effectuer divers calculs en choisissant les options qui vous conviennent. Concernant le calcul des isochrones, il faut choisir « Temps minimal sur le réseau ».

Il vous faut ensuite cliquer sur le bouton « Carte » puis sur « Fichier » (quelque soit le calcul, respectez toujours cet ordre pour assurer le bon fonctionnement du logiciel).

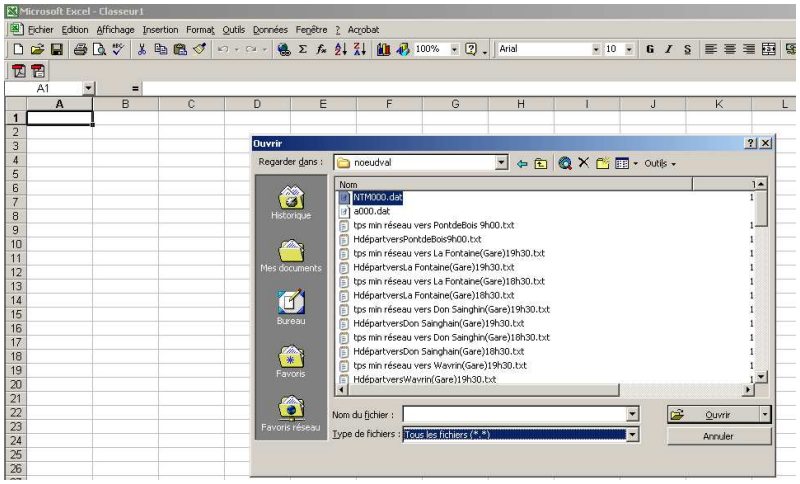




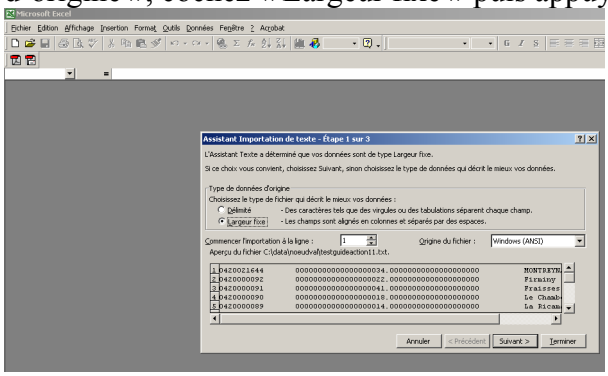
4) Vous obtenez un fichier WordPad (texte) contenant le résultat de votre requête. Allez dans « Fichier », « Enregistrer sous … » et choisissez un nom et un répertoire pour ce fichier.



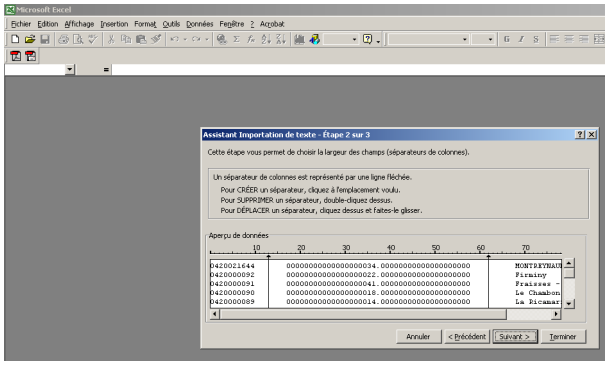
5) Importer ensuite ce fichier dans Excel pour trier les résultats et procéder à des calculs. Pour ce faire, ouvrez Excel, faites « Fichier », puis « Ouvrir », dans l'option « Type de fichiers » de la fenêtre qui s'est ouverte, choisissez « Tous les fichiers (*.*) », puis validez le fichier que vous souhaitez importer.



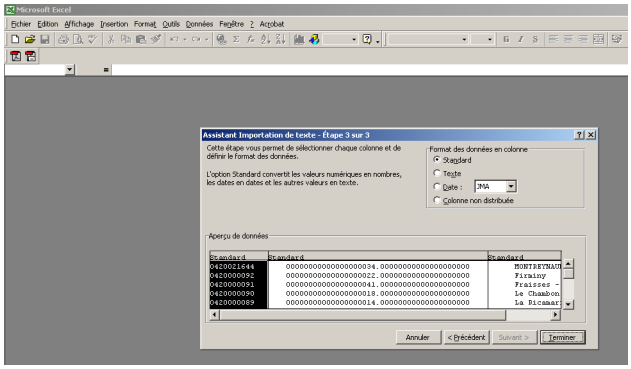
6) Une fenêtre « Assistant Importation de texte » s'ouvre. Dans l'option « Type de données d'origine », cochez « Largeur fixe » puis appuyez sur « OK ».



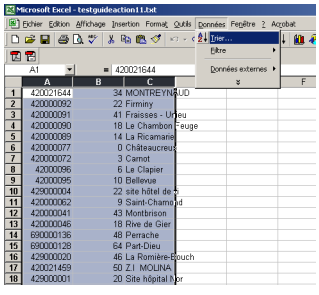
7) Vérifiez si la largeur des colonnes vous convient et au besoin modifiez la à l'aide des séparateurs (flèches noires) qui sont mobiles. Puis cliquez sur suivant.



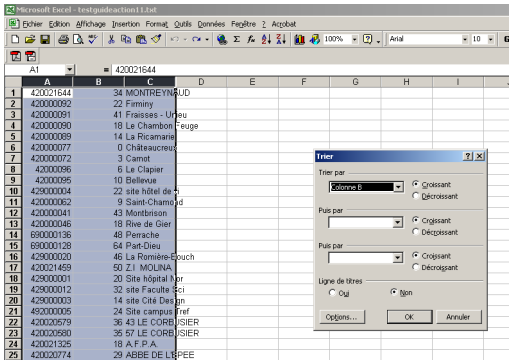
8) Procédez ensuite aux réglages que vous désirez. Pour les étapes qui suivent, aucun réglage particulier n'est nécessaire ici, vous pouvez donc cliquer sur « Terminer ».



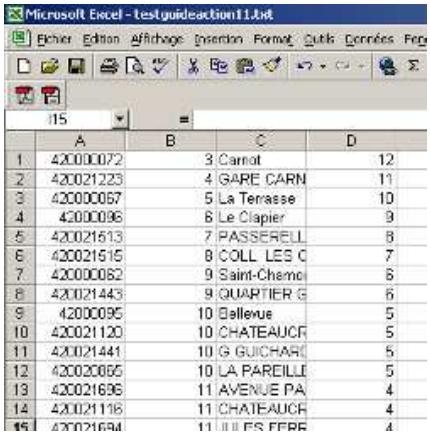
9) Une fois votre fichier importé sous Excel, vous pouvez procéder aux calculs.
Pour obtenir les nœuds à une certaine distance-temps, sélectionnez les 3 colonnes à votre disposition, puis allez dans « Données » et « Trier ».



10) Une nouvelle fenêtre « Trier » s'affiche. Pour l'option « Ligne de titres », choisissez « non » si vous n'avez pas mis d'en-têtes aux colonnes. Puis choisissez de trier par ordre croissant la colonne B contenant les temps minimaux (en minutes).



11) Il ne vous reste plus qu'à repérer, trier et sélectionner les nœuds qui sont à moins de *x* minutes (*temps choisi pour le déplacement en transports en commun*) du nœud de référence (la gare). Il est donc nécessaire de retirer les « 0 » et les résultats supérieurs ou égalant *x*. Puis il vous faut effectuer l'opération suivante :
Distance-temps choisie (*x*) moins Distance-temps (résultats colonne B) du nœud.
Exemple : vous avez choisi 15 minutes comme distance-temps de référence pour tracer l'isochrone (vous considérez que 15 mn est le temps maximum à consacrer à la marche à pied et aux transports en commun à partir de ou vers la gare). Prenons le premier nœud de la liste (dans l'illustration) : Carnot. Il est à 15-3=12 minutes de la gare choisie. On peut donc tracer un isochrone correspondant à 12 mn à 5km/h autour de ce nœud dans un SIG grâce à un LIG.



Annexe 2 : Note méthodologique : Instructions MySQL pour l'indicateur de contactabilité

Rédacteur : Alain L'Hostis, LVMT-IFSTTAR

#Adaptation aux nouvelles sorties de Musliw version 160

#Préparation du calcul : La matrice des requêtes de Musliw

```
#départs
#DGITM Allers
SELECT concat(
r1.`CodeMusliw`, ";",
r2.`CodeMusliw`, ";1;0;", 344+r1.`Pénalité`, ";d;",
r1.`NomRequeteDetail`, "  -  ",
r2.`NomRequeteDetail`)
FROM `requetes_FUA_DGITM` r1 join `requetes_FUA_DGITM` r2
WHERE r1.`FUAId` is not null and r2.`FUAId` is not null and
     r1.`CodeMusliw`<> r2.`CodeMusliw` and
     r1.`CodeMusliw` >0 and  r2.`CodeMusliw` >0
order by r1.`CodeMusliw`;

#retours
#DGITM retours
SELECT concat(
r1.`CodeMusliw`, ";",
r2.`CodeMusliw`, ";1;0;", 1395-r2.`Pénalité`, ";a;",
r1.`NomRequeteDetail`, "  -  ",
r2.`NomRequeteDetail`)
FROM `requetes_FUA_DGITM` r1 join `requetes_FUA_DGITM` r2
WHERE r1.`FUAId` is not null and r2.`FUAId` is not null and
     r1.`CodeMusliw`<> r2.`CodeMusliw` and
      r1.`CodeMusliw` >0 and  r2.`CodeMusliw` >0
order by r2.`CodeMusliw`;

# 23h15 23*60=1380 + 15 = 1395
```

#*Bases mysql*

DGITM: **mapetnod**.free.fr/phpMyAdmin/

Login: mapetnod

mot de passe: utannary

#Intégration des résultats de Musliw dans la base de données MySQL

#*Création tables des sorties Musliw*

```
SET SQL_MODE="NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";

--
-- Structure de la table `rt_air_rail_d_5h45`
--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `rt_air_rail_d_5h45` (
  `id` int(11) NOT NULL,  `ori` int(11) NOT NULL,  `nomOri` text collate latin1_general_ci NOT NULL,  `des` int(11) NOT NULL,
  `nomDes` text collate latin1_general_ci NOT NULL,  `jour` int(11) NOT NULL,
  `heureo` int(11) NOT NULL,  `heured` int(11) NOT NULL,
  `temps` int(11) NOT NULL,
  `tveh` int(11) NOT NULL,  `tmap` int(11) NOT NULL,
  `tatt` int(11) NOT NULL,  `tcorr` int(11) NOT NULL,
  `ncorr` int(11) NOT NULL,
  `tatt1` int(11) NOT NULL,  `cout` int(11) NOT NULL,
  `longueur` decimal(10,3) NOT NULL,  `pole` int(11) NOT NULL,  `volau` int(11) NOT NULL,  `texte` text collate latin1_general_ci NOT NULL,  `nbpop` int(11) NOT NULL,  `toll`
int(11) NOT NULL,  KEY `ori` (`ori`),  KEY `des` (`des`),  KEY `ori_2` (`ori`),  KEY `des_2` (`des`),  KEY `ori_3` (`ori`),  KEY `des_3` (`des`),  KEY `ori_4` (`ori`),  KEY `des_4`
(`des`),  KEY `ori_5` (`ori`),  KEY `des_5` (`des`),  KEY `ori_6` (`ori`),  KEY `des_6` (`des`),  KEY `ori_7` (`ori`),  KEY `des_7` (`des`),  KEY `ori_8` (`ori`),  KEY `des_8` (`des`),  KEY
`ori_9` (`ori`),  KEY `des_9` (`des`),  KEY `ori_10` (`ori`),  KEY `des_10` (`des`),  KEY `ori_11` (`ori`),  KEY `des_11` (`des`),  KEY `ori_12` (`ori`),  KEY `des_12` (`des`),  KEY
`ori_13` (`ori`),  KEY `des_13` (`des`),  KEY `ori_14` (`ori`),  KEY `des_14` (`des`),  KEY `ori_15` (`ori`),  KEY `des_15` (`des`),  KEY `ori_16` (`ori`),  KEY `des_16` (`des`),  KEY
`ori_17` (`ori`),  KEY `des_17` (`des`),  KEY `ori_18` (`ori`),  KEY `des_18` (`des`),  KEY `ori_19` (`ori`),  KEY `des_19` (`des`),  KEY `ori_20` (`ori`),  KEY `des_20` (`des`),  KEY
`ori_21` (`ori`),  KEY `des_21` (`des`),  KEY `ori_22` (`ori`),  KEY `des_22` (`des`),  KEY `ori_23` (`ori`),  KEY `des_23` (`des`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1
COLLATE=latin1_general_ci;


-- --------------------------------------------------------
--
-- Structure de la table `rt_air_rail_a_22h15`
```

--

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `rt_air_rail_a_22h15` (
  `id` int(11) NOT NULL, `ori` int(11) NOT NULL, `nomOri` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `des` int(11) NOT NULL, `nomDes` text collate latin1_general_ci NOT NULL,
`jour` int(11) NOT NULL, `heureo` int(11) NOT NULL, `heured` int(11) NOT NULL, `temps` int(11) NOT NULL, `tveh` int(11) NOT NULL, `tmap` int(11) NOT NULL, `tatt`
int(11) NOT NULL, `tcorr` int(11) NOT NULL, `ncorr` int(11) NOT NULL, `tatt1` int(11) NOT NULL, `cout` int(11) NOT NULL, `longueur` decimal(10,3) NOT NULL, `pole`
int(11) NOT NULL, `volau` int(11) NOT NULL, `texte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `nbpop` int(11) NOT NULL, `toll` int(11) NOT NULL, KEY `ori` (`ori`), KEY
`des` (`des`), KEY `ori_2` (`ori`), KEY `des_2` (`des`), KEY `ori_3` (`ori`), KEY `des_3` (`des`), KEY `id` (`id`), KEY `ori_4` (`ori`), KEY `des_4` (`des`), KEY `ori_5` (`ori`), KEY
`des_5` (`des`), KEY `ori_6` (`ori`), KEY `des_6` (`des`), KEY `ori_7` (`ori`), KEY `des_7` (`des`), KEY `ori_8` (`ori`), KEY `des_8` (`des`), KEY `ori_9` (`ori`), KEY `des_9`
(`des`), KEY `ori_10` (`ori`), KEY `des_10` (`des`), KEY `ori_11` (`ori`), KEY `des_11` (`des`), KEY `ori_12` (`ori`), KEY `des_12` (`des`), KEY `ori_13` (`ori`), KEY `des_13`
(`des`), KEY `ori_14` (`ori`), KEY `des_14` (`des`), KEY `ori_15` (`ori`), KEY `des_15` (`des`), KEY `ori_16` (`ori`), KEY `des_16` (`des`), KEY `ori_17` (`ori`), KEY `des_17`
(`des`), KEY `ori_18` (`ori`), KEY `des_18` (`des`), KEY `ori_19` (`ori`), KEY `des_19` (`des`), KEY `ori_20` (`ori`), KEY `des_20` (`des`), KEY `ori_21` (`ori`), KEY `des_21`
(`des`), KEY `ori_22` (`ori`), KEY `des_22` (`des`), KEY `ori_23` (`ori`), KEY `des_23` (`des`), KEY `ori_24` (`ori`), KEY `des_24` (`des`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci;
```

#Insertion des fichiers de sortie de Musliw

```
ALTER TABLE `rt_air_rail_a_22h15` DROP `nomOri` ,
DROP `nomDes` ,
DROP `conurbOri` ,DROP `nomConurbOri` ,
DROP `conurbDes` ,DROP `nomConurbDes` ,
DROP `modeOri` ,DROP `modeDes` ,
DROP `dx` ,DROP `dy` ,
DROP `ax` ,DROP `ay` ;
```

```
ALTER TABLE `rt_air_rail_d_5h45`
 DROP `conurbOri`,  DROP `nomConurbOri`,
 DROP `conurbDes`,  DROP `nomConurbDes`,
 DROP `modeOri`,  DROP `modeDes`,
 DROP `dx`,  DROP `dy`,
 DROP `ax`,  DROP `ay`,DROP `nomOri`,  DROP `nomDes`;
```

- import dans MySQL en CSV, codage windows-1250
- découpage des fichiers en morceaux avec Linux ou avec un utilitaire windows
- remplacer les séparateurs décimaux "," en "."

```
ALTER TABLE `rt_air_rail_d_5h45` ADD
`Type` INT( 11 ) NULL DEFAULT '0',
ADD `nomOri` TEXT NOT NULL after `Ori`,
ADD `nomDes` TEXT NOT NULL after `Des`,
ADD `conurbOri` INT NOT NULL ,ADD `nomConurbOri` TEXT NOT NULL ,
ADD `conurbDes` INT NOT NULL ,ADD `nomConurbDes` TEXT NOT NULL,
ADD `modeOri` TEXT NOT NULL,ADD `modeDes` TEXT NOT NULL,
ADD `dx` FLOAT NOT NULL  ,ADD `dy` FLOAT NOT NULL  ,
ADD `ax` FLOAT NOT NULL  ,ADD `ay` FLOAT NOT NULL
  ;
ALTER TABLE `rt_air_rail_a_22h15`
ADD `nomOri` TEXT NOT NULL after `Ori`,
ADD `nomDes` TEXT NOT NULL after `Des`,
ADD `Type` INT( 11 ) NULL DEFAULT '0',
ADD `conurbOri` INT NOT NULL ,ADD `nomConurbOri` TEXT NOT NULL ,
ADD `conurbDes` INT NOT NULL ,ADD `nomConurbDes` TEXT NOT NULL,
ADD `modeOri` TEXT NOT NULL,ADD `modeDes` TEXT NOT NULL,
ADD `dx` FLOAT NOT NULL  ,ADD `dy` FLOAT NOT NULL  ,
ADD `ax` FLOAT NOT NULL  ,ADD `ay` FLOAT NOT NULL    ;
```

Mise en forme des résultats de Musliw

#Les noms des gares et aéroports

```
update `rt_air_rail_d_5h45` r, requetes_FUA_DGITM  n
set r.`nomOri`= n.`NomGareDB`
WHERE r.`ori`= n.`CodeMusliw` ;
update `rt_air_rail_d_5h45` r, requetes_FUA_DGITM  n
```

```
set r.`nomdes`= n.`NomGareDB`
WHERE r.`des`= n.`CodeMusliw`;

update `rt_air_rail_a_22h15` r, requetes_FUA_DGITM n
set r.`nomOri`= n.`NomGareDB`
WHERE r.`ori`= n.`CodeMusliw` ;
update `rt_air_rail_a_22h15` r, requetes_FUA_DGITM n
set r.`nomdes`= n.`NomGareDB`
WHERE r.`des`= n.`CodeMusliw`;
```

#Les coordonnées

```
update `rt_air_rail_d_5h45` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set r.`dx`= n.`lonDB`, r.`dy`= n.`latDB`
where r.ori=n.CodeMusliw;
update `rt_air_rail_d_5h45` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set r.`ax`= n.`lonDB`, r.`ay`= n.`latDB`
where r.des=n.CodeMusliw;
update `rt_air_rail_a_22h15` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set r.`dx`= n.`lonDB`, r.`dy`= n.`latDB`
where r.ori=n.CodeMusliw;
update `rt_air_rail_a_22h15` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set r.`ax`= n.`lonDB`, r.`ay`= n.`latDB`
where r.des=n.CodeMusliw;
# une correction
delete FROM `rt_air_rail_d_5h45` WHERE `ori`=`des`;
delete FROM `rt_air_rail_a_22h15` WHERE `ori`=`des`;


#du nettoyage pour alléger les tables
delete FROM `rt_air_rail_d_5h45` WHERE `heured`>1395-360;
delete FROM `rt_air_rail_a_22h15` WHERE `heureo`<344+360;
```

#Les conurbations et les modes

```
ALTER TABLE `rt_air_rail_a_22h15` ADD INDEX ( `Ori` ), ADD INDEX ( `conurbOri` ), ADD
INDEX ( `Des` ), ADD INDEX ( `conurbDes` ), ADD INDEX ( `Type` );

ALTER TABLE `rt_air_rail_d_5h45` ADD INDEX ( `Ori` ), ADD INDEX ( `conurbOri` ), ADD
INDEX ( `Des` ), ADD INDEX ( `conurbDes` ), ADD INDEX ( `Type` );


update `rt_air_rail_d_5h45` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set
r.`nomConurbOri`= n.`FUAName`,
r.`conurbOri`= n.`FUAIdNum`,
r.`modeOri`= n.`Mode`
WHERE r.`ori`= n.`CodeMusliw` ;

update `rt_air_rail_d_5h45` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set
r.`nomConurbDes`= n.`FUAName`,
r.`conurbDes`= n.`FUAIdNum`,
r.`modeDes`= n.`Mode`
WHERE r.`des`= n.`CodeMusliw` ;
```

```
update `rt_air_rail_a_22h15` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set
r.`nomConurbOri`= n.`FUAName`,
r.`conurbOri`= n.`FUAIdNum`,
r.`modeOri`= n.`Mode`
WHERE r.`ori`= n.`CodeMusliw` ;

update `rt_air_rail_a_22h15` r, `requetes_FUA_DGITM` n
set
r.`nomConurbDes`= n.`FUAName`,
r.`conurbDes`= n.`FUAIdNum`,
r.`modeDes`= n.`Mode`
WHERE r.`des`= n.`CodeMusliw` ;
```

#Codage des mode avec la longueur des chemins sortis de Musliw

#Une correction:

```
update `rt_air_rail_d_5h45` set `texte` = replace(`texte`, "DUBLIN", "Dublin");
update `rt_air_rail_a_22h15` set `texte` = replace(`texte`, "DUBLIN", "Dublin");
```

#Mise à zéro

```
update `rt_air_rail_d_5h45`
set `Type`=0;
update `rt_air_rail_a_22h15`
set `Type`=0;
```

```
#arcs aériens longueur 1000 km
#arcs ferroviaire longueurs 1 km
#arcs marche à pied longueur 0.001 km
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 101 where longueur>0.999 and longueur <999;#rail
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 202 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0) =0;#selectionne
les 1000, 2000 etc.
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 201 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0) >0 and
`modeOri`="Air" and `modeDes`="Rail" ;#intermodaux commençant en avion et terminant en gare
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 102 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0) >0 and
`modeOri`="Rail" and `modeDes`="Air";#intermodaux commençant en gare et terminant en avion
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 121 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0)>0 and
`modeOri`="Rail" and `modeDes`="Rail";#intermodaux commençant et finissant en gare
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`= 131 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0)>0 and
`modeOri`="Air" and `modeDes`="Air";#intermodaux commençant et finissant dans un aéroport

update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 101 where longueur>0.999 and longueur <999;#rail
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 202 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0)
=0;#selectionne les 1000, 2000 etc.
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 201 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0) >0 and
`modeOri`="Air" and `modeDes`="Rail" ;#intermodaux commençant en avion et terminant en gare
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 102 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0) >0 and
`modeOri`="Rail" and `modeDes`="Air";#intermodaux commençant en gare et terminant en avion
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 121 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0)>0 and
`modeOri`="Rail" and `modeDes`="Rail";#intermodaux commençant et finissant en gare
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`= 131 where longueur > 999 and truncate(longueur - ((longueur div 1000) * 1000), 0)>0 and
`modeOri`="Air" and `modeDes`="Air";#intermodaux commençant et finissant dans un aéroport
```

 # Signification des codes

```
# 101  train train
# 102 train avion
# 201 avion train
# 202 avion avion
# 121 gare-gare mais comportant un vol
# 131 aéroport – aéroport mais comportant du train entre les deux
# 292 aéroport aéroport par train
# 192 291 la aussi c'est du train qui apparaissait comme de l'avion
 # 152 251 partent en train vers l'aéroport de la conurbation
```

```
# les 152: ne posent pas de problème la connection attend bien 44 minutes au
minimum avant de prendre l'avion: à reclasser en 202 si on le souhaite
```

#*Nettoyage des tables*

#Suppression des faux aériens (codés avec un 9 au milieu)
on passe en interclassement case sensistive
ALTER TABLE `rt_air_rail_d_5h45` CHANGE `texte` `texte` TEXT CHARACTER SET latin1 COLLATE latin1_general_cs NOT NULL;
ALTER TABLE `rt_air_rail_a_22h15` CHANGE `texte` `texte` TEXT CHARACTER SET latin1 COLLATE latin1_general_cs NOT NULL ;

#des faux intermodaux utilisant le train vers l'aéroport de la conurbation
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Amsterdam Centraal%' AND `Texte` LIKE '%- AMS |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Amsterdam Centraal%' AND `Texte` LIKE '%- AMS |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Birmingham New Street%' AND `Texte` LIKE '%- BHX |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Birmingham New Street%' AND `Texte` LIKE '%- BHX |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Düsseldorf Hbf%' AND `Texte` LIKE '%- DUS |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Düsseldorf Hbf%' AND `Texte` LIKE '%- DUS |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Frankfurt%' AND `Texte` LIKE '%- FRA |%' and `Texte` LIKE '%Frankfurt Hbf%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Frankfurt%' AND `Texte` LIKE '%- FRA |%' and `Texte` LIKE '%Frankfurt Hbf%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Geneve%' AND `Texte` LIKE '%- GVA |%' and `nomDes` NOT LIKE '%Cointrin%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Geneve%' AND `Texte` LIKE '%- GVA |%' and `nomDes` NOT LIKE '%Cointrin%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Koebenhavn%' AND `Texte` LIKE '%- CPH |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Koebenhavn%' AND `Texte` LIKE '%- CPH |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Manchester Picadilly%' AND `Texte` LIKE '%- MAN |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Manchester Picadilly%' AND `Texte` LIKE '%- MAN |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Oslo S%' AND `Texte` LIKE '%- OSL |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Oslo S%' AND `Texte` LIKE '%- OSL |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Southampton Central%' AND `Texte` LIKE '%- SOU |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Southampton Central%' AND `Texte` LIKE '%- SOU |%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Stockholm Central%' AND `Texte` LIKE '%STO |%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `Type`=102 and `nomOri` LIKE '%Stockholm Central%' AND `Texte` LIKE '%STO |%' ;

update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Amsterdam Centraal%' AND `Texte` LIKE '%AMS%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Amsterdam Centraal%' AND `Texte` LIKE '%AMS%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Birmingham New Street%' AND `Texte` LIKE '%BHX%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Birmingham New Street%' AND `Texte` LIKE '%BHX%';
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Düsseldorf Hbf%' AND `Texte` LIKE '%DUS%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Düsseldorf Hbf%' AND `Texte` LIKE '%DUS%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Frankfurt%' AND `Texte` LIKE '%FRA%' and `Texte` LIKE '%Frankfurt Hbf%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Frankfurt%' AND `Texte` LIKE '%FRA%' and `Texte` LIKE '%Frankfurt Hbf%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Geneve%' AND `Texte` LIKE '%GVA%' and `nomDes` NOT LIKE '%Cointrin%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Geneve%' AND `Texte` LIKE '%GVA%' and `nomDes` NOT LIKE '%Cointrin%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Koebenhavn%' AND `Texte` LIKE '%CPH%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Koebenhavn%' AND `Texte` LIKE '%CPH%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Manchester Picadilly%' AND `Texte` LIKE '%MAN%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Manchester Picadilly%' AND `Texte` LIKE '%MAN%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Oslo S%' AND `Texte` LIKE '%OSL%' ;

```
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Oslo S%' AND `Texte` LIKE '%OSL%' ;
update `rt_air_rail_d_5h45`  set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Southampton Central%' AND `Texte` LIKE
'%SOU%' ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Southampton Central%' AND `Texte` LIKE
'%SOU%';
update `rt_air_rail_d_5h45`  set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Stockholm Central%' AND `Texte` LIKE '%STO%'
;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `Type` =201 and `nomDes` LIKE '%Stockholm Central%' AND `Texte` LIKE '%STO%';

#un problème avec CDG et ORY, les chemins aériens changeant d'aéroport parisien par le TGV
#interdiction des tranferts CDG-ORY par rail
update `rt_air_rail_d_5h45`  set `Type`=152 where `texte` LIKE '%ORY%' AND `texte` LIKE '%CDG%' AND (`Type` =102 or `Type`
=202) ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=152 where `texte` LIKE '%ORY%' AND `texte` LIKE '%CDG%' AND (`Type` =102 or `Type`
=202) ;
update `rt_air_rail_d_5h45`  set `Type`=251 where `texte` LIKE '%ORY%' AND `texte` LIKE '%CDG%' AND (`Type` =201 or `Type`
=202) ;
update `rt_air_rail_a_22h15` set `Type`=251 where `texte` LIKE '%ORY%' AND `texte` LIKE '%CDG%' AND (`Type` =201 or `Type`
=202) ;

#retour à l'ancien interclassement
ALTER TABLE `rt_air_rail_d_5h45` CHANGE `texte` `texte` TEXT CHARACTER SET latin1 COLLATE
latin1_general_ci NOT NULL;
ALTER TABLE `rt_air_rail_a_22h15` CHANGE `texte` `texte` TEXT CHARACTER SET latin1 COLLATE
latin1_general_ci NOT NULL ;
```

#Construction de l'indicateur de contactabilité

#La table des Allers-Retours

```
CREATE TABLE  `rt_air_rail_5_23` (
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,
dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL,
dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,
dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL,
`dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL ,
`dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL,
`dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL,
`dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL,
`dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL ,
`aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL,
`aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL,
`aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11)
NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL,
`dOri` int(11) NOT NULL, `dDes` int(11) NOT NULL,
`aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL,
`dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL,
dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,
dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL,
aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,
aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL,
`orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL,
`desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci
COMMENT='';
```

#Le JOIN mettant les allers en correspondance avec les retours:

```
insert into `rt_air_rail_5_23`
( `dNomOri`, `dNomDes`,`dNomConurbOri`, `dNomConurbDes`,
`dHdep`, `dHarr`,
`dTemps`, `dTveh`, `dTmap`,
`dTatt`, `dTatt1`, `dPole`, `dTexte`, `dType`,
`tpsDispo`, `aType`,
`aHdep`, `aHarr`,
`aTemps`, `aTveh`, `aTmap`,
`aTatt`, `atatt1`, `aPole`, `aTexte`,  `dId`, `aId`,
`dori`, `ddes`, `aori`, `ades`,  `dconurbOri`, `dconurbDes`,`dmodeOri`, `dmodeDes`, `anomOri`, `anomDes`, orix, oriy, desx, desy)
SELECT
d6.NomOri, d6.NomDes, d6.nomConurbOri, d6.nomConurbDes,
SEC_TO_TIME((d6.`heureo`)*60) dHdep, SEC_TO_TIME((d6.heured)*60) dHarr, SEC_TO_TIME((d6.temps)*60) dTemps,
SEC_TO_TIME((d6.tveh)*60) dTveh, d6.tmap dTmap, d6.tatt dTatt, d6.tatt1 dTatt1, d6.pole dPole, d6.`texte` dTexte, d6.Type dType,
SEC_TO_TIME((a21.`heureo`-d6.`heured`)*60) tpsDispo, a21.Type aType,
 SEC_TO_TIME((a21.`heureo`)*60) aHdep, SEC_TO_TIME((a21.heured)*60) aHarr, SEC_TO_TIME((a21.temps)*60) aTemps,
SEC_TO_TIME((a21.tveh)*60) aTveh, a21.tmap aTmap, a21.tatt aTatt, a21.tatt1 atatt1, a21.pole aPole, a21.`texte` aTexte,  d6.id dId,
a21.id aId,
d6.ori, d6.des, a21.ori, a21.des, d6.conurbOri, d6.conurbDes, d6.modeOri, d6.modeDes,a21.NomOri, a21.NomDes, d6.dx, d6.dy, d6.ax,
d6.ay
FROM `rt_air_rail_d_5h45` d6
join `rt_air_rail_a_22h15` a21
on
(
      (
       (d6.type=101  and a21.type=101) and                    #cas fer fer
       (d6.`conurbOri`=a21.`conurbDes` and d6.`conurbDes`=a21.`conurbOri`)
      )
 or (
       (d6.type=201 and  a21.type=102)  and                  #cas air fer
       (d6.`Ori`=a21.`Des` and d6.`conurbDes`=a21.`conurbOri`)
      )
 or (
       (d6.type=102  and a21.type=201) and                    #cas fer air
       (d6.`conurbOri`=a21.`conurbDes` and d6.`Des`=a21.`Ori`)
     )
 or (
       (d6.type=202 and  a21.type=202) and                    #cas air air
       (d6.`Ori`=a21.`Des` and d6.`Des`=a21.`Ori`)
     )
)
where d6.`conurbOri` <> d6.`conurbDes` ;
```

#les AR arrivent et partent du même aéroport dans le cas des métropoles a mutliples aéroports

#Les AR valides

```
CREATE TABLE `rt_air_rail_5_23_valides` (
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,  dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL,  dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,  dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL,  `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL, `aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes` int(11) NOT NULL,  `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL,  `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL,  dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL,  dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL,
index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into `rt_air_rail_5_23_valides`  SELECT r1.`dNomOri`, r1.`dNomDes`,
r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`, r1.`dTAtt`, r1.`dTAtt1`,
```

r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`, r1.`aTMap`, r1.`aTAtt`, r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` , r1.`dConurbDes`, r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy

```
FROM `rt_air_rail_5_23` r1
WHERE mid(r1.dtype, 3, 1) =1 and   #rail
(r1.tpsdispo > "07:29:00")
   or mid(r1.dtype, 3, 1) =2 and    #air
(r1.tpsdispo > "08:29:00" );
```

#*Les valides les plus rapides par mode*

```
CREATE ALGORITHM = UNDEFINED VIEW `v_best_by_mode_rt_5_23` AS
select MAX(`tpsDispo`) as maxTpsDispo, `dconurbOri` ,`dconurbDes`, dtype, dnomconurbori, dnomconurbdes,
dNomOri, dNomDes from `rt_air_rail_5_23_valides` group by `dconurbOri`
,`dconurbDes`, `dtype`;
CREATE TABLE `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode`(
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes
text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT
NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL,
`tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11)
NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes`
int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate
latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT
NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`) ) ENGINE=MyISAM
DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode`  SELECT
r1.`dNomOri`, r1.`dNomDes`, r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`,
r1.`dTAtt`, r1.`dTAtt1`, r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`,
r1.`aTMap`, r1.`aTAtt`, r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` ,
r1.`dConurbDes`, r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy
FROM `rt_air_rail_5_23_valides` r1
right join `v_best_by_mode_rt_5_23` r2 on
r1.`dconurbOri` = r2.`dconurbOri` AND r1.`dconurbDes` = r2.`dconurbDes`
and r1.tpsdispo=r2.maxTpsDispo
group by r1.`dConurbOri`, r1.`dConurbDes`, r1.dtype;
```

#*Isole les AR doubles meilleurs par mode*

```
CREATE TABLE `rt_air_rail_5_23_reciproques`(
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes
text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT
NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL,
`tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11)
NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes`
int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate
latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT
NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`) ) ENGINE=MyISAM
DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into `rt_air_rail_5_23_reciproques`  SELECT r1.`dNomOri`,
r1.`dNomDes`, r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`, r1.`dTAtt`,
r1.`dTAtt1`, r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`, r1.`aTMap`,
r1.`aTAtt`, r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` , r1.`dConurbDes`,
r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy
FROM `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode` r1
INNER JOIN `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode` r2 ON
r1.`dConurbOri`=r2.`dConurbDes` and r1.`dConurbDes`=r2.`dConurbOri`;
#a ce stade tout est permis, y c un a-r fer et un ar réciproque air-air

# ne sortir que la meilleure combinaison modale sur un couple
# d'abord créer une table des meilleurs valeurs par couples
CREATE ALGORITHM = UNDEFINED VIEW `v_best_rt_5_23` AS select
```

MAX(`tpsDispo`) as maxTpsDispo, `dconurbOri` ,`dconurbDes`, dnomconurbori, dnomconurbdes, dtype, dNomOri, dNomDes from `rt_air_rail_5_23_valides` group by `dconurbOri` ,`dconurbDes`;

#La table des meilleures combinaisons modales parmi les AR réciproques (inner pour seulement les concordances complètes)

 # attention risque que les modes soient différents entre a-b et B-A

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_best_reciproques`** (
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL, `oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into **`rt_air_rail_5_23_best_reciproques`** SELECT r1.`dNomOri`, r1.`dNomDes`, r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`, r1.`dTAtt`, r1.`dTAtt1`, r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`, r1.`aTMap`, r1.`aTAtt`, r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` , r1.`dConurbDes`, r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy
FROM `rt_air_rail_5_23_reciproques` r1
INNER JOIN `v_best_rt_5_23` # la plage horaire est maximale
r2 ON
r1.`d**conurbOri**` = r2.`d**conurbOri**` AND r1.`d**conurbDes**` = r2.`d**conurbDes**`
and r1.tpsdispo=r2.**maxTpsDispo;**

#une étape pour enlever des doublons

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_best_reciproques_sd`** (
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL, `oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into **`rt_air_rail_5_23_best_reciproques_sd`**
select distinct
`dNomOri`, `dNomDes`, `dNomConurbOri`, `dNomConurbDes`, `dHDep`, `dHArr`, `dTemps`, `dTVeh`, `dTMap`, `dTAtt`, `dTAtt1`, `dPole`, `dTexte`, `dType`, `tpsDispo`, `aType`, `aHdep`, `aHArr`, `aTemps`, `aTVeh`, `aTMap`, `aTAtt`, `aTAtt1`, `aPole`, `aTexte`, `dId`, `aId`, `dOri`, `dDes`, `aOri`, `aDes`, `dConurbOri`, `dConurbDes`, `dModeOri`, `dModeDes`, `aNomOri`, `aNomDes`, `orix`, `oriy`, `desx`, `desy`
from `rt_air_rail_5_23_best_reciproques`;

#Les Allers-retours simples (unidirectionnel)

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_simples`** (
dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL, `oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

insert into **`rt_air_rail_5_23_simples`** SELECT r1.`dNomOri`, r1.`dNomDes`, r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`, r1.`dTAtt`, r1.`dTAtt1`, r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`, r1.`aTMap`, r1.`aTAtt`, r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` , r1.`dConurbDes`, r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy
FROM `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode` r1
left JOIN `rt_air_rail_5_23_valides_best_by_mode` r2 ON

r1.`dConurbOri`=r2.`dConurbDes` and r1.`dConurbDes`=r2.`dConurbOri`
where r2.`dOri` is NULL;
#un AR simple n'a rien en réciproque, quel que soit le mode considéré, il n'y a rien de rien en face

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_best_simples`** (

dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

```
insert into `rt_air_rail_5_23_best_simples`  SELECT  r1.`dNomOri`, r1.`dNomDes`,
r1.`dNomConurbOri` , r1.`dNomConurbDes`, r1.`dHdep`, r1.`dHArr`, r1.`dTemps`, r1.`dTVeh`, r1.`dTMap`, r1.`dTAtt`, r1.`dTAtt1`,
r1.`dPole`, r1.`dTexte`, r1.`dType`, r1.`tpsDispo`, r1.`aType`, r1.`aHdep`, r1.`aHArr`, r1.`aTemps`, r1.`aTVeh`, r1.`aTMap`, r1.`aTAtt`,
r1.`atatt1`, r1.`aPole`, r1.`aTexte`, r1.`dId`, r1.`aId`, r1.`dOri`, r1.`dDes`, r1.`aOri`, r1.`aDes`, r1.`dConurbOri` , r1.`dConurbDes`,
r1.dModeOri, r1.dModeDes, r1.`aNomOri`, r1.`aNomDes`, r1.orix, r1.oriy, r1.desx, r1.desy
FROM `rt_air_rail_5_23_simples` r1
INNER JOIN `v_best_rt_5_23` # la plage horaire est maximale
r2 ON
r1.`dconurbOri` = r2.`dconurbOri` AND r1.`dconurbDes` = r2.`dconurbDes`
and r1.tpsdispo=r2.maxTpsDispo;
```

#Une étape pour enlever des doublons

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_best_simples_sd`** (

dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

```
insert into `rt_air_rail_5_23_best_simples_sd`
select distinct
```
`dNomOri`, `dNomDes`, `dNomConurbOri`, `dNomConurbDes`, `dHDep`, `dHArr`, `dTemps`, `dTVeh`, `dTMap`, `dTAtt`, `dTAtt1`, `dPole`, `dTexte`, `dType`, `tpsDispo`, `aType`, `aHdep`, `aHArr`, `aTemps`, `aTVeh`, `aTMap`, `aTAtt`, `aTAtt1`, `aPole`, `aTexte`, `dId`, `aId`, `dOri`, `dDes`, `aOri`, `aDes`, `dConurbOri`, `dConurbDes`, `dModeOri`, `dModeDes`, `aNomOri`, `aNomDes`, `orix`, `oriy`, `desx`, `desy`
from rt_air_rail_5_23_best_simples;

#Les AR doubles et simples ensemble

```
#Simple collation des deux tables précédentes sd, les
réciproques et les simples
```

CREATE TABLE **`rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd`** (

dNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dNomConurbDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dHdep` time NOT NULL, `dHArr` time NOT NULL , `dTemps` time NOT NULL, `dTVeh` time NOT NULL, `dTMap` int(11) NOT NULL,`dTAtt` int(11) NOT NULL, `dTAtt1` int(11) NOT NULL, `dPole` int(11) NOT NULL, `dTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dType` int(11) NOT NULL, `tpsDispo` time NOT NULL, `aType` int(11) NOT NULL,
`aHdep` time NOT NULL, `aHArr` time NOT NULL , `aTemps` time NOT NULL, `aTVeh` time NOT NULL, `aTMap` int(11) NOT NULL,`aTAtt` int(11) NOT NULL, `aTAtt1` int(11) NOT NULL, `aPole` int(11) NOT NULL, `aTexte` text collate latin1_general_ci NOT NULL, `dId` int(11) NOT NULL, `aId` int(11) NOT NULL, `dOri` int(11) NOT NULL, `dDes` int(11) NOT NULL, `aOri` int(11) NOT NULL, `aDes` int(11) NOT NULL, `dconurbOri` int(11) NOT NULL, `dconurbDes` int(11) NOT NULL, dModeOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, dModeDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomOri text collate latin1_general_ci NOT NULL, aNomDes text collate latin1_general_ci NOT NULL, `orix` FLOAT NOT NULL,`oriy` FLOAT NOT NULL, `desx` FLOAT NOT NULL,`desy` FLOAT NOT NULL , index(`dconurbOri`), index (`dconurbDes`)) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 COLLATE=latin1_general_ci COMMENT='';

```
insert into `rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd`
select
```
`dNomOri`, `dNomDes`, `dNomConurbOri`, `dNomConurbDes`, `dHDep`, `dHArr`, `dTemps`, `dTVeh`, `dTMap`, `dTAtt`, `dTAtt1`, `dPole`, `dTexte`, `dType`, `tpsDispo`, `aType`, `aHdep`, `aHArr`, `aTemps`, `aTVeh`, `aTMap`, `aTAtt`, `aTAtt1`, `aPole`, `aTexte`, `dId`, `aId`, `dOri`, `dDes`, `aOri`, `aDes`, `dConurbOri`, `dConurbDes`, `dModeOri`, `dModeDes`, `aNomOri`, `aNomDes`, `orix`, `oriy`, `desx`, `desy`
from rt_air_rail_5_23_best_simples_sd;

```
insert into `rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd`
select
```
`dNomOri`, `dNomDes`, `dNomConurbOri`, `dNomConurbDes`, `dHDep`, `dHArr`, `dTemps`, `dTVeh`, `dTMap`, `dTAtt`, `dTAtt1`, `dPole`, `dTexte`, `dType`, `tpsDispo`, `aType`, `aHdep`, `aHArr`, `aTemps`, `aTVeh`, `aTMap`, `aTAtt`, `aTAtt1`, `aPole`, `aTexte`, `dId`, `aId`, `dOri`, `dDes`, `aOri`, `aDes`, `dConurbOri`, `dConurbDes`, `dModeOri`, `dModeDes`, `aNomOri`, `aNomDes`, `orix`, `oriy`, `desx`, `desy`
from rt_air_rail_5_23_best_reciproques_sd;

#Pour les sorties cartographiques : les instructions MapInfo

```
#Pour exporter les résultats de MySQL: export en excel 2000,
```

```
cocher les noms des colonnes
```

Create Map For rt_air_rail_6_22_reciproques CoordSys Earth Projection 29, 115, "m", 10, 52, 180 Bounds (-12742772.4002, -12736591.4235) (12742772.4002, 12736591.4233)

```
#attention passer les tables en "tables graphiques"
```

Set coordsys table rt_air_rail_6_22_reciproques
select * from rt_air_rail_6_22_reciproques where dType like "%101%" into SelectionFer
update SelectionFer set obj=createline(orix,oriy,desx,desy)

select * from rt_air_rail_6_22_reciproques where dType like "%202%" into SelectionAir
update SelectionAir set obj=createline(orix,oriy,desx,desy)

select * from rt_air_rail_6_22_reciproques where dType like "%102%" or dType like "%201%" into SelectionAirFer
update SelectionAirFer set obj=createline(orix,oriy,desx,desy)

#Pour les camemberts dans la table

#Dupliquer la structure de `requetes_FUA_DGITM` pour créer la table `FUA_DGITM`

Insert into `FUA_DGITM` select * from `requetes_FUA_DGITM` group by `FUAIdNum`;

update `FUA_DGITM` r
set Fer=(
SELECT count(*)
FROM `rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd` a
where a.`dType`="101"
and r.`FUAIdNum` =a.`dConurbOri`
and a.`dConurbOri` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1) AND
a.`dConurbDes` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1)
group by a.`dConurbOri`);#les ferroviaires

update `FUA_DGITM` r
set Air=(
SELECT count(*)
FROM `rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd` a
where (a.`dType`="202" or a.`dType`="201")
and r.`FUAIdNum` =a.`dConurbOri`
and a.`dConurbOri` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1) AND
a.`dConurbDes` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1)
group by a.`dConurbOri`);#les aériens y c les intermodaux partant en avion (car ils seront comptés comme intermodaux dans l'autre sens uniquement)

update `FUA_DGITM` r
set FerAir=(
SELECT count(*)
FROM `rt_air_rail_5_23_best_simples_et_reciproques_sd` a
where a.`dType`="102"
and r.`FUAIdNum` =a.`dConurbOri`
and a.`dConurbOri` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1) AND
a.`dConurbDes` IN (SELECT `FUAIdNum` FROM `requetes_FUA_DGITM` r2 where r2.`FUA`=1)
group by a.`dConurbOri`);#les intermodaux partant en train