



HAL
open science

**La marche enjeu de santé publique et de qualité de vie.
Importance d'une analyse spatialisée de la
"marchabilité". Le cas de l'agglomération grenobloise**

Sami Ramzi Chibane, Luc Gwiazdzinski

► **To cite this version:**

Sami Ramzi Chibane, Luc Gwiazdzinski. La marche enjeu de santé publique et de qualité de vie. Importance d'une analyse spatialisée de la "marchabilité". Le cas de l'agglomération grenobloise. Géocarrefour - Revue de géographie de Lyon, 2015, La Nature en question. Varia, 90 (3), pp.203-216. 10.4000/geocarrefour.9889 . halshs-01395608

HAL Id: halshs-01395608

<https://shs.hal.science/halshs-01395608>

Submitted on 14 Dec 2018

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.

Sami Ramzi CHIBANE
 Université Grenoble Alpes
 UMR PACTE 5194 CNRS

Luc GWIAZDZINSKI
 Université Grenoble Alpes
 UMR PACTE 5194 CNRS

La marche enjeu de santé publique et de qualité de vie

Importance d'une analyse spatialisée de la « marchabilité ». Le cas de l'agglomération grenobloise

MOTS-CLÉS

Marche, santé, indice de marchabilité, environnement urbain, trame piétonne

KEY WORDS

Walking, health, walkability index, urban environment, pedestrian network.

RESUME

En France, l'obésité touche aujourd'hui 15% de la population et seuls 24 % des adultes atteignent le niveau d'activité physique recommandé. Face à ces enjeux de santé publique et aux préoccupations de développement durable, la marche à pied retrouve aujourd'hui une place centrale dans la recherche et les politiques publiques. La pratique a pourtant baissé et l'on observe également de fortes disparités entre le centre et les périphéries urbaines. La recherche sur l'agglomération de Grenoble s'attache à définir un indice de « marchabilité » et une représentation cartographique. Elle fournit aux acteurs de la fabrique urbaine un outil de diagnostic qui permet d'imaginer des actions ciblées en termes d'aménagement et d'informations, un développement de la marche et une amélioration de la santé des citoyens.

ABSTRACT

In France, obesity now affects 15% of the population and only 24% of adults attain recommended levels of physical activity. Faced with these public health issues and concerns over sustainable development, walking now has a central place in research and public policy. This activity has been declining and there are also wide disparities between the centre and peripheries of urban areas. Research in the Grenoble area has aimed to define an index of "walkability" as well as its cartographic representation. This index provides actors with a diagnostic tool to imagine targeted actions in terms of planning and the diffusion of information, the development of walking and the improvement of city dwellers' health.

1 - Enquête réalisée par BVA et l'IRMES en mai 2013 auprès d'un échantillon représentatif de 1 039 personnes de 18 à 65 ans et de 270 personnes de 65 à 75 ans ayant répondu à un questionnaire déclaratif *on line* et mesuré le nombre de pas effectués sur 7 jours à l'aide d'un podomètre, p. 8-3.

Après de longues années d'un étrange oubli, nous assistons depuis peu à un retour de la marche à pied au cœur des débats et des politiques urbaines dans les villes européennes. Ce mode de locomotion est désormais paré de toutes les vertus : garant de la santé, respectueux du cadre de vie du citadin et porteur de nouvelles formes d'urbanité. De nombreuses municipalités engagent des actions qui visent d'une part le rééquilibrage de la voirie au profit des modes doux et d'autre part, l'amélioration de la qualité, de l'accueil et du confort des espaces publics (Rennesson, 2004, p. 19). Si la marche suscite un nouvel intérêt, son développement reste difficile compte-tenu de la multitude des facteurs sociaux – psychologiques, physiques, socio-économiques, culturelles – et spatiaux – aménités urbaines, connectivité du réseau piétonnier – (Handy *et al.*, 2002, p. 68 ; Andrews *et al.*, 2012, p. 1927) à prendre en compte.

En France, le mouvement de périurbanisation démarré à l'époque des Trente glorieuses a entraîné l'émergence d'organisations spatiales en rupture avec le modèle de la ville traditionnelle, à la fois compacte, dense et piétonne. Le modèle et l'échelle de la *Città diffusa* (Indovina, 1990) favorisent l'utilisation de la voiture au détriment de la marche. Nous vivons et nous circulons de plus en plus dans un espace urbain encombré, peu lisible et peu praticable pour les citoyens qui souhaiteraient se déplacer à pied (Gwiazdzinski, 1991, p. 156).

Conséquence de ces évolutions et de l'émergence de nouveaux modes de vie, la pratique de la marche quotidienne a eu tendance à diminuer au

cours des dernières décennies même si la baisse semble désormais enrayée (ENTD, 2010, p. 65). La majorité de la population n'atteint plus le niveau d'activité physique recommandé (Inserm, 2008, p. 51) : 80% des Français âgés de 18-64 ans marchent moins de trente minutes par jour. 50% des seniors sont sédentaires avec moins de 5 000 pas par jour (Enquête¹ assureurs prévention, 2013, p. 2). Une des conséquences pour la santé est l'augmentation de l'obésité qui atteint désormais 15% de la population française contre 8,5 % seulement en 1997 (Enquête ObÉpi, 2012, p. 22).

Les données sur la marche mettent en évidence un certain nombre d'éléments intéressants pour les pouvoirs publics, les urbanistes et les professionnels de la mobilité et des transports qui souhaitent réorienter nos déplacements vers les mobilités douces. Premier constat : à Grenoble, les pratiques piétonnes se concentrent principalement en centre-ville et la périphérie reste un territoire à conquérir. Second constat : une partie des parcours urbains en voiture se font sur de courtes distances. 30% des trajets effectués en voiture couvrent des distances de moins de 1 kilomètre (15 minutes de marche) et 76% couvrent des distances comprises entre 1 et 3 kilomètres (EMD, 2010), soit 15 à 45 minutes de marche. Il existe donc un fort potentiel de report modal vers la marche à pied sur ces faibles distances.

Sur la base de ces premiers constats, nous avons fait l'hypothèse que les conditions d'une pratique quotidienne bienfaitrice n'étaient pas réunies notamment en termes de « marchabilité ». De nombreuses publications scientifiques mettent en

Année de recueil		Hommes		Femmes	
		Surpoids	obésité	Surpoids	obésité
Enquêtes avec examen de santé					
<i>Escal (Martinique)</i>	2003-2004	39.0	13.8	31.5	27.0
<i>ENNS</i>	2006-2007	41.0	16.1	23.8	17.6
<i>INCA2</i>	2006-2007	38.9	11.2	24.2	12.0
Enquêtes déclaratives					
	1997	36.9	8.8	23.3	8.3
	2000	38.3	10.3	23.5	10.0
<i>Enquête ObEpi</i>	2003	39.1	12.0	24.5	11.9
<i>(Inserm-roche)</i>	2006	37.5	12.5	24.2	13.6
	2009	38.5	13.9	26.0	15.1
	2012	38.8	14.3	26.3	15.7

évidence l'impact de la configuration de l'environnement urbain sur la pratique de la marche, qui peut encourager ou décourager cette dernière (Genre-Grandpierre *et al.*, 2003, p. 2-5 ; Vernez Moudon *et al.*, 1997, p. 19 ; Handy *et al.*, 2002, p. 64 ; Handy, 2005, p. 51 ; Peggy et Agis, 2006, p. 9). S'ils veulent encourager la marche, les acteurs publics ont besoin d'outils adaptés leur permettant de développer des stratégies d'aménagement et d'instruments de lecture rendant compte du potentiel de leurs territoires.

C'est le sens de cette première analyse à l'échelle de l'agglomération grenobloise (27 communes). Elle repose sur une lecture morphologique des territoires urbains et périurbains à travers la définition d'un indice de « marchabilité », permettant de mesurer leur potentiel de marche et de repérer les secteurs difficiles.

La démarche est structurée en quatre temps. Une première partie présente l'importance de la marche (comme activité physique) pour la santé et le bien-être. La deuxième partie décrit la complexité d'étude des pratiques piétonnes et les limites des enquêtes dédiées à l'étude de la mobilité et des déplacements en France (EMD) qui ne prennent pas en compte la marche dans la chaîne des déplacements. La troisième partie présente une revue de littérature des méthodes et outils d'évaluation de la marchabilité, ainsi que les données et la méthodologie utilisées sur l'agglomération grenobloise. Enfin, la quatrième partie décrit les résultats obtenus, les analyses associées et les premières actions développées.

IMPORTANCE RECONNUE DE LA MARCHÉ POUR LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE

Le recul progressif de l'activité physique² quotidienne et la généralisation des modes de vie sédentaires accroissent sensiblement les taux d'obésité dans le monde et rendent pertinente la réflexion sur la marche à pied.

La baisse de l'activité physique et le développement de l'obésité

La sédentarité est source de graves problèmes de santé publique. La transformation de nos environnements de vie a restreint la marche à pied et la dépense énergétique. De nos jours, le travail de bureau demande une position assise devant un ordinateur pendant de longues heures. Seulement un français sur quatre atteint un niveau d'activité bénéfique (Enquête assureurs prévention³, 2013, p. 2). La proportion des français qui passent plus de 2h30 minutes en position assise est en aug-

mentation depuis 2009 (7% de plus). En soi, l'inactivité physique constitue un facteur de risque d'obésité (Demers, 2008, p. 142). Cette dernière a un impact énorme sur notre santé. Plusieurs études montrent l'existence d'un lien de cause à effet entre l'obésité et l'apparition de maladies comme le diabète, les maladies coronariennes, les accidents vasculaires, l'hypertension, l'apnée du sommeil et certains cancers, etc. (Visscher et Seidell., 2001, p. 363 ; Must et Tybor, 2005, p. 87).

Même si le taux d'obésité en France est parmi les plus bas de l'OCDE (Sassi *et al.*, 2014, p. 2), l'augmentation des prévalences de surpoids depuis le début des années 1980 en fait un problème de santé publique majeur⁴ avec près de 15 % de la population concernée (tableau 1).

Le déclin de la marche ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée

La marche en ville – comme un moyen de locomotion – est de moins en moins présente dans notre quotidien. Pour joindre leurs destinations, les Français effectuent majoritairement leurs déplacements par un moyen de transport mécanique. Malgré l'évolution des comportements de mobilité au cours de la décennie (2000-2010) en rupture avec les tendances passées – regain d'intérêt pour les transports actifs et les transports en commun –, la part des déplacements automobiles reste prépondérante dans les **enquêtes déplacements**⁵ avec près des deux tiers des déplacements quotidiens (CERTU, 2013).

L'évolution des pratiques de marche est très contrastée selon les contextes urbains et les catégories de population. En ville, elle reste stable dans les liaisons centre-centre, comme à Paris *intra muros* où elle cumule plus de 50 % du total des déplacements. En revanche, elle est peu présente dans les territoires périurbains où la voiture est largement majoritaire. La tendance à la sédentarité croissante est établie depuis le début du XX^e s. La mobilité facilitée – voiture individuelle – (Wiel, 1999, p. 53) a rendu possible l'extension horizontale (étalement urbain) de la ville et l'ascenseur a permis son extension verticale avec les tours. De ce fait, l'évolution de l'organisation urbaine qui est à la fois, cause et conséquence de la démocratisation de la voiture, s'est accompagnée de l'augmentation des distances de déplacement et d'un usage prédominant de la voiture au détriment des modes de déplacement actifs (CERTU, 2007). L'enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD⁶, 2008) montre qu'après une très forte baisse entre 1982 et 1994 (passant

Tableau 1 : Prévalences de surpoids et d'obésité chez les adultes en France (en %)

Source : DREES. 2015. L'état de santé de la population en France – rapport 2015. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques. Institut national de veille sanitaire. Collection études et statistiques, p. 141.

2 - La définition de l'activité physique utilisée ici renvoie à toute activité routinière de la vie de tous les jours en lien avec le travail, le déplacement, le sport... : « toute force exercée par les muscles squelettiques qui entraîne une dépense d'énergie supérieure à celle du niveau de repos » (Caspersen C.J. *et al.*, 1985. p. 126-131). Cette définition englobe pratiquement tous les types d'activité physique, depuis la marche à pied ou le cyclisme utilitaire jusqu'au sport et l'exercice délibéré.

3 - Enquête d'envergure réalisée par BVA et l'IRMES en mai 2013 pour Assureurs Prévention, auprès d'un échantillon représentatif de 1039 personnes de 18 à 65 ans et de 270 personnes de 65 à 75 ans ayant répondu à un questionnaire déclaratif en ligne et mesuré le nombre de pas effectués sur 7 jours à l'aide d'un podomètre.

4 - Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES), 2015, L'état de santé de la population en France., Rapport 2015. 6e éd., p. 16.

5 - Enquête Ménages-Déplacements, Enquête Déplacements Villes Moyennes, Enquête Déplacements Grand Territoire (enquêtes labélisées standard CERTU).

Tableau 2 : Répartition des déplacements locaux en semaine selon le mode de transport principal

Années	Marche	Vélo	Transport collectif	Deux-roues motorisé	Voiture
1982	34,1 %	4,5 %	8,6 %	4,2 %	48,8 %
1994	23,2 %	2,9 %	9,0 %	1,4 %	63,5 %
2008	22,3 %	2,7 %	8,4 %	1,7 %	64,9 %

Sources : SOeS, Insee, Inrets, Enquêtes nationales transport 1982, 1994, 2008.

Tableau 3 : Classification de quatre catégories de la quantité totale d'activité physique d'endurance et bénéfiques pour la santé

Niveau d'activité physique	Equivalents sous forme d'activité d'intensité modérée	Bénéfice pour la santé
Inactivité	Aucune activité au-delà de l'activité quotidienne « de base »	Aucun (ou faible) bénéfice
Activité faible	Activité au-delà de l'activité « de base » mais inférieure à 150 minutes par semaine	Bénéfice modeste
Activité moyenne	150 à 300 minutes par semaine	Bénéfice important
Activité élevée	Plus de 300 minutes par semaine	Bénéfice supplémentaire

* L'équivalent de 150 à 300 minutes par semaine d'activité modérée est 75 à 150 minutes par semaine d'activité d'intensité élevée (soit 500 à 1000 MET**-min par semaine).
 ** MET ou « *metabolic equivalent task* » est l'équivalent métabolique, il est habituel de définir l'intensité modérée comme étant entre 3 et 6 MET et l'intensité élevée au-delà de 6 METs.

Source : Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington, DC : US Department of Health and Human Services, 2008.

6 - L'ENTD décrit les déplacements des individus selon les modes de transport utilisés, notamment le vélo et la marche à pied. Dans le cas d'un déplacement utilisant plusieurs modes de transport, le mode de transport principal est le mode le plus lourd (exemple : tramways dans le cas d'un déplacement utilisant successivement vélo et tramway). Les éventuels modes secondaires sont également connus. Ce choix méthodologique, le vélo et la marche sont donc ici des modes de transport exclusifs.

7 - La marche à pied est peu considérée par les EMD pour des raisons méthodologiques. Les déplacements dits de « promenade » ne sont pas recensés par l'enquête standardisée. De même, les déplacements dits « lèche-vitre », qui sont exclues par les EMD. La méthode standardisée consiste à l'élaboration des découpages en secteur de tirage. Ce maillage géographique est basé sur les besoins statistiques. De ce fait, les déplacements piétons (promenade et lèche-vitre) s'effectuent selon des trajets diffus et difficilement repérable dans l'espace divisé en secteurs et sont donc exclus par les EMD (CERTU, 2009).

8 - Selon les travaux de recherche de Tabaka Kamila (2009), on peut distinguer 6 classes de communes notamment : 1) les centres

de 34,1 % à 23,2%), la part de la marche à pied se stabilise à 22,3% des déplacements en semaine en France métropolitaine (tableau 2).

Les bienfaits de la marche

La pratique modérée et régulière d'une activité physique est bénéfique pour la santé, réduit la morbidité et améliore la qualité de vie et la longévité (Hamer et Chida, 2008, p. 239 ; Boone-Heinonen *et al.*, 2009, p. 205). Ces bénéfices largement connus concernent toutes les populations (OMS, 2009, 2010). Les recommandations les plus récentes précisent que les activités de la vie courante d'intensité modérée à élevée, pratiquées pendant 10 minutes ou plus d'affilée permettent d'atteindre le niveau d'activité physique recommandé (tableau 3). La marche quotidienne permettrait de conserver un poids idéal (Grundt *et al.*, 1999, p. 1496 ; Department of Health, 2004, p. 46).

L'activité physique est de plus en plus recommandée. Elle est même intégrée par les professionnels de la santé dans les parcours de soins. Elle serait une source de bien-être et favoriserait le développement et l'équilibre physique et psychologique (Glenister, 1996, p. 8 ; Hassmen *et al.*, 2000, p. 22 ; Dunn *et al.*, 2001, p. 589). Elle agirait également sur la santé mentale en contribuant au bien-être et à la qualité de vie des personnes (Rejeski *et coll.*, 1996, p. 23 ; Laforge *et al.*, 1999, p. 352 ; Rejeski et Mihalko, 2001, p. 71 ; Bourdeau-Lepage et Vidal, 2012, p. 208). Si les avantages de la marche pour la santé sont désormais largement connus, la marche reste une pratique encore mal connue et peu prise en compte dans les enquêtes de mobilité.

LA MARCHÉ DANS LES ENQUÊTES MÉNAGES DÉPLACEMENTS (EMD)

Avant de nous intéresser à la « marchabilité » des espaces urbains, il convient de mettre à plat ce que nous savons de ces pratiques à travers les enquêtes classiques.

Des comportements complexes

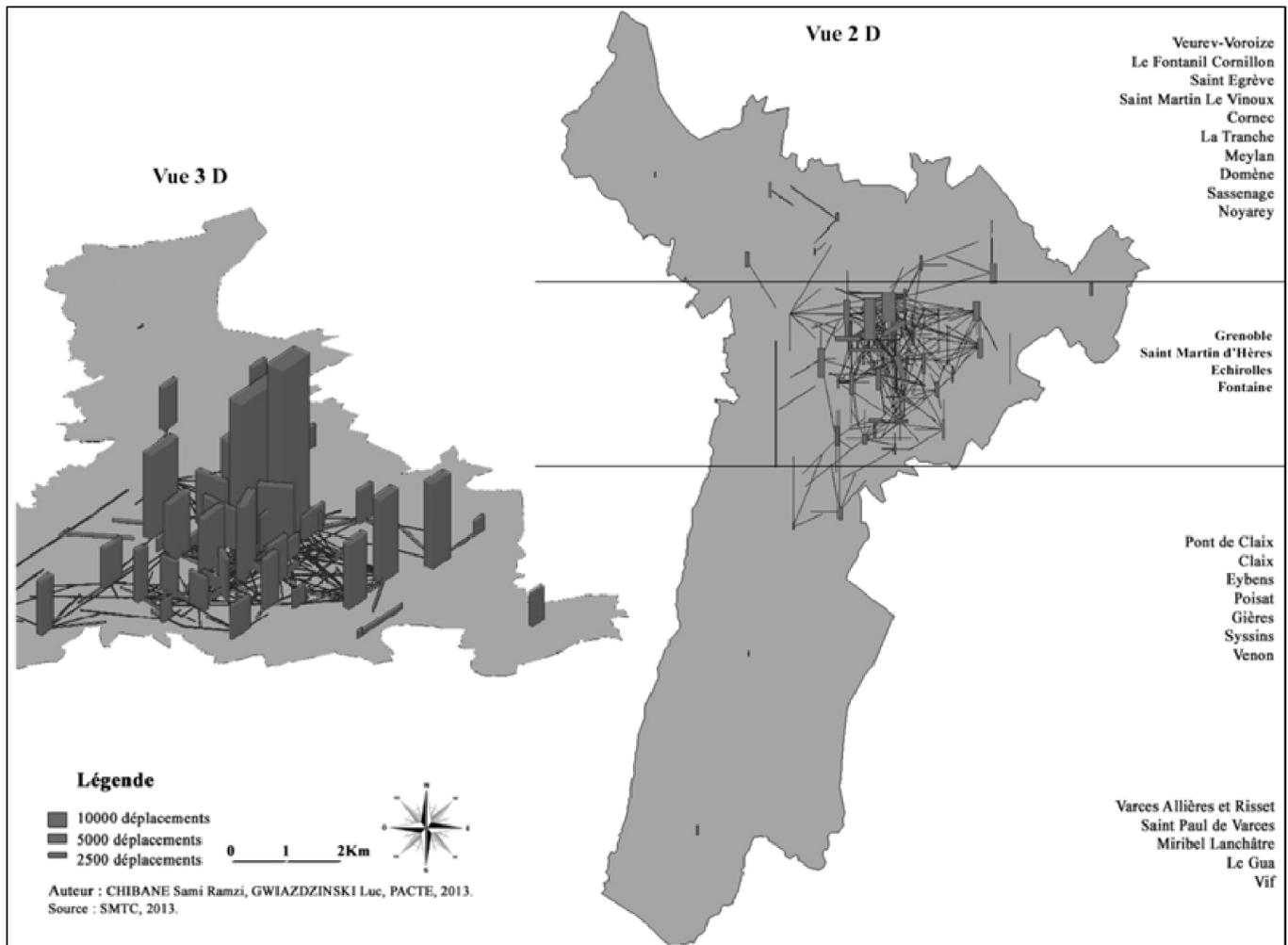
La marche est un mode de déplacement souvent

associé à d'autres modes de déplacement comme le vélo, le bus, le train ou la voiture. Elle a un statut particulier dans la « palette modale », d'autant plus qu'elle s'effectue dans des lieux variés, aussi bien publics que privés. La complexité de la marche est liée à son intrication dans le tissu urbain qui en fait une pratique paradoxale à la fois omniprésente et invisible.

En France, les enquêtes de mobilité standardisées comme les Enquête Ménages Déplacements (EMD), restent les principaux outils de recueil de données et informations sur les pratiques de mobilité des individus. Malgré son intérêt ce type d'enquête aux méthodes standardisées présente *plusieurs limites*⁷ parmi lesquelles la non prise en compte de la marche lorsqu'elle est combinée avec un autre moyen de déplacement. Les premières EMD (1970) ont été conçues initialement pour alimenter les modélisations du trafic dans une optique de dimensionnement des nouvelles infrastructures de transport les plus structurants (voiture, train, tramway, etc.). Ce type d'enquêtes n'intègre donc pas le mode piéton puisque l'on considère la marche à pied comme un moyen de déplacement ne nécessitant aucun équipement (Lévy, 2008, p. 1 ; Michaud, 2008, p. 12 ; Nguyen-Luong, 2012, p. 9 ; Chibane et Gwiazdzinski, 2014, p. 3). La méthode standardisée ne permet donc pas de connaître avec précision les déplacements piétons des personnes enquêtées mais permet d'extraire des grandes tendances et d'établir une première géographie.

Pratiques de marche à pied dans l'Agglomération grenobloise

Les EMD fournissent une vision globale de la mobilité : déplacements réalisés, modes de transports utilisés, motifs des déplacements. L'EMD de l'agglomération grenobloise exploitable a été réalisée en 2010. Elle regroupe au total 27 communes et près de 400 000 habitants (EMD, 2010). L'analyse des flux de déplacements à pied à partir des données recueillies par l'EMD permet de distinguer deux types de territoires. D'une part, les territoires centraux (centre-ville de Grenoble), où la marche à pied occupe une place importante dans les déplacements quotidiens et d'autre part, les communes « *périurbaines intégrées*⁸ »



(Echirolles, Fontaine, Saint Martin d'Hères) avec des déplacements piétons moins élevés. Dans les communes dites du « *périurbain interstitiel* », on observe très peu de déplacements à pied. Globalement, la pratique de la marche est plus intense dans les secteurs denses et centraux de l'agglomération grenobloise que dans la périphérie proche et lointaine.

La répartition modale des déplacements réalisés dans la ville de Grenoble reflète nettement cette intensité des déplacements piétons avec, 42% de part modale pour la marche, 32% pour la voiture, 21 % pour les transports en commun et 5% pour le vélo (EMD, 2010). A l'inverse, dans les communes du « *périurbain interstitiel* », on remarque une faible pratique de la marche dans les déplacements quotidiens. Dans ces territoires, les déplacements en voiture particulière représentent environ 70% de la part modale (EMD, 2010) et la marche arrive en deuxième position avec 15%.

Sur la base des données brutes de l'EMD de 2010 sur le nombre de déplacements effectués à pied (un jour de la semaine) dans l'agglomération, nous avons pu établir une première carte de l'intensité des échanges piétons (OD¹⁰) entre les différentes zones origine-destination (fig. 1). Nous devons en rester à ce degré de précision puisqu'à ce jour, aucune exploitation spécifique de l'enquête n'a été menée permettant de connaître de façon détaillée les pratiques de marche à pied selon le sexe, l'âge ou le statut socioprofessionnel.

LA MARCHABILITÉ

Ces premières données localisées permettent d'imaginer une approche géographique de la marchabilité.

Première définition de la marchabilité

La *marchabilité* ou *potentiel piétonnier* (de l'anglais « *Walkability* »), renvoie à la mesure de la performance de l'espace aux pratiques piétonnes (Ewing *et al.*, 2006, p. 224). Elle définit l'adaptation d'un environnement construit aux déplacements à pied. Elle peut être évaluée à différentes échelles spatiales. Ce terme polysémique, a fait l'objet de multiples définitions issues pour la plupart de travaux nord-américains. En pratique, nous aborderons la « marchabilité » dans l'agglomération de Grenoble à travers l'analyse de données quantitatives avant une deuxième phase plus qualitative de nos recherches qui démarre et qui ne sera pas exposée ici.

Mesurer la « marchabilité »

Dans la littérature l'approche s'appuie sur des indices permettant d'évaluer (objectivement) les niveaux de « marchabilité ». Plusieurs attributs de l'environnement peuvent être considérés notamment, la *topologie du réseau viaire* (présence de trottoirs et voies piétonnes, la connectivité et la continuité des rues, les coupures urbaines) ; les *aménités accessibles à pied* (mixité des fonctions

Figure 1 : Intensité des échanges réalisés à pied dans l'agglomération grenobloise selon l'EMD

Source : SMTC, 2013

urbains, 2) le périurbain intégré, 3) le périurbain avec habité aidé, 4) le périurbain interstitiel, 5) les communes touristiques et les stations de montagne et enfin, 6) le rural pluri autonome. La classe « *périurbain intégré* » regroupe des communes qui se caractérisent par un temps d'accès à l'autoroute inférieur à 10 minutes, et une desserte par tous les moyens de transport public et enfin, un nombre peu élevé de divers types de services par rapport au nombre d'habitants.

9 - Ces communes se caractérisent notamment par une faible offre d'emplois par rapport au nombre d'actifs occupés-résidant. Il s'agit de communes situées à moins de 20 minutes de l'autoroute. La desserte en transport public

est assurée par des cars interurbains (Tabaka, 2009, p 62).

10 - Le découpage en zones OD est un maillage spatial le plus fin disponible pour les données de l'EMD. Les OD sont les zones origine-destination des déplacements. Chaque secteur de tirage a été découpé en plus petites zones, ce qui permet de mieux analyser les lieux de fréquentations quotidiennes avec leur diversité des motifs (EMD, 2010).

urbaines) ; la **fonctionnalité** (proximité et accessibilité aux équipements, services et interfaces de transit, densité résidentielle et mixité) ; la **sécurité routière** et les **nuisances liées au trafic** (bruit et pollution de l'air). Dans ce type d'approche, nous distinguons d'une part, des modèles d'analyse spatiale appliqués à des unités surfaciques de différentes échelles (quartier, ville, commune, etc.) considérant plusieurs dimensions de l'environnement construit et, d'autre part, des modèles permettant de qualifier l'attractivité des segments de la trame piétonne.

Au-delà des questions liées à la structure et à l'organisation du territoire, l'étude de la marche à pied renvoie naturellement à l'expérience physique et multi-sensorielle. Dans les approches plus fines, qualitatives et centrées sur l'expérience de l'individu, la « marchabilité » s'intéresse à des dimensions subjectives avec un lien indissociable entre « sentir et se mouvoir ». La « marchabilité » est alors abordée à partir des perceptions du piéton en mouvement. Parmi les attributs intégrés à ce type d'approche, on peut citer, l'**esthétique** (présence de verdure, d'éléments historiques, d'espaces ouverts) ; les **odeurs** (circulation routière, espaces verts) ; le **sentiment de sécurité/d'insécurité** (perception des lieux, niveaux de trafic, éclairage) ; la **sensation de bien-être** (propreté des lieux) ; le **sentiment de confort** (présence de lieux de repos, ombrage et abris) (Levitte, 2008, p. 228). La prise en compte de la perception dans le calcul d'un indice de « marchabilité » est encore peu abordée dans la littérature (Ozlem *et al.*, 2013, p. 1). Au cours de nos recherches, nous avons pour ambition de construire une telle analyse. A cette étape de notre démarche, nous nous contenterons cependant de décliner une approche plus classique de la « marchabilité » à partir d'une analyse fine du terrain grenoblois selon une méthodologie particulière.

Méthodologie

L'approche adoptée permet de démontrer le potentiel de marche à travers le calcul d'« indices de marchabilité » de chaque secteur de l'enquête ménage-déplacement (390 au total) des 27 communes de l'agglomération grenobloise. Il s'agit d'une analyse spatiale appliquée à des unités surfaciques et non aux segments de la trame piétonne. Ce choix est lié d'une part, au consensus qui existe dans la recherche internationale sur l'importance des facteurs de l'environnement construit – densité humaine, mixité fonctionnelle et connectivité du réseau – dans l'évaluation de la marchabilité (Sallis *et al.*, 2004, p. 260) et d'autre part, à la disponibilité d'une partie des données (bases de données) pour notre terrain d'étude. Plusieurs études ont exploré la relation entre la forme urbaine et la pratique de la marche à pied. Saelens *et al.* (2003) en Californie a montré que

les personnes résidant dans un quartier à plus fort potentiel piétonnier – caractérisé par une densité résidentielle élevée, une mixité d'occupation du sol et une connectivité des rues – s'adonnaient en moyenne à 52 minutes de marche à pied de plus que ceux n'habitant pas un tel quartier (Saelens *et al.*, 2003, p. 1556). Dans le même ordre d'idée, Handy *et al.* (2006) ont étudié cette relation à travers l'analyse des habitudes de marche de résidents de huit quartiers californiens présentant des configurations spatiales différenciées. Les auteurs de cette étude ont inclus dans leurs analyses les habitudes de marche d'individus qui avaient déménagé et changé de type de quartier dans l'année précédente. Leurs conclusions concordent avec celles d'autres auteurs ayant noté une augmentation de la fréquence de la marche chez les enquêtés ayant déménagé dans un quartier de type traditionnel et au contraire une diminution chez ceux ayant opté pour un quartier périurbain (Handy *et al.*, 2006, p. 62). Frank *et al.* (2005) ont également étudié l'impact de la forme urbaine sur la pratique de la marche. Ils ont constaté que 37 % des personnes habitant un quartier à plus fort potentiel piétonnier atteignent le seuil des 30 minutes de marche à pied (cinq jours par semaine), contre seulement 18 % des enquêtés résidant dans le quartier au plus faible potentiel (Frank *et al.*, 2005, p. 121). Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu l'approche développée par Frank *et al.* (2005, p. 106) qui répond aux objectifs de notre recherche et permet de distinguer plusieurs niveaux de marchabilité. Nous avons également choisi de produire des cartes thématiques associées.

Données utilisées

Il importe de souligner que dans le cadre de cette étude, nous avons retenu trois attributs : la mixité fonctionnelle, la densité humaine et la connectivité du réseau piétonnier, regroupés dans les études scientifiques sous la catégorie **forme urbaine**. Dans cette partie nous décrivons l'importance de chacun des attributs considérés dans l'évaluation des échelles de la marchabilité.

Densité humaine

La densité humaine (incluant le nombre d'habitants et d'employés/hectare) est un indicateur clé de la forme urbaine. La concentration de la population est considérée comme une condition essentielle pour une exploitation profitable des transports publics, complémentaires au mode piéton (Frank, 2000, p. 10 ; Frank *et al.*, 2003, p. 137). Elle est censée avoir un effet sur les déplacements à pied en déterminant le degré de proximité par rapport aux commerces et services qui se développent à proximité des zones et quartiers denses (Rutt et Coleman, 2004, p. 834 ; Ewing *et al.*, 2003, p. 49).

Mixité d'occupation du sol

La mixité d'occupation du sol est souvent utilisée pour décrire un territoire où plusieurs fonctions (résidentielle, commerciale, industrielle, institutionnelle, culturelle, etc.) se retrouvent à la fois. Elle reflète la distribution spatiale des diverses activités sur un territoire et englobe la **localisation** et la **densité** (Handy *et al.* 2002, p. 70). Selon une étude menée par Frank *et al.* (2004), les personnes qui habitent des secteurs ayant une plus grande mixité d'occupation du sol se déplacent davantage à pied que ceux qui habitent dans des secteurs avec une faible mixité fonctionnelle. Selon les résultats de leur enquête, on se déplacerait 2,5 fois plus souvent à pied lorsqu'il y existe au moins un commerce ou un équipement de loisirs dans un rayon de 1 km autour du lieu de résidence. La présence de plusieurs fonctions urbaines dans un même quartier est considérée comme un facteur favorisant l'utilisation de la marche lors des déplacements quotidiens (Calthorpe et Poticha, 1993, p. 25 ; Heath *et al.*, 2006, p. 58, 61). Dans les zones dites monofonctionnelles, caractérisées par la domination d'un seul type d'affectation du sol, les individus effectuent des déplacements plus importants afin de pouvoir accéder aux aménités de la ville que ceux qui habitent dans des zones présentant une mixité d'occupation du sol. Dans la présente étude, nous considérons seulement la densité des occupations du sol.

Connectivité du réseau piétonnier

L'accessibilité géographique à une ressource donnée ne dépend pas uniquement de la proximité qui est fonction de sa localisation dans l'espace. Elle est également influencée par la qualité du réseau (comme support du déplacement) reliant les destinations et détermine la longueur et la durée du trajet (Bavoux *et al.*, 2005, p. 41). La qualité du réseau piétonnier dépend notamment de sa morphologie qui peut être décrite par la notion de connectivité¹¹. En pratique, le degré de connectivité d'un réseau se traduit par des indices mathématiques issus de la théorie des graphes. Le maillage du réseau qui résulte de l'agencement des liens permet de distinguer plusieurs niveaux de connectivité et impacte les déplacements piétons. Plus un réseau est maillé, plus l'offre d'itinéraires alternatifs est importante et plus les liaisons entre deux points dans l'espace sont directes (Southworth et Owens, 1993, p. 280 ; Allain, 2010, p. 90). Plusieurs chercheurs ont trouvé une association positive entre la densité des intersections et la pratique de la marche (Braza *et al.*, 2004, p. 132 ; Boarnet *et al.*, 2005, p. 138 ; Schlossberg *et al.*, 2006, p. 341 ; Frank *et al.*, 2007, p. 309). Contrairement aux tissus qui disposent d'un réseau faiblement maillé et obligent les piétons à effectuer des détours « supérieurs à la normale » (Héran, 2009, p. 111), un

réseau connecté permet au piéton de se mouvoir plus librement (possibilités de changer de direction, de raccourcir le trajet). Dans notre étude, le nombre d'intersections ainsi que leur type ont été relevés de manière précise à partir de visites sur le terrain et *via* le dispositif *Google Street View*.

RÉSULTATS

L'analyse menée sur Grenoble à partir de ces méthodologies permet de présenter quelques premiers résultats.

Un espace marqué par les coupures

La perméabilité d'un territoire dépend d'une part de sa structuration et d'autre part, de la présence/ou absence de coupures urbaines. Selon F. Héran (1999, p. 2), la présence de coupures urbaines est un problème important pour les déplacements doux. En pratique, les obstacles au mouvement du marcheur, réduisent sensiblement sa liberté de cheminer dans plusieurs sens. Nous distinguons trois grands types de coupures urbaines : les coupures linéaires (autoroute, voie ferrée, etc.) ; les coupures surfaciques (les zones d'activités, stades clôturés, zones industrielles, etc.) et enfin, les coupures composites, composées par exemple d'une autoroute et d'une zone d'activité. Enfin, les boulevards et axes à fort trafic routier sont des coupures linéaires, difficilement franchissables par les piétons.

A partir d'un travail d'identification de l'ensemble des coupures linéaires et surfaciques à l'échelle de l'agglomération grenobloise, une représentation graphique (fig. 2) permet de donner une image détaillée de l'ampleur des coupures et de la structuration du territoire étudié. Les analyses associées permettent de repérer la présence et la juxtaposition de ces deux types de coupures urbaines comme suit :

- les coupures linéaires : les cours d'eau (le Drac et l'Isère) ; les autoroutes (A480, RN87, A41, RN81) et les grands axes routiers (RD1090, RD1532, RD1075, RD1087) et les emprises ferroviaires, difficilement franchissables par les piétons ;
- les coupures surfaciques, notamment la présence d'importantes emprises foncières (zones d'activités, zones commerciales, emprises militaires, cimetières, équipements sportifs clôturés et grands équipements).

La présence de ces coupures engendre une fragmentation du tissu urbain en plusieurs sous-tissus, isolés les uns par rapport aux autres, réduisant la continuité du réseau piétonnier et l'accessibilité piétonne aux différentes destinations. Le manque de franchissements adaptés oblige les piétons à parcourir de grandes distances et réduit automatiquement la pratique de la marche. L'analyse de la configuration des tissus urbains de l'agglomé-

11 - La connectivité « est la propriété d'un réseau d'offrir des itinéraires alternatifs entre les nœuds » (Bavoux *et al.*, 2005, p. 88).

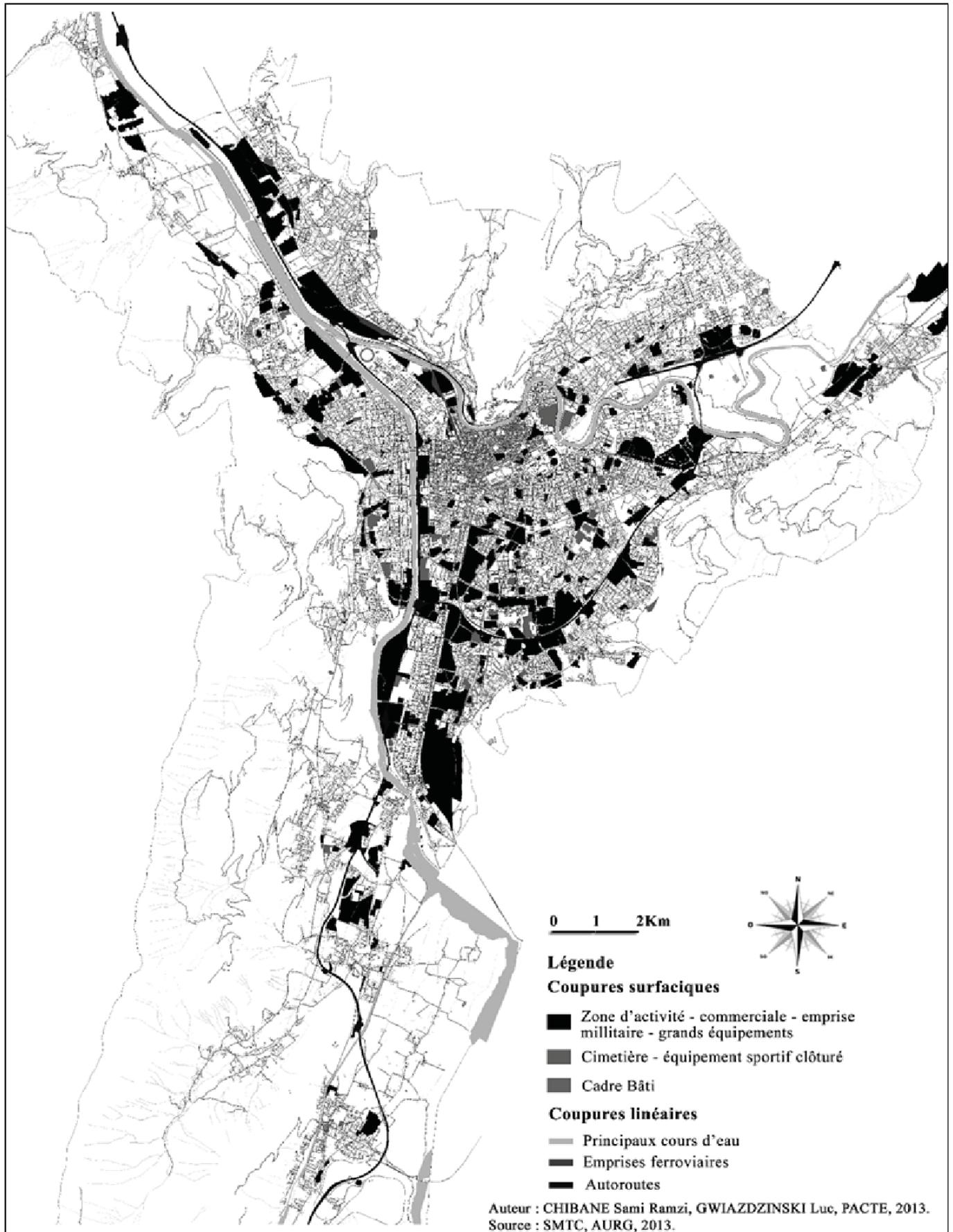


Figure 2 : Principales coupures urbaines à l'échelle de l'agglomération grenobloise
Source : Chibane et Gwiazdzinski, 2013.



ration grenobloise nous permet de distinguer plusieurs types d'espaces :

- des espaces favorables à la pratique de la marche dans les centralités urbaines « héritées », à la fois denses et mixtes correspondant à la ville-centre de Grenoble et sa banlieue proche (petits centres villes et centres-bourgs, certains centres de quartiers,...) et dans les centralités urbaines et les opérations urbaines récentes, notamment les compositions urbaines et îlots denses (quartier Vigny-Musset à Grenoble, ZAC Centre de Saint-Martin d'Hères, nouveau centre-ville d'Echirolles, etc.).

- des espaces plutôt favorables à l'usage des modes motorisés, qui se caractérisent par la présence d'importantes capacités de stationnement privé et un déficit en termes de cheminements piétons. Ils se caractérisent également par une faible mixité d'usage du sol (soit à dominante habitat, soit à dominante d'activité ou d'équipements), notamment :

- les tissus semi-denses à dominante habitat individuel. Ils sont généralement peu perméables, en raison de la présence de grandes emprises d'habitat peu franchissables (grandes copropriétés clôturées, grands lotissements d'habitat individuel peu accessibles aux piétons « impasses », etc.) ;

- les tissus d'habitats individuels diffus et très peu denses. On les trouve dans plusieurs communes périphériques de l'agglomération grenobloise notamment, Meylan, Corenc, Seyssins, Claix, Vif, La Tronche, Varcès, etc. Ces territoires se caractérisent notamment par une trame piétonne discontinue, en raison d'un faible maillage des cheminements et de l'absence de trottoirs, ce qui rend parfois la pratique de la marche impossible ;

- les espaces à dominante « activités et grands équipements » (zones d'activité économiques, commerciales et grands équipements). Ces espaces sont largement organisés en fonction de la seule accessibilité automobile (voies surdimensionnées, proximité des axes autoroutiers, grands

parkings). Ils restent très peu accessibles à pied soit en raison de l'absence de franchissements, soit par la présence de franchissements couplés avec les échangeurs peu confortables, voire dangereux ;

- les grands ensembles d'habitat collectif, où l'on constate une séparation systématique des circulations (automobiles et piétonnes), ainsi que la présence de grandes voies de circulation surdimensionnées (difficilement franchissables), avec notamment une faible perméabilité et lisibilité des cheminements piétons.

Une connectivité différenciée de la trame piétonne

Sur la base de cet outil d'analyse spatiale, nous avons généré une simulation cartographiée des degrés de connectivité de l'intégralité du réseau piétonnier de l'agglomération grenobloise. Une base de données (sur MapInfo) a été élaborée dans un premier temps à partir d'un traitement des intersections du réseau accessible aux piétons. Le principe méthodologique de base consistait à représenter les intersections sous quatre formes possibles (fig. 3) :

- affecter zéro point pour les espaces qui n'offrent aucune possibilité d'orientation directionnelle pour les piétons (zones industrielles, voies et autoroutes infranchissables, etc.) ;
- affecter deux points pour un nœud qui prend la forme d'un 'T' et débouchant sur une impasse ;
- affecter 3 points pour les nœuds qui prennent la forme d'un 'T' ou un 'Y' (sans impasse) ;
- affecter 4 points pour les nœuds qui prennent la forme d'un '+' (sans impasse).

La figure 4 fait apparaître le résultat obtenu après traitement de l'ensemble des intersections de la trame piétonne de l'agglomération grenobloise.

Dans un deuxième temps, un carroyage de 100 m x 100 m comme pixel de base a été réalisé

Figure 3 : Exemples d'intersections

Source : Chibane et Gwiazdzinski, 2013.

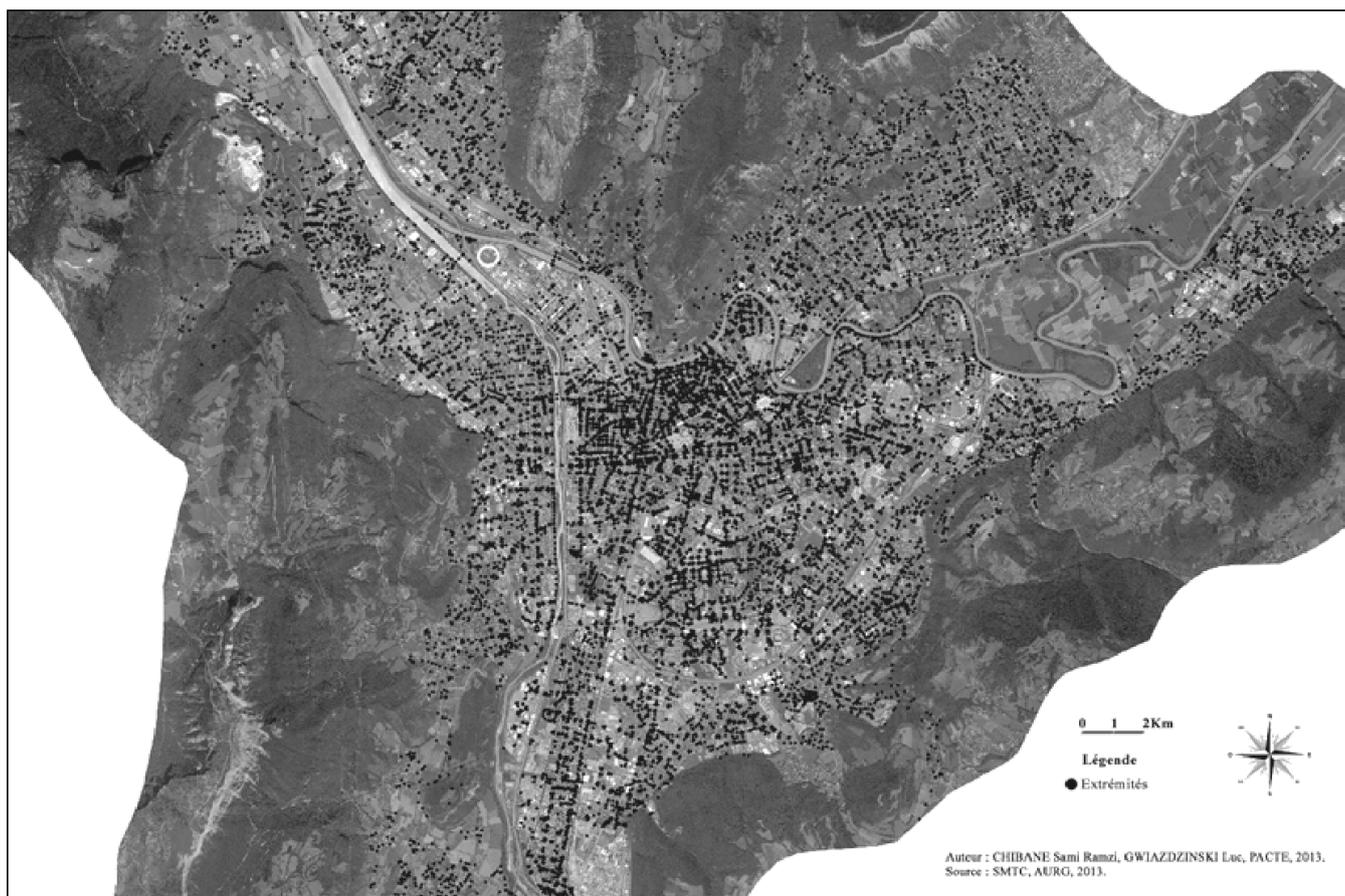


Figure 4 : Traitement des intersections de la trame piétonne à l'échelle de l'agglomération grenobloise

Source : Chibane et Gwiazdzinski, 2013.

afin de calculer le nombre de nœuds (points) pour chaque carreau.

La figure 5 présente les degrés de connectivité obtenus et classés selon une échelle de 1 à 5 : très faible connectivité, faible connectivité, moyenne connectivité, forte connectivité et enfin, très forte connectivité. L'analyse de la carte nous permet de constater que les tissus ayant un faible maillage et une faible connectivité, sont ceux où l'on constate la présence de coupures linéaires et/ou surfaciques, notamment :

- les coupures linéaires (autoroutes, principaux axes de transport infranchissables, cours d'eau... etc.) réduisent sensiblement la connectivité du réseau, en raison de l'absence de franchissements permettant d'assurer une liaison entre les parties d'un tissu traversé par ce type d'infrastructures ;
- les routes de quartiers qui se terminent par des impasses (lotissement privé, zones industrielles,... etc.) ;
- les îlots de grande taille (insuffisamment entrecoupés de ruelles) limitent la connectivité du réseau.

De manière générale, la connectivité est forte au centre de la ville-centre de Grenoble, en raison d'un maillage assez dense et d'une urbanisation continue. Elle s'étend sur le territoire de Grenoble et certaines communes de la première couronne (Saint Martin d'Hères, Echirolles, Fontaine, etc.) qui concentrent la majorité des emplois, équipements, services et commerces. Elle concerne également le centre historique des communes de l'agglomération.

Cependant, la présence de certains bâtiments (usines, plateforme de stockage, etc.) diminue la densité des artères et des intersections, ce

qui réduit la connectivité du réseau piétonnier. On trouve ce type de tissus au sud de la ville de Grenoble, avec la présence d'usines (Alstom, Caterpillar, etc.), de plateformes de stockage (Geodis) ou de zones d'activités désaffectées généralement clôturées et inaccessibles aux piétons. Au-delà du territoire de la ville de Grenoble, la connectivité du réseau piétonnier diminue en raison de la présence de coupures surfaciques et/ou linéaires. Ces espaces de première et deuxième couronne se caractérisent par une organisation spatiale peu favorable aux piétons, en raison notamment du dimensionnement des voies (favorable à la voiture) et parfois d'un déficit de cheminements piétons. Au niveau de ces espaces, l'urbanisation discontinue diminue la perméabilité des tissus pour les piétons.

Enfin, au niveau des espaces périurbains caractérisés par une urbanisation peu dense (habitat individuel diffus), on peut distinguer trois cas de figure :

- des espaces dotés d'une trame piétonne moyennement connectée en raison d'un maillage de rues et ruelles dense dans les lotissements pavillonnaires ;
- des espaces présentant une faible connectivité du réseau piétonnier en raison soit de la présence d'impasses, soit en raison de la présence de clôtures (copropriétés, ensemble de logements clôturés, etc.) ;
- des espaces à dominante activité, notamment les zones d'activité et les zones commerciales, qui ne sont généralement accessibles qu'en voiture (situées à proximité des axes autoroutiers) et qui disposent d'un maillage de rues discontinu.

Indices de « Marchabilité »

Après analyse, nous avons choisi l'indice de



Figure 5 : Carte de connectivité de la trame piétonne de l'agglomération grenobloise (maillage de 100 m)

Source : Chibane et Gwiazdzinski, 2013.

Tableau 4 : Les variables de l'indice de « marchabilité »Source : Frank *et al*, 2005.

Variable	Indicateur	Mesures
<i>Densité de population</i>	Densité de population nette	Nombre de personnes par hectare
<i>Mixité de l'utilisation du sol</i>	Entropie de l'utilisation du sol entre surfaces résidentielles, surfaces de production, surfaces de bureau et cabinets et surfaces commerciales	$Entropie\ de\ mixité = -1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^k (p_i \cdot \ln p_i)}{\ln k}$ où p = proportion de surface attribuée à l'utilisation i où k = nombre d'utilisations différentes (= 4)
<i>Connectivité</i>	Nombre d'intersections à 4 branches et plus rapporté à la surface en hectare	Topologie et comptages SIG

12 - En 2010, l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) a installé, à titre expérimental, une signalétique piétonne dans 9 villes de France : Lille, Meaux, Paris, Nancy, Nantes, Lyon, Bordeaux, Nice et Marseille. En 2013, 270 panneaux sont installés dans les rues de la ville de Grenoble. Cette nouvelle signalétique urbaine de Grenoble veut inciter ses habitants à reconsidérer la marche comme un moyen de transport. Le piéton peut ainsi estimer son temps de parcours et prendre conscience que de nombreuses destinations sont « à sa portée », dans des délais raisonnables (Inpes, 2013, p. 14). Un projet auquel nous étions associés dans sa phase de diagnostic et lors de la conception des cartes de temps de parcours à pied <Contribution réalisée dans le cadre d'un stage de Master 2 (janvier-juillet 2013), effectué au Syndicat Mixte des Transports en Commun (SMTC). Projet piloté et financé par la Direction santé publique et environnementale de la ville de Grenoble, en collaboration avec l'Inpes et Grenoble Alpes Métropole>. [Pour plus d'information Cf. http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/equilibre/numeros/103/pdf/GaP-GUIDE_VF.pdf].

« marchabilité » développé par L. Frank (2005, p. 118) qui peut être utilisé à différentes échelles (quartier, portion de ville, commune, etc.) et s'appuie sur trois variables comme la **densité de population**, la **mixité d'utilisation du sol** et la **connectivité du réseau piétonnier** (Tableau 4).

Sur la base de ces données, nous avons pu calculer les indices de « marchabilité » de l'ensemble des communes de l'agglomération grenobloise, ainsi que ceux de chacun des secteurs qui composent ces communes (390 secteurs au total). Ce découpage nous a permis de mieux rendre compte des contrastes existants entre les secteurs de la même ville et entre les secteurs de villes différentes. Les scores de « marchabilité » obtenus peuvent avoir des valeurs allant de 0 à 1. Afin de faciliter l'analyse des résultats obtenus, nous avons opté pour une catégorisation des indices de « marchabilité » en 4 catégories :

- première catégorie (indice compris entre 0 et 0,25) ;
- deuxième catégorie (indice compris entre 0,25 et 0,50) ;
- troisième catégorie (indice compris entre 0,50 et 0,75) ;
- enfin, quatrième catégorie (indice compris entre 0,75 et 1).

La figure 6 présente les résultats obtenus pour chaque secteur. Globalement, on constate une concentration des plus hauts indices de « marchabilité » au niveau du centre-ville de Grenoble qui s'explique d'une part, par la forte densité humaine (habitants et emplois), une forte mixité fonctionnelle et d'autre part, par une certaine connectivité de la trame piétonne.

Certains secteurs périphériques situés dans des communes de première couronne présentent des indices de « marchabilité » de plus de 0,75. Ces secteurs se caractérisent par une forte densité de population (habitants et/ou emplois) et une certaine mixité fonctionnelle. C'est le cas par exemple du secteur sud de la ville de La Tronche (CHU de Grenoble-7 300 employés). C'est le cas également du secteur du campus universitaire (30 000 étudiants et plus de 8 000 employés) et un réseau maillé. Les plus faibles indices de « marchabilité » sont observés principalement dans les communes périphériques de la deuxième couronne. Ces dernières se caractérisent par une faible mixité fonctionnelle (à dominance résidentielle) et une faible densité de population. Ces faibles indices de « marchabilité » s'expliquent aussi par la faible connectivité du réseau piétonnier (présence d'impasses et de coupures).

Cette organisation territoriale génère une dépendance vis-à-vis de la voiture personnelle, utilisée comme principal moyen de déplacement. L'EMD de 2010 confirme cette tendance dans les communes périurbaines comme Claix et Varcès, où 85% des déplacements quotidiens sont réalisés en voiture. Ces différents éléments nous permettent de distinguer trois principaux cas de figures :

- le premier cas, celui de villes dotées d'une trame piétonne bien connectée mais qui présentent en même temps une faible densité de population et une faible mixité d'usage des sols ;
- le deuxième cas concerne les villes qui se caractérisent par une forte densité de population, une connectivité moyenne (présence de coupures, réseau peu maillé, etc.) et une moyenne, voire une faible mixité d'usage ;
- le dernier cas de figure est celui des villes qui présentent une faible densité de population, une faible connectivité du réseau et une faible mixité d'usages.

CONCLUSION

Les travaux exploratoires sur l'agglomération grenobloise ont permis de tester quelques méthodes d'analyse et des représentations cartographiques mettant en avant le principe de « marchabilité » d'un espace avec les effets indirects bénéfiques souhaités sur la santé des individus. Au-delà des modèles, ils ont également permis de constater un certain recouvrement entre les espaces à faible indice de « marchabilité » identifiés dans les modèles et les espaces où la pratique de la marche est effectivement peu développée dans la réalité (EMD, 2010).

L'hypothèse posée sur le rôle de la morphologie urbaine est donc fondée. Elle devra encore être confrontée à des analyses plus fines des pratiques effectives sur le terrain. Elle pourra être complétée par les résultats de protocoles de suivi de parcours piétons dans le cadre de nos recherches prenant notamment en compte les notions de lisibilité, « d'imagibilité » (Lynch, 1999, p. 136) et de confort. Il sera également intéressant d'intégrer la distribution spatiale des aménités de la ville dans l'évaluation de la mixité fonctionnelle des espaces étudiés.

La santé et le bien-être individuel des citoyens qui passent notamment par le développement des activités physiques quotidiennes « naturelles » comme la marche, doivent pouvoir s'appuyer en amont sur des outils de diagnostic qui mettent en avant une ergonomie et un confort potentiels des espaces du mouvement.

A partir de ces éléments, on peut imaginer un déploiement de politiques d'aménagement adaptées à différentes échelles qui – à Grenoble et ailleurs – intègrent les initiatives actuelles autour de la signalétique piétonne et des cartes de temps de parcours à pied¹². Un premier pas a pu être franchi sur le terrain grenoblois en lien avec les autorités de transport : mise en place d'une signalétique urbaine piétonne spécifique indiquant les temps d'accès aux aménités et indication de temps de parcours sur les cartes installées dans chaque arrêt de tramway.

C'est sans doute à partir de ces diagnostics fins, grâce à l'amélioration des conditions de l'environnement urbain pour les piétons et au déploiement de dispositifs adaptés que les citoyens redeviendront de vrais adeptes de la marche, ce mouvement naturel qui « redistribue en permanence les cartes, provoque des collisions, invente des rimes inédites et des associations surprenantes » (Sansot, 2004). Gageons qu'ils sauront « herboriser le bitume » pour reprendre l'expression de Walter Benjamin et recouvrer une bonne santé.

BIBLIOGRAPHIE

BAVOUX J.-J., BEAUCIRE F., CHAPELON L., ZEMBRI P., 2005, *Géographie des transports*, Paris, Armand Colin, 232 p.

BRAZA M. *et al.*, 2004, Neighborhood design and rates of walking and biking to elementary school in 34 California communities, *American Journal of Health Promotion*, n°19(2), p. 128-136.

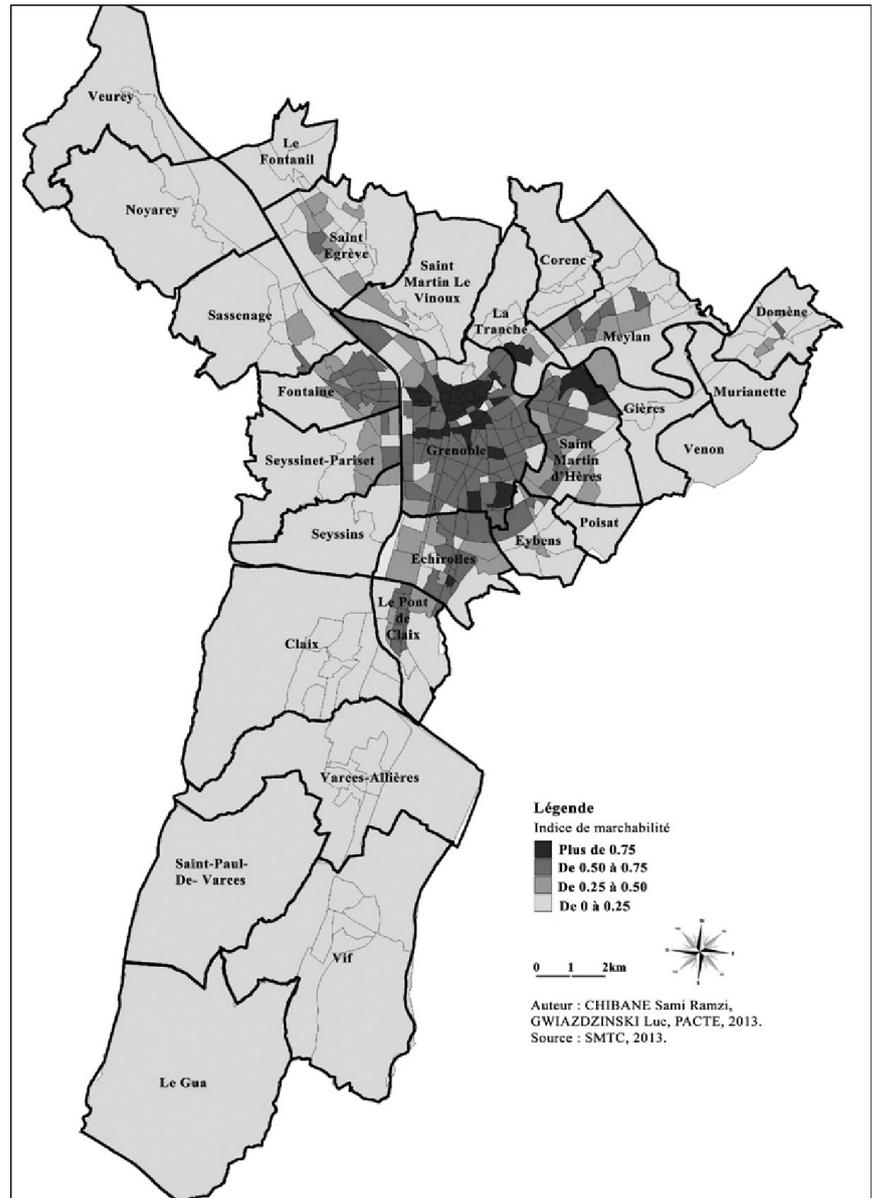
BOARNET M.G. *et al.*, 2005, Evaluation of the California Safe Routes to School legislation - Urban form changes and children's active transportation to school, *American Journal of Preventive Medicine*, n°28(2), p. 134-140.

BOONE-HEINONEN *et al.*, 2009, Walking for prevention of cardiovascular disease in men and women: a systematic review of observational studies, *Obesity Review*, 10(2), p. 204-217.

BOURDEAU-LEPAGE L., VIDAL R., 2012. Nature urbaine en débat : à quelle demande sociale répond la nature en ville? in *Déméter 2013, Economie et stratégies agricoles*, (p. 195-210). Economie et Stratégies Agricoles -. Paris, FRA : Club Déméter.

CALTHORPE P., POTICHA S., 1993, *The Next American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream*, New York, Princeton Architecture Press, Canada, 38 p.

CASPERSEN C.J. *et al.*, 1985, Physical Activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research, *Public Health Rep*, p. 126-131.



CHIBANE S.R., GWIAZDZINSKI L., 2014, L'apport des nouvelles technologies de géolocalisation dans l'observation, la représentation et l'analyse des pratiques et comportements de mobilité. L'exemple de la marche à Grenoble, in *Actes du Colloque : Problématiques du transport urbain et de la mobilité urbaine durable en Algérie : les défis et les solutions*, Université de Batna, Algérie, 15 p.

Figure 6 : Carte des indices de « marchabilité » par secteur à l'échelle de l'agglomération grenobloise

Source : Chibane et Gwiazdzinski, 2013.

Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Prevention, 2004, *At least five a week Evidence on the impact of physical activity and its relationship to health, A report from the Chief Medical Officer*, London, 120 p.

DEMERS M., 2008, *Pour une ville qui marche. Aménagement urbain et santé*, traduit de l'anglais par FOREST F., Montréal, Ecosociété, 287 p.

DUNN A.L. *et al.*, 2001, Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, n°33 (Suppl.), p. 587-597.

- EWING R. *et al.*, 2003, Relationships between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity, *American Journal of Health Promotion*, n°18(1), p. 47-57.
- EWING R. *et al.*, 2006, Identifying and measuring urban design qualities related to walkability, *Journal of physical activity and health*, Winston, vol. 3, p. 223-240.
- FRANK L., ENGELKE P., 2000, *How land use and transportation systems impact public health : A literature review of the relationship between physical activity and built form*, Atlanta, Active Community Environments Initiative Working Paper, n°1, p. 147.
- FRANK L.D. *et al.*, 2003, *Health and community design: The impact of the built environment on physical activity*, Washington, DC: Island Press, p. 271.
- FRANK L.D. *et al.*, 2004, Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars, *American Journal of Preventive Medicine*, n° 27 (2), p. 87-96.
- FRANK L.D. *et al.*, 2004, *Community design and individual well being: The multiple impacts of the built environment on public health. A narrative presentation to the obesity and built environment conference of the National Institute of Environmental Health Sciences*, Washington, p. 8.
- FRANK L.D. *et al.*, 2005, Linking objectively measures physical activity with objectively measured urban form –findings from SMARTRAQ, *American Journal of Preventive Medicine*, 28 (2S2), p. 117-125.
- FRANK L.D. *et al.*, 2007, Urban Form Relationships With Walk Trip Frequency and Distance Among Youth, *American Journal of Health Promotion*, n°21(4 supplement), p. 305-311.
- GENRE-GRANDPIERRE C., FOLTETE J.-C., 2003, Morphologie urbaine et mobilité en marche à pied, *Cybergeo : European Journal of Geography*, n°248, p. 22.
- GLENISTER D., 1996, Exercise and mental health: a review, *Journal of the Royal Society of Health*, n°116, p. 7-13.
- GRUNDY S.M. *et al.*, 1999, Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities : evidence report of independent panel to assess the role of physical activity in the treatment of obesity and its comorbidities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, n°31, p. 1493-1500.
- GWIAZDZINSKI L., 1991, *Une première approche des barrières dans la ville*, DEA Systèmes spatiaux et aménagements régionaux, Strasbourg, Université Louis Pasteur, 245 p.
- HANDY S. *et al.*, 2002, How the built environment affects physical activity views from urban planning, *American Journal of Preventive Medicine*, 23(2S), p. 64-73.
- HANDY S., 2005, *Does the built environment influence physical activity? Examining the evidence*, Washington, DC, Transportation Research Board, Institute of Medicine of the National Academies, n° 282, 248 p.
- HANDY S. *et al.*, 2006, Self-selection in the relationship between the built environment and walking. Empirical evidence from northern California, *Journal of the American Planning Association*, n° 72, p. 55-74.
- HAMER M., CHIDA Y., 2008, Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies, *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), p. 238-243.
- HASSMEN P. *et al.*, 2000, Physical exercise and psychological well-being: a population study in Finland, *Preventive Medicine*, n° 30, p. 17-25.
- INDOVINA F. (dir.), 1990, *La città diffusa*, Daestluav, Venise.
- LAFORGE R.G. *et al.*, 1999, Stage of regular exercise and health-related quality of life, *Preventive Medicine*, n° 28, p. 349-360.
- LEVITTE A., 2008, Piéton et perception visuelle : le design visité par les sciences cognitives, in GRANIE, M.-A., AUBERLET, J.-M., *Le piéton et son environnement : Quelles interactions ? Quelles adaptations ?*, Paris, Les collections de l'INRETS, p. 227-235.
- LYNCH K., 1999, *L'image de la Cité*, Paris, Dunod, 221 p.
- MUST A. et TYBOR D.J., 2005, Physical activity and sedentary behaviour : A review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth, *Int J Obes (Lond)* n° 29 (Suppl 2), p. 84-96.
- OZLEM O. *et al.*, 2013, *Walkability : Perceived and measured qualities in action*, Ninth international space syntax symposium, Seoul, 13 p.
- REJESKI W.J., BRAWLEY L.R., SHUMAKER S.A., 1996, Physical activity and health-related quality of life, *Exerc Sport Sci Rev*, p. 71-108.

REJESKI W.J., MIHALKO S.L., 2001, Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, p. 23-35.

RENNESSON C., 2004, Aménagement urbain : les piétons sur le devant de la scène / Catia, *Techni. Cités*, n°67, p. 18-25.

RUTT C.D., COLEMAN K.J., 2004, Examining the relationships among built environment, physical activity, and body mass index in El Paso, TX, *Preventive Medicine*, n°40, p. 831-841.

SAELENS B.E. *et al.*, 2003, Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation, *Am J Public Health*, n° 93, p. 1552-1558.

SALLIS J.F. *et al.*, 2004, Active transportation and physical activity: opportunities for collaboration on transportation and public health research, *Transportation Research Part A* n° 38, p. 249-268.

SCHLOSSBERG M. *et al.*, 2006, School trips - Effects of urban form and distance on travel mode, *Journal of the American Planning Association*, n°72(3), p. 337-346.

TABAKA K., 2009, *Vers une nouvelle socio-géographie de la mobilité quotidienne. Etude des mobilités quotidiennes des habitants de la région urbaine de Grenoble*, thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 272 p.

VISSCHER T.L.S., SEIDELL J.C., 2001, Public Health Impact of Obesity, *Annu Rev Public Health*, n°22, p. 355-375.

WIEL M., 1999, *La transition urbaine, ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Belgique, Mardaga, 149 p.

AUTRES SOURCES

Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2015, *L'état de santé de la population en France*, Rapport, 6^e éd., 502 p.

Expertise collective, 2008, *Activité physique : Contextes et effets sur la santé*, Paris, Les éditions Inserm, 811 p.

HERAN F., 1999, *Évaluation de l'effet des coupures urbaines sur les déplacements des piétons et des cyclistes*, programme PREDIT II, décision d'aide à la recherche, n° 98 MT 04, p. 8.

MICHAUD V., SEGRESTIN B., 2008, *La marche au cœur des mobilités : une démarche innovante*, RATP, Unité prospective et conception innovante, Résultats du programme de recherche prospective sur la marche urbaine, p. 69.

NGUYEN-LUONG D., 2012, *Faisabilité d'une Enquête Globale Transports (EGT) intégrale par association d'un GPS, d'un SIG et d'un système expert en Île-de-France*, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France, Rapport final, mars 2012, Paris, 95 p.

SASSI F. *et al.*, 2014, L'obésité et l'économie de la prévention : Objectif santé - Indicateurs-clés en France, mise à jour 2014, OCDE, 4 p.

PEGGY E. et AGIS T., 2006, *Promouvoir l'activité physique et la vie active en ville*, Organisation Mondiale de la Santé, Ministère de la santé et des sports, p. 54.

VERNEZ MOUDON A., HESS P., SNYDER M.C., STANILOV K., 1997, Effects of site design on pedestrian travel in mixed-use, medium-density environments, *Report for the Washington State Transportation Center*, Federal Highway Administration, p. 19.

Enquête ObEpé., 2012, *Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité*, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Laboratoire Roche, 60 p.

Enquête d'assureurs et prévention, 2013, *Pratique de l'activité physique ou sportive : comment faire bouger les français*, 2^e enquête nationale, dossier de synthèse publié le 12 septembre 2013, 17 p.

European Commission, 2014, Report Sport and Physical Activity. *Special Eurobarometer*, n°412, 135 p.

Adresse des auteurs

Sami Ramzi CHIBANE
Université Grenoble Alpes
UMR PACTE 5194 CNRS
chiban_rawaa@hotmail.fr

Luc GWIAZDZINSKI
Université Grenoble Alpes
UMR PACTE 5194 CNRS
lucmarcg@gmail.com