

*ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA TERRE  
ET DE L'ENVIRONNEMENT – ED 413*

Laboratoire Image Ville Environnement – UMR 7362

**THÈSE** présentée par :

**Paul SALZE**

soutenue le : 27 septembre 2013

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Géographie

**Activité sportive et mobilité quotidienne  
chez les adolescents**

**Un modèle à base d'agents pour explorer le rôle  
du cadre de vie dans les dynamiques socio-  
spatiales des pratiques**

**THÈSE dirigée par :**

**M. BADARIOTTI Dominique**  
**Mme SIMON Chantal**

Professeur, université de Strasbourg  
Professeur, université Lyon 1

**RAPPORTEURS :**

**Mme VERNEZ-MOUDON Anne**  
**Mme SANDERS Léna**  
**M. RAMADIER Thierry**

Professeur, University of Washington, Seattle  
Directrice de recherches, CNRS  
Directeur de recherches, CNRS

---

**AUTRES MEMBRES DU JURY :**

**M. AMBLARD Frédéric**

Maître de conférences, Université Toulouse 1



## Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier Dominique Badariotti et Chantal Simon pour avoir accepté de co-diriger cette thèse, pour leurs encouragements et conseils qui m'ont permis d'avancer quand cela a été nécessaire, et pour avoir supporté de longs silences.

Mes plus sincères remerciements à Anne Vernez-Moudon, Léna Sanders, Frédéric Amblard et Thierry Ramadier pour avoir accepté de faire partie du jury.

Je remercie M. Sébastien Mari de la DRJSCS qui m'a permis d'accéder aux données du RES avec beaucoup de facilité.

Merci encore à Thierry pour tes précieuses suggestions de lectures qui m'auront permis « d'aller lire ailleurs » ainsi que pour le temps que tu as consacré à nos nombreuses discussions.

Je souhaitais aussi remercier les membres du laboratoire Image Ville Environnement, en particulier Christiane Weber qui m'aura ouvert les portes de ce dernier bien avant que ne débute cette thèse ainsi que Estelle Baehrel pour sa disponibilité et ses innombrables coups de pouce.

Les membres du projet Eliane, et notamment Romain Casey et Hélène Charreire qui ont su trouver les bons arguments au bon moment, sont tenus pour responsables de mon engagement en thèse : merci à vous.

Je tenais à remercier amis, famille et collègues que je n'ai pas cité précédemment pour leurs encouragements.

Et finalement, à celles qui me supportent au quotidien, Emilie et Lola, merci pour votre (presque) infinie patience.

## Résumé

Inscrite dans le courant de recherches actuelles portant sur les déterminants des comportements en lien avec la santé, cette thèse a pour objectif de contribuer, au travers du développement d'un modèle à base d'agents, à une meilleure compréhension des relations entre le cadre de vie d'adolescents et leurs pratiques d'activité physique. Questionnant les fondements théoriques et empiriques du modèle socio-écologique qui guide la majorité des études actuelles, ce travail a conduit à l'élaboration d'un schéma conceptuel relationnel intégrant les notions de positions et dispositions sociales, ainsi que les liens entre pratiques de mobilité quotidienne et pratiques d'activités situées dans le temps et l'espace géographique. L'implémentation de ce schéma conceptuel a abouti à la réalisation de trois modèles à base d'agents de complexité croissante, dont l'originalité réside dans la non-inclusion explicite d'interactions. Ce travail, bien qu'inachevé en ce qui concerne l'exploration des propriétés des modèles, a permis de souligner l'intérêt heuristique de la modélisation, permettant d'un côté d'ouvrir de nouvelles perspectives d'analyses, et d'un autre côté, d'offrir un retour sur les données utilisées.

Mots-clés : adolescents, pratiques d'activité physique, modèle à base d'agents, approche relationnelle, dynamiques socio-spatiales

## Résumé en anglais

Embedded in current research on determinants of health-related behaviours, this thesis develops an agent-based model to further explore and explain the links between living environment and physical activity in adolescents. Challenging the theoretical and empirical basis of the socio-ecological model that underpins most of current studies, this work leads to a relational conceptual framework that integrates social positions and dispositions with daily mobility and physical activity in both a spatial and temporal perspective. Three increasingly complex agent-based models are developed on this unusual framework that does not explicitly include interactions. Although further investigation is required to fully understand the properties of the models, the study highlights the benefits of this modelling approach that identifies new ways of thinking and analytical opportunities and gives feedback on the data used.

Keywords: adolescents, physical activity practices, agent-based model, relational approach, socio-spatial dynamics



# Sommaire

Remerciements.....	3
Résumé.....	4
Résumé en anglais.....	5
Sommaire.....	7
Liste des tableaux.....	11
Liste des figures.....	13
<b>Introduction générale.....</b>	<b>15</b>
<b>Première partie</b>	
<b>L'approche socio-écologique : influence du cadre de vie sur les comportements.....</b>	<b>21</b>
Introduction de la première partie.....	23
<b>Chapitre 1. Étude des relations entre environnement et activité physique.....</b>	<b>25</b>
1.1 Synthèse de la littérature.....	25
1.2 Des limites méthodologiques comme explication à l'absence de résultats tranchés.....	29
1.3 La modélisation à base d'agents : une piste méthodologique à explorer.....	31
Conclusion du premier chapitre.....	35
<b>Chapitre 2. Une application au cas d'adolescents bas-rhinois : catégories sociales, accessibilité spatiale et pratiques d'activité physique, quelles associations ?.....</b>	<b>37</b>
2.1 Données disponibles et données utilisées.....	37
2.2 Analyses et résultats.....	50
Conclusion du deuxième chapitre.....	65
Conclusion de la première partie.....	67
<b>Deuxième partie</b>	
<b>Un modèle à base d'agents dans une perspective relationnelle.....</b>	<b>69</b>
Introduction de la deuxième partie.....	71

<b>Chapitre 3. Un changement de position épistémologique et une proposition de schéma conceptuel</b> .....	73
3.1 Les limites théoriques du modèle socio-écologique et le choix de l'approche relationnelle.....	73
3.2 Théorie de la pratique : classes sociales, pratiques et santé.....	76
3.3 Position et dispositions sociales, mobilité spatiale et activités : proposition d'un schéma conceptuel .....	81
Conclusion du troisième chapitre.....	86
<b>Chapitre 4. Développement de trois modèles incrémentaux : des agents dispositionnels dans l'espace et le temps</b> .....	89
4.1 Modèle 1 : une dynamique de dispositions dans un espace social.....	90
4.2 Modèle 2 : une dynamique de dispositions dans l'espace géographique.....	100
4.3 Modèle 3 : une dynamique des dispositions dans le contexte d'un programme d'activités situées dans le temps et l'espace.....	105
4.4 Paramétrage des modèles.....	111
Conclusion du quatrième chapitre.....	120
Conclusion de la deuxième partie.....	121
<b>Troisième partie</b>	
<b>Exploration des modèles, exploration des données : résultats et perspectives</b> .....	123
Introduction de la troisième partie.....	125
<b>Chapitre 5. Analyse des simulations : premiers résultats</b> .....	127
5.1 Plan d'analyse.....	127
5.2 Analyses descriptives des sorties des modèles.....	128
5.3 Conclusions préliminaires, limites et perspectives d'analyses.....	144
Conclusion du cinquième chapitre.....	146
<b>Chapitre 6. Autres résultats : retour sur les données et pistes de recherche</b> .....	147
6.1 Exploration des données ICAPS : à propos de la distance entre enquêteur et enquêté	147

6.2 La modélisation comme outil heuristique : ouverture de perspectives d'analyses et de modélisation.....	155
Conclusion du sixième chapitre.....	159
Conclusion de la troisième partie.....	161
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>163</b>
Notice bibliographique.....	169
Table des matières.....	185
Résumé.....	190
Résumé en anglais.....	190



## Liste des tableaux

Tableau 1: Estimation de la qualité du géocodage : comparaison entre les procédures automatique et manuelle.....	39
Tableau 2: Regroupement des catégories de PCS pour la construction de l'indicateur de position sociale.....	44
Tableau 3: Effectifs (pourcentages) d'individus selon le sexe, la catégorie sociale et le type d'environnement de résidence.....	48
Tableau 4: Pratique d'activités sportives et modes de transports utilisés : pourcentages d'individus selon le sexe et la catégorie sociale.....	49
Tableau 5: Distribution des pratiques sportives et modes de transports utilisés selon le contexte socio-spatial (pourcentages d'individus).....	50
Tableau 6: Distances au collège (mètres) en fonction des types d'environnements de résidence.....	56
Tableau 7: Distances au collège (mètres) en fonction des catégories sociales.....	57
Tableau 8: Perception de l'accessibilité spatiale selon le sexe et la catégorie sociale (pourcentages d'individus).....	60
Tableau 9: Perception de de l'accessibilité spatiale selon le type d'environnement de résidence (pourcentages d'individus).....	61
Tableau 10: Associations entre niveau de perception de l'accessibilité spatiale et pratique sportive en club (pourcentages d'individus).....	62
Tableau 11: Détails des calculs de temps de trajet par combinaison de modes de transport (M : marche, Ve : vélo, TC : transports en commun, Vo : voiture).....	110
Tableau 12: Effectifs (pourcentages) d'individus selon le type de collège fréquenté.....	111
Tableau 13: Distribution initiales des pratiques selon la CSP et le contexte géographique (pourcentages d'individus).....	112
Tableau 14: Proportions d'individus selon la distance au collège.....	113
Tableau 15: Distribution spatiale des activités sportives : % d'individus ayant au moins une activité sportive autour du domicile en fonction de seuils de distances.....	114
Tableau 16: Distances moyennes au collège en fonction de la présence de lieux de pratique.....	115
Tableau 17: Vitesses de déplacement selon les modes de transport.....	117

Tableau 18: Associations entre CSP, distance à la piscine la plus proche, et le fait de déclarer avoir une piscine à proximité du domicile : résultats de l'analyse de régression logistique...153

## Liste des figures

Figure 1: Le modèle socio-écologique (adapté d'après Booth et al. 2001).....	23
Figure 2: Localisation des collèges et individus inclus dans l'étude ICAPS.....	38
Figure 3: Structure de la base de données RES : installations, équipements et activités.....	42
Figure 4: Trajets domicile-collège : distribution des distances au collège en contexte urbain (gauche) et rural (droite) (intervalles de 500 mètres).....	53
Figure 5: Trajets domicile-collège : distribution des temps de trajet dans un contexte urbain (gauche) et rural (droite) (intervalles de 5 minutes).....	55
Figure 6: Distribution des distances au collège (gauche) et temps de trajet (droite) en fonction du mode de transport utilisé.....	58
Figure 7: Accessibilité spatiale potentielle en fonction du type d'environnement de résidence .....	65
Figure 8: Approche interactionniste (gauche) et relationnelle (droite) de la relation individu-environnement-pratiques-représentations.....	73
Figure 9: Schéma conceptuel des relations entre pratiques de mobilité (en gris) et d'activités (en blanc).....	84
Figure 10: Ordonnancement des processus : diagramme de transition.....	88
Figure 11: Localisation des individus et des trois groupes sociaux dans l'espace social.....	89
Figure 12: Fonctions d'assimilation et de distinction (rejet) en fonction de la distance dans l'espace social.....	92
Figure 13: Représentation de l'espace social et du pseudo-rayon de la fonction d'assimilation-distinction.....	93
Figure 14: Surface de conditions de la pratique (le dégradé du clair vers le foncé indique un passage de conditions favorables à défavorables ; les points représentent les individus) .....	94
Figure 15: Vue de l'environnement du modèle 2 : distribution des individus (blanc), du lieu d'activité (jaune) et des arrêts de transport en commun (gris).....	98
Figure 16: Modèle 3 : localisation des individus (blanc), lieux d'activités P1 (jaune) et P2 (vert) et arrêts de transports en commun (gris) dans le contexte urbain (haut) et rural (bas). 103	
Figure 17: Distribution des durées moyennes d'activités sportives.....	116
Figure 18: Résultats du modèle 1 : tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture et à la pratique sportive.....	137

Figure 19: Résultats du modèle 1 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun.....	139
Figure 20: Résultats du modèle 2 : tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture.....	143
Figure 21: Résultats du modèle 2 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun.....	144
Figure 22: Comparaison des modèles 1 et 2 : différences des tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture.....	146
Figure 23: Comparaison des modèles 1 et 2 : différences des tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun.....	147
Figure 24: Résultats du modèle 3 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique sportive et à l'utilisation du vélo et de la voiture.....	149
Figure 25: Résultats du modèle 3 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun.....	150
Figure 26: Comparaison des modèles 2 et 3 : différences des tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture et à la pratique sportive.....	152
Figure 27: Comparaison des modèles 2 et 3 : différences des tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun.....	153
Figure 28: Distribution des 50 trajectoires obtenues pour les dispositions à l'utilisation de la voiture (catégorie sociale supérieure, scénario "Rural / Social -").....	155
Figure 29: Localisation des individus ayant déclaré avoir accès (en vert) et ne pas avoir accès (en rouge) à un parc à proximité de leur domicile (fond de carte : extrait de Scan 25, IGN).158	
Figure 30: Distribution des distances à la piscine la plus proche chez les individus ayant déclaré avoir une piscine à proximité de leur domicile.....	159
Figure 31: Cas d'un individu dont la distance à la piscine la plus proche est supérieure à 10 km et ayant déclaré avoir une piscine à proximité du domicile (Image satellite Google Maps). .160	
Figure 32: Pourcentages de non-réponses au questionnaire "parents" selon la CSP et la localisation du collège.....	164

# Introduction générale



Lors des dernières décennies, un très fort accroissement de la prévalence de l'obésité et du surpoids a été observé dans de nombreux pays du monde, conduisant l'Organisation Mondiale de la Santé à parler d'une « épidémie mondiale » (World Health Organization, 2000). L'une des caractéristiques notables de ce phénomène est qu'il est marqué par de fortes disparités socio-spatiales, intervenant à différentes échelles géographiques, et dont nous présentons quelques exemples dans les lignes qui suivent. Touchant principalement les quartiers et catégories sociales défavorisés dans les pays développés (Cummins et Macintyre, 2006), c'est le haut de l'échelle sociale qui présenterait, au contraire, les plus forts taux de prévalence dans les pays en voie de développement<sup>1</sup> (Monteiro et al., 2004). En France, si les disparités sociales sont globalement identiques à celles des pays développés, d'importantes disparités régionales ont été mises en évidence (ObEpi, 2009), avec en particulier une prévalence de l'obésité pratiquement deux fois plus élevée dans la région Nord-Pas-de-Calais (20,5 %) que dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (11,5 %). Enfin, au sein de la ville de Strasbourg, il a été relevé que, selon les quartiers, le taux de surcharge pondérale pouvait varier du simple au quintuple (Communauté Urbaine de Strasbourg, 2011).

Dans la mesure où l'obésité et le surpoids sont notamment reconnus pour être des facteurs de risque pour le développement de diabètes de type II, de certains cancers et de maladies cardiovasculaires, il s'agit là d'un important problème de santé publique (Visscher et Seidell, 2001). Une attention particulière doit être portée aux enfants et aux adolescents, qui constituent une catégorie d'individus particulièrement sensible. En effet, un enfant obèse présente un risque accru d'être obèse à l'âge adulte, et si la tendance à l'accroissement de la surcharge pondérale n'est pas renversée, ou du moins stoppée, les conséquences sur la santé des populations, à court et à long terme, pourraient être relativement graves (Must et Strauss, 1999; Reilly et al., 2003). Entre 1997 et 2006, si la prévalence de surpoids chez les adultes français est restée relativement stable autour de 30 %, celle de l'obésité est en revanche passée de 8,6 à 13,1 % (Charles, Eschwège et Basdevant, 2008). Les chiffres les plus récents suggèrent toutefois que le phénomène tendrait à marquer le pas (ObEpi, 2012). La même tendance est observée chez les enfants et les adolescents, où après avoir connu une forte augmentation dans les années 90 (Rolland-Cachera et Thibault, 2002), la prévalence du surpoids et de l'obésité semble aujourd'hui se stabiliser autour de 15 % (Lioret et al., 2009; Peneau et al., 2009; Salanave et

---

<sup>1</sup> Afin de nuancer ce propos, on notera toutefois que les catégories sociales défavorisées seraient quant à elles marquées par la sous- et mal-nutrition.

al., 2009). Ces résultats restent cependant à confirmer, et ne remettent certainement pas en question la nécessité de la mise en place de politiques de santé publique efficaces.

La prise de poids excessive, résultant, entre autres facteurs, d'une balance positive entre apports et dépenses énergétiques pendant une période plus ou moins prolongée, l'étude de l'alimentation et de l'activité physique (la nutrition) des individus et populations permettrait d'approcher une partie du problème de la compréhension de l'obésité (Hill et Peters, 1998). En termes de politiques de santé, la nutrition constituerait un levier sur lequel il serait possible d'agir soit directement, par exemple au travers d'interventions visant à développer et encourager des comportements « sains », comme la pratique régulière d'activités physiques ou l'adoption d'une alimentation plus riche en fruits et légumes (cas des campagnes médiatiques menées dans le cadre du Programme National Nutrition Santé depuis une douzaine d'années), soit indirectement, au moyen de modifications de l'environnement, en fournissant par exemple un cadre physique, organisationnel et social propice à l'adoption de ces comportements (Simon et al., 2004). L'étude des déterminants de l'obésité en général, et des comportements qui lui sont associés en particulier, constitue un préalable indispensable à la mise en place de stratégies efficaces de prévention. Cependant, les déterminants potentiels (environnementaux notamment) sont nombreux, la plupart d'entre eux sont encore mal connus, leurs liens de causalité difficiles à mettre en évidence, ils interviendraient à des échelles spatiales et temporelles multiples et impliqueraient divers acteurs et mécanismes (Ball, Timperio et Crawford, 2006; Huang et Glass, 2008; Sallis, Story et Lou, 2009).

A la manière du « *glissement conceptuel* » qui a été proposé, dans le cas des maladies transmissibles, d'un *complexe* (Sorre, 1933) puis d'un *système* (Picheral, 1983) pathogènes vers un *système pathogène complexe* (Laperrière, 2009, p. 134), permettant de relier les mécanismes de transmission locaux entre hôtes et vecteurs à l'expression globale de la maladie, il a également été suggéré de poursuivre les recherches sur l'obésité et les comportements qui y sont associés sous l'angle de la complexité, en articulant les processus qui opèrent notamment au niveau individuel, inter-individuel, et populationnel (Diez Roux, 2007; Hammond, 2009; Huang et al., 2009). Dans la perspective de lier espace et santé, il a ainsi été proposé que l'approche en systèmes complexes en général, et l'approche par la modélisation à base d'agents en particulier, pouvait apporter une contribution majeure à une meilleure compréhension des effets du contexte ou de l'environnement sur la santé des

populations en offrant notamment la possibilité de considérer leur caractère endogène, ou, en d'autres termes, le fait que ce soit les individus qui créent (en partie) le contexte dans lequel ils vivent (Oakes, 2008).

S'inscrivant dans ce cadre théorique et méthodologique, cette thèse a pour objectif d'apporter, au travers d'un modèle à base d'agents, un éclairage sur les relations entre le cadre de vie<sup>2</sup> d'une population d'adolescents et leurs pratiques sportives et de mobilité quotidienne. Le choix de cet objet d'étude repose d'une part sur les données qui étaient initialement disponibles et qui seront présentées ultérieurement, et d'autre part, pour des raisons de temps, sur l'impossibilité de traiter l'ensemble des éléments intervenant dans la régulation du poids des individus<sup>3</sup>. Il a été relevé précédemment que l'activité physique, au sens large, pouvait constituer l'un des leviers de l'action publique en vue de la prévention du surpoids et de l'obésité. Si le lien entre activité physique et pratique sportive est assez évident, le choix d'intégrer à cette étude les pratiques de mobilité se justifie par un double motif. D'un côté, il a été montré que le transport actif pouvait représenter une part non-négligeable de l'activité physique totale chez les enfants et les adolescents (Faulkner et al., 2009), et d'un autre côté, il a été avancé que la prise en compte de séquences d'activités localisées dans l'espace et le temps, et donc de la mobilité spatiale, était essentielle à la compréhension des comportements et des relations entre santé et environnement (Saarloos, Kim et Timmermans, 2009).

Cette thèse s'organise en trois parties. Les deux premières retracent de manière chronologique, le cheminement intellectuel qui a été parcouru. Dans un premier temps, les réflexions et analyses ont suivi la piste du modèle socio-écologique, approche légitime et dominante à l'heure actuelle dans l'étude des relations entre santé, comportements et environnement. L'objectif était alors de recenser, à partir d'une synthèse de la littérature et de l'exploration de données, les éléments clés qui permettraient la construction et le calibrage du modèle à base d'agents. Dans un second temps, suite aux premières conclusions tirées des analyses empiriques, un changement de perspective épistémologique et théorique a été réalisé, conduisant successivement à l'exploration de pistes encore peu empruntées dans ce champ de recherche, à l'élaboration d'un modèle conceptuel basé sur l'approche relationnelle, puis à

---

2 Nous emploierons de manière équivalente les termes « environnement » et « cadre de vie », au sens des éléments physiques, matériels et sociaux dans lesquels vivent les individus.

3 A titre indicatif, la « carte du système de l'obésité » proposée dans le cadre d'une expertise collective recense une centaine de variables (Butland et al., 2007).

l'implémentation de ce dernier en vue de simuler la dynamique socio-spatiale des pratiques sportives et de mobilité quotidienne d'adolescents. La troisième partie est finalement consacrée à une présentation des résultats obtenus et des perspectives à court et long terme ouvertes par ce travail.

## Première partie

L'approche socio-écologique : influence du  
cadre de vie sur les comportements



## Introduction de la première partie

L'objectif de cette première partie est de présenter l'état des connaissances actuelles sur les relations existantes entre le cadre de vie et les pratiques d'activité physique d'adolescents, et de tester la validité empirique de certaines d'entre elles dans le cas particulier d'adolescents bas-rhinois. Après avoir présenté rapidement le modèle socio-écologique qui, on le rappelle, sous-tend une grande majorité des études actuelles, un inventaire des principales hypothèses testées et des principales limites identifiées sera dressé au travers d'une synthèse de la littérature. Finalement, un aperçu des quelques modèles à base d'agents qui ont été développés en vue d'étudier les relations entre environnement et activité physique ainsi que des principaux résultats qu'ils ont permis d'obtenir clôturera le premier chapitre.

Le second chapitre est consacré à une validation empirique de certaines des hypothèses qui auront été relevées dans la littérature. L'objectif de ces analyses était de permettre de faire reposer les règles de décision incluses dans le modèle à base d'agents sur des fondements empiriques, afin d'approcher, si possible, un certain degré de réalisme en vue d'une éventuelle validation externe<sup>4</sup> du modèle. Les données qui étaient disponibles et qui ont été collectées ainsi que les variables qui ont été utilisées sont présentées dans un premier temps, puis, dans un deuxième temps, sont exposées les analyses qui ont été conduites et qui ont permis de tester spécifiquement les associations existantes entre accessibilité spatiale et activité physique.

---

4 C'est-à-dire une confrontation aux données empiriques observées.



# Chapitre 1. Étude des relations entre environnement et activité physique

Ce chapitre est consacré à une synthèse de la littérature qui a permis de relever successivement les principaux résultats concernant les associations entre l'environnement et l'activité physique chez les adolescents, les principales limites identifiées par les auteurs de ces études, et, en tant que piste de recherche relativement récente, les quelques modèles à base d'agents qui ont été développés jusqu'à présent pour cette thématique précise ainsi que les avantages qu'ils peuvent présenter par rapport aux méthodes d'analyses plus traditionnelles.

## 1.1 Synthèse de la littérature

Au cours des deux dernières décennies, l'approche socio-écologique s'est progressivement imposée comme un point de vue dominant et est aujourd'hui vue comme une approche incontournable dans l'étude des relations entre santé, comportements et environnement et dans la mise en place d'actions de santé publique efficaces (Richard, Gauvin et Raine, 2011). Le modèle socio-écologique repose sur l'hypothèse que les comportements des individus sont soumis à différents niveaux d'influences en interaction (par exemple, biologique, psychologique, social ou politique, voir Figure 1). La prise en compte des niveaux d'influences *environnementaux* ou *distaux* (par exemple communautaires ou sociétaux) permet de distinguer les modèles socio-écologiques d'autres modèles comportementaux, issus notamment de la psychologie sociale, qui mettent plus l'accent sur les influences individuelles et sociales *proximales* (Sallis, Owen et Fisher, 2008). Ces modèles comportementaux reposent en particulier sur les travaux de I. Ajzen (Theory of Planned Behaviour -TPB, 1991) et A. Bandura (Social Cognitive Theory -SCT, 1991), dont on notera que le modèle socio-écologique emprunte les concepts d'*attitudes*, d'*intentions*, de *confiance en soi (self-efficacy)*<sup>5</sup>, de *contrôle comportemental perçu (perceived behavioural control)*<sup>6</sup> ou encore de *norme sociale perçue* pour expliquer les comportements. Ces derniers résulteraient

---

5 La confiance qu'à un individu en ses capacités à s'engager dans un comportement donné.

6 La perception qu'un individu a de sa capacité générale à contrôler ses comportements.

alors à la fois d'influences environnementales modérées par des facteurs individuels (démographiques, biologiques ou comportementaux) et soumises à la médiation des facteurs cognitifs qui viennent d'être énumérés (Kremers et al., 2006).

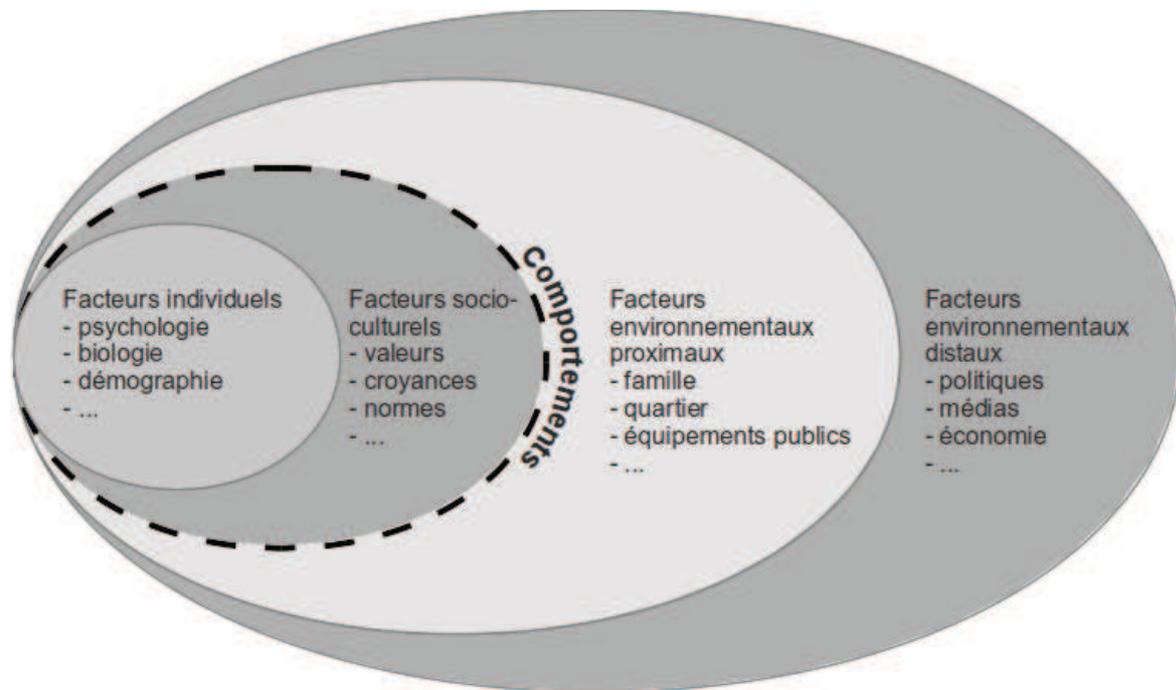


Figure 1: Le modèle socio-écologique (adapté d'après Booth et al. 2001)

L'étude des facteurs environnementaux que l'on suppose associés à l'activité physique et à la santé porte généralement sur différents types d'environnements définis du niveau micro (facteurs interpersonnels) au niveau macro ou global (facteurs économiques, politiques et culturels à l'échelle mondiale), en passant par des niveaux intermédiaires comme l'environnement social, construit et naturel à l'échelle locale du quartier ou de la ville (par exemple, criminalité, équipements collectifs et réseaux de transport en commun, trafic routier ou topographie et végétation), ou l'environnement politique à l'échelle régionale ou nationale (infrastructures et politiques de transport, de santé, éducatives, sportives) (on trouvera des modèles conceptuels relativement similaires dans Bauman et al., 2012; Booth et al., 2001; Huang et al., 2009; King et Sallis, 2009; Northridge, Sclar et Biswas, 2003; Sallis, Owen et Fisher, 2008; Spence et Lee, 2003).

Plusieurs revues de la littérature permettent de synthétiser les principaux résultats obtenus quant aux associations mises en évidence depuis les années 70 entre l'activité physique d'adolescents et des facteurs environnementaux et individuels (Craggs et al., 2011; Davison et Lawson, 2006; Ding et al., 2011; Ferreira et al., 2007; Limstrand, 2008; Sallis, Prochaska et Taylor, 2000). Chez les enfants et les adolescents, il semblerait que le sexe (garçons plus actifs que les filles), le statut socio-économique (association positive avec le niveau de revenu et le niveau d'éducation de la mère), l'origine ethnique (individus « blancs » plus actifs que les autres) et l'âge (l'activité physique décroît avec l'âge) soient les facteurs les plus régulièrement associés à l'activité physique au niveau individuel. Bien que la majorité des études aient été menées dans des pays anglo-saxons, ces résultats viennent par ailleurs confirmer les tendances observées en France quant à la pratique sportive des adolescents (Ministère de la Jeunesse et des Sports et Institut National du Sport et de l'Éducation Physique, 2004). Un autre facteur individuel qui semble déterminant, mis notamment en évidence dans les études longitudinales, est l'activité physique passée (Craggs et al., 2011; ou Hearst et al., 2012 pour une étude plus récente). Parmi les facteurs psycho-sociaux et interpersonnels, la confiance en soi, le contrôle comportemental perçu et la perception de ses compétences sont des facteurs souvent associés à l'activité physique, bien que pas de manière systématique, et le support social (encouragements de la part de la famille et des amis) semble être l'un des facteurs les plus fortement associés de manière transversale mais pas longitudinale. Les résultats ne permettent en revanche pas de conclure quant au rôle des attitudes<sup>7</sup> ou de l'activité physique des parents (Bauman et al., 2012).

Pour ce qui est des facteurs environnementaux, les études étant relativement moins abondantes et les associations testées très nombreuses, les conclusions qu'il est possible d'en tirer sont encore actuellement limitées et contradictoires. Il a ainsi par exemple été relevé que les caractéristiques physiques (équipements collectifs, urbanisation) ou socio-culturelles (pratiques locales d'activités physiques, criminalité ou sécurité dans le quartier) n'étaient localement pas associées de manière nette au niveau d'activité physique des adolescents (Ferreira et al., 2007). D'un autre côté, il a été montré que, au contraire, la disponibilité

---

7 La très faible relation entre attitude et comportement ayant été mise en évidence depuis longtemps déjà (Wicker, 1969; cité par Dijst, Farag et Schwanen, 2008), il est surprenant de constater qu'une association positive soit encore attendue dans nombre d'études. On soulignera par ailleurs que cette hypothèse n'est pas présente dans les modèles TPB et SCT : les intentions sont un médiateur entre attitudes et comportements.

d'infrastructures récréatives et sportives (Davison et Lawson, 2006; Limstrand, 2008), la mixité d'usage du sol<sup>8</sup> et la densité résidentielle (Ding et al., 2011) étaient des facteurs régulièrement associés à l'activité physique d'adolescents.

Certaines revues de la littérature se sont penchées en particulier sur le cas des associations entre environnement et transport actif (déplacements à pied ou en vélo) chez les enfants et les adolescents (Giles-Corti et al., 2009; Panter, Jones et van Sluijs, 2008; Pont et al., 2009). Dans la mesure où les synthèses de la littérature qui portent sur l'activité physique en général incluent les études relatives au transport actif, on notera que l'on retrouve certaines des associations mises en évidence précédemment, bien que les résultats soient là encore mitigés. C'est le cas notamment de facteurs tels que la densité urbaine, la diversité d'usages du sol (en tant que destinations potentielles à proximité du lieu de résidence), mais également de la présence de parcs ou d'aires récréatives. Parmi les associations qui n'ont pas été évoquées auparavant, on notera que la distance (au lieu de scolarisation notamment) est associée de manière quasi-systématique et négative avec le transport actif. Il est également fait état de possibles associations avec différents éléments, contributeurs supposés à la *marchabilité* (*walkability*) des quartiers, tels que la densité d'intersections du réseau routier, la présence et la qualité des trottoirs et des pistes cyclables ou encore la présence d'intersections sécurisées, de passages piétons et de feux de signalisation.

Au niveau familial, certaines relations négatives observées entre le niveau de revenu, la possession de voitures et le transport actif laissent néanmoins penser que l'environnement matériel et physique n'a pas la même influence selon les caractéristiques des individus, notamment selon la position sociale (Pont et al., 2009). Dans cette même optique, il semblerait que les adolescents plus âgés et issus de quartiers plus aisés soient plus sensibles aux conditions environnementales (Giles-Corti et al., 2009). La relation positive observée entre l'âge des individus et le transport actif généralement observée et l'existence d'une possible influence négative de l'attitude des parents vis-à-vis de la sécurité de l'enfant (en général) et de la sécurité routière (en particulier) s'expliquerait par l'hypothèse d'une autonomisation graduelle de la mobilité soumise à un contrôle parental. Dans le contexte français, on notera que les résultats reportés supportent également le point de vue d'une

---

8 Traduction de *Land-use mix*, un indice permettant de quantifier la diversité des différents types d'usages du sol (résidentiel, commercial, industriel, surface naturelle...) dans une unité géographique donnée.

acquisition de l'autonomie de déplacement progressive avec l'âge, mais différenciée selon les contextes sociaux et spatiaux (Depeau, 2008; Massot et Zaffran, 2007; Oppenchain, 2009).

## 1.2 Des limites méthodologiques comme explication à l'absence de résultats tranchés

D'une manière générale, si quelques grandes tendances peuvent se dégager des différentes études, nombre d'associations testées présentent, on l'a vu, des résultats contradictoires, notamment en ce qui concerne les relations avec l'environnement construit. Les explications avancées pour expliquer l'absence de résultats nets se concentrent sur des questions d'ordre méthodologique : le principal problème relèverait des mesures réalisées et des méthodes utilisées.

L'une des raisons invoquées est que la variabilité des résultats serait liée à la variabilité des instruments et méthodes de mesure utilisés, du fait notamment que variables dépendantes (niveau d'activité physique) et indépendantes (caractéristiques environnementales) soient, soit reportées par les enquêtés eux-mêmes (mesure « subjective »), soit quantifiées de manière « objective » (via des Systèmes d'Information Géographique -SIG- ou des instruments de type accéléromètre ou GPS). Il a ainsi été montré que les deux types de mesures pouvaient présenter des écarts importants (Ball et al., 2008; Dewulf et al., 2012; Gebel et al., 2011; Kirtland et al., 2003; McGinn et al., 2007; Vernez Moudon et al., 2006), expliquant ainsi l'inconstance des résultats obtenus (environ deux fois plus d'associations significatives ont été relevées avec des mesures environnementales « objectives » par rapport à des mesures « subjectives », Ding et al., 2011).

Une seconde raison tient au fait que les associations sont dans certains cas testées avec une mesure de l'activité physique globale (qu'elle soit « objective » ou reportée), indépendamment du cadre dans lequel a lieu l'activité. Les résultats relevés peuvent ainsi porter à la fois sur l'activité physique liée au transport actif, à la pratique d'activités sportives en club, à l'activité physique réalisée dans le cadre scolaire ou familial, ou encore l'activité physique non-encadrée (jeux entre amis par exemple). Or, ces activités n'étant pas identiques en fréquence, intensité ou durée, et étant dépendantes des contextes spécifiques dans lesquels elle sont menées, il serait nécessaire d'approfondir les études en évaluant les associations en fonction

de types de comportements et des facteurs environnementaux qui s'y rapportent spécifiquement (Giles-Corti et al., 2005; King et al., 2008).

Une troisième raison avancée est que les mesures environnementales, qu'elles soient physiques (accessibilité spatiale par exemple) ou sociales (caractéristiques de la population) sont essentiellement réalisées au niveau du lieu de résidence des individus. Deux problèmes sont associés à ce point particulier. Le premier est celui de la définition du quartier, qui d'une part ne correspond pas nécessairement aux unités spatiales pour lesquelles les données (de recensement notamment) sont collectées et disponibles, et d'autre part, est susceptible de varier d'un individu à l'autre (Vernez Moudon et al., 2006). Le second problème identifié est celui qui a été qualifié de piège « local » (Cummins, 2007) ou « résidentiel » (Chaix, 2009), dans la mesure où l'environnement des individus ne se limiterait pas à leur quartier de résidence, mais aux différents lieux qu'ils fréquentent dans le cadre de leurs activités quotidiennes. S'inscrivant dans la lignée de travaux portant sur l'accessibilité individuelle (notamment Kwan, 1998), différentes mesures ont ainsi été proposées afin de caractériser et de prendre en compte les multiples contextes environnementaux dans lesquels les individus évoluent, soit à un niveau agrégé (Salze et al., 2011), soit à partir de données individuelles, recueillies par GPS (Hurvitz et Moudon, 2012), au travers d'enquêtes transport et de carnets d'activités (Kestens et al., 2010) ou encore lors d'entretiens individuels, en localisant directement les différents lieux d'activités fréquentés (Villanueva et al., 2012).

Enfin, une dernière limite concerne les méthodes statistiques généralement employées pour mettre en évidence les déterminants environnementaux des comportements. Reposant sur des modèles de régression, l'objectif est d'identifier les effets indépendants de certaines variables, et plus particulièrement, dans le cas de modèles multi-niveaux, d'évaluer les effets du contexte indépendamment d'un possible effet de composition (les individus résident dans un endroit donné du fait de leurs caractéristiques). Outre le fait qu'elle nécessite des échantillons de grande taille et souvent difficiles à collecter pour des raisons logistiques (Auchincloss et Diez Roux, 2008; Zhu et al., 2013), les limites de cette approche sont, comme tout modèle de régression, d'une part qu'elle est essentiellement descriptive et ne permet donc pas d'expliquer les processus qui génèrent les observations relevées, et d'autre part, qu'elle repose sur des hypothèses (par exemple, linéarité et additivité des variables) qui ne permettent pas de tenir compte de la complexité d'un système caractérisé notamment par des interactions

dynamiques entre individus (réseaux sociaux) et environnements hétérogènes et par des mécanismes de rétroaction et d'adaptation (Auchincloss et Diez Roux, 2008).

### 1.3 La modélisation à base d'agents : une piste méthodologique à explorer

La modélisation et la simulation à base d'agents comme outil d'exploration et d'analyse du rôle de l'environnement sur la santé et les comportements en lien avec cette dernière est une piste de recherche qui a été proposée relativement récemment dans ce domaine, et qui permettrait de dépasser une partie des limites présentées précédemment (voir notamment Patlolla et al., 2006; Auchincloss et Diez Roux, 2008; Hammond, 2009; King et al., 2008; Oakes, 2008; Saarloos, Kim et Timmermans, 2009; Albert, 2012; El-Sayed et al., 2012). Les modèles à base d'agents sont présentés comme un outil complémentaire aux modèles utilisés plus traditionnellement en épidémiologie, à savoir les modèles à base d'équations différentielles<sup>9</sup>, les modèles causaux à base d'équations structurelles ou encore les modèles de régressions hiérarchiques qui viennent d'être évoqués. L'un des avantages majeurs par rapport aux modèles statistiques est leur plus grande flexibilité en termes d'hypothèses, permettant ainsi d'inclure aisément des mécanismes non-linéaires, conditionnels ou qualitatifs. Un autre avantage reconnu est qu'ils permettent d'inclure une dimension spatiale explicite, que les modèles statistiques traditionnels, malgré des développements méthodologiques permettant de tenir compte de l'autocorrélation spatiale (sous la forme d'un terme d'erreur, voir par exemple Cliff et Ord, 1972) ou de la non-stationnarité des paramètres du modèle au sein des unités spatiales (Geographically Weighted Regression, Brunson, Fotheringham et Charlton, 1996), peinent à considérer.

Si les trois types de méthodes qui viennent d'être évoquées permettent d'appréhender les phénomènes sous l'angle de la complexité, en incluant notamment différents niveaux de variables, ils présentent des différences fondamentales tant sur leurs objectifs que sur les hypothèses sur lesquels ils reposent (Smith et Conrey, 2007). Les modèles d'équations structurelles sont utilisés pour mettre en évidence des causalités entre variables à partir d'un jeu de données empiriques. De la même manière que pour les modèles hiérarchiques, la validité des causalités identifiées est donc largement déterminée par les données disponibles

---

<sup>9</sup> Appelés aussi systèmes dynamiques.

et utilisées (Auchincloss et Diez Roux, 2008). En tant que modèles de régression, ils requièrent la spécification de causalités unidirectionnelles et de relations linéaires et additives entre variables. Les modèles d'équations différentielles sont quant à eux utilisés principalement pour étudier les propriétés des systèmes, avec l'objectif de produire des preuves mathématiques de ces propriétés. Ils partagent avec les modèles à base d'agents l'idée que le système est constitué d'au moins deux niveaux, micro (individus) et macro (collection ou agrégat d'individus), mais différent quant au niveau auquel ils sont conceptualisés (Parunak, Savit et Riolo, 1998). Les relations y sont définies au niveau macro, sous forme d'équations liant entre elles des variables agrégées. Dans le cas des modèles à base d'agents, les relations sont définies au micro, sous forme de comportements attribués aux individus, en partant du principe que les régularités observées à un niveau macro sont le résultat d'interactions opérant à un niveau micro (approche générative, Epstein, 1999). Ils sont ainsi préconisés pour l'étude et la mise en évidence des processus qui sous-tendent les phénomènes observés, moins dans un but de prédiction (comme c'est le cas pour les deux types de modèles précédents) que d'explication et d'exploration. Ils nécessitent ainsi de définir explicitement les processus et mécanismes mis en œuvre, et demandent de penser le système non pas en termes de variables mais d'entités et de processus, le point de vue adopté pouvant être à la fois focalisé sur le niveau individuel et sur le niveau agrégé, ainsi que sur les relations existantes entre ces deux niveaux.

Les modèles à base d'agents, dans le domaine de la santé, et en particulier en épidémiologie, ont jusqu'à présent été principalement utilisés pour l'étude de dynamiques de maladies infectieuses, telles que la variole (Burke et al., 2006), la grippe aviaire (Amouroux, Desvaux et Drogoul, 2008), le Syndrome Respiratoire Aigu Sévère (SRAS, Huang et al., 2004) ou encore la peste bubonique (Laperrière et al., 2009). En ce qui concerne l'étude des relations entre comportements en lien avec la santé et environnement, le nombre d'applications a été jusqu'à présent relativement limité. Les modèles proposés et publiés à l'heure actuelle concernent ainsi par exemple la consommation de boissons alcoolisées (Gorman et al., 2006), l'usage de drogues (Galea, Hall et Kaplan, 2009), les comportements alimentaires (Auchincloss et al., 2011; Widener, Metcalf et Bar-Yam, 2013) et la pratique de la marche chez les adultes (Yang et al., 2011, 2012) et les enfants (Yang et Diez-Roux, 2013). D'une manière générale, ces différentes études visent essentiellement à prédire l'impact de politiques

d'aménagement et de santé publique, s'inscrivant ainsi plus dans une perspective appliquée et utilitaire que de développement théorique et de compréhension des dynamiques.

S'appuyant en partie sur les résultats présentés au début de ce chapitre, les deux derniers modèles cités ont pour but d'étudier l'influence de l'environnement physique et social sur la pratique de la marche dans un contexte de ségrégation résidentielle pour le premier (Yang et al., 2011, 2012) et de trajet vers le lieu de scolarité pour le deuxième (Yang et Diez-Roux, 2013). Dans les deux cas, l'objectif est de tester l'impact de différents types de conditions environnementales sur l'utilisation de la marche comme mode de transport. Les scénarios testés se distinguent par différentes configurations spatiales de l'environnement construit, notamment en termes de localisation des destinations potentielles et de niveaux de sécurité routière. En termes de rétroactions environnementales, le premier modèle intègre l'effet du réseau social<sup>10</sup> et des proportions de marcheurs rencontrés le long des chemins empruntés. Le second modèle intègre également une rétroaction de type « sociale », au travers de la notion de norme, qui tient compte de la proportion d'individus qui ont adopté la marche au sein de l'école. Une seconde rétroaction modélise l'effet du nombre de marcheurs sur la sécurité routière au niveau local : plus la densité de marcheurs augmente, meilleure est la sécurité. Les interactions entre individus et environnement physique sont ici explicitement prises en compte. Enfin, on notera que le point commun à ces deux modèles est de considérer les décisions (probabilistes pour le premier modèle, basées sur des seuils pour le second) comme résultant de la combinaison des attitudes des individus vis-à-vis de la marche et de l'environnement construit (distance et sécurité), l'environnement social (normes et réseau social) n'intervenant que dans la dynamique des attitudes.

Les résultats des deux modèles sont interprétés de manière statique, soit en termes de nombre moyen de trajets par catégorie sociale (premier modèle), soit en termes de proportions globales de marcheurs (second modèle) obtenues à la fin des simulations, lorsque les modèles sont stabilisés. Les auteurs concluent que les résultats obtenus sont le fait de rétroactions, et que les modèles permettent une meilleure compréhension des processus qui déterminent la pratique de la marche, et pourraient ainsi guider la mise en place de politiques publiques, en évaluant au préalable l'impact qu'elles pourraient avoir. Si ces modèles ont probablement permis de faire connaître cet outil encore peu utilisé dans ce domaine de recherche et

---

<sup>10</sup> Interactions inter-individuelles.

constituent un premier pas important vers la modélisation des systèmes complexes en santé publique, ces conclusions se doivent d'être nuancées sur au moins deux points.

Tout d'abord, les résultats de ces deux modèles peuvent laisser perplexes pour ce qui est de la question de l'émergence, dans le sens où les tendances globales observées (proportions de marcheurs) pourraient ne pas résulter des interactions modélisées, mais uniquement des effets de l'environnement physique. On remarquera ainsi que les résultats des deux modèles présentent une très forte relation entre les caractéristiques physiques de l'environnement (distance et sécurité) et la pratique de la marche. Dans le premier modèle, les résultats indiquent par exemple qu'à caractéristiques physiques et attitudes initiales équivalentes, aucune différence notable entre catégories sociales n'est mise en évidence, laissant planer le doute quant au rôle joué par les interactions. Dans le second modèle, l'un des résultats mis en avant par les auteurs est que la proportion de marcheurs augmente lorsque la distance moyenne aux écoles diminue, alors que la décision de marcher ou non est, entre autres, liée à la distance. Un autre résultat du second modèle est qu'une augmentation de la densité de population conduit à une augmentation de la proportion de marcheurs. L'interprétation fournie est celle d'une rétroaction positive au travers de la sécurité routière (qui croit à mesure que la densité locale de marcheurs augmente), et s'il s'agit là effectivement d'un candidat potentiel à l'explication, la deuxième rétroaction (normes sociales) semble avoir été omise de l'interprétation.

Cela renvoie en second lieu à la question de l'évaluation et de la validité du modèle, un point qui semble crucial puisque des conclusions sur le monde « réel » sont tirées des résultats des simulations, à savoir des impacts possibles de politiques publiques. Par rapport aux remarques précédentes, on notera en effet d'une part que dans la mesure où aucune analyse de sensibilité n'a été menée, il est impossible de dire à ce stade si les résultats observés sont bien le fruit d'interactions comme le laissent entendre les auteurs, ou bien s'ils sont dus au déterminisme environnemental inscrit dans les règles de décision. D'autre part, alors que les hypothèses quant aux influences environnementales sont basées sur des données empiriques, on notera qu'il n'est proposé aucune justification (empirique ou théorique) quant à l'emploi des attitudes comme éléments explicatif des comportements, limitant d'autant plus la portée des conclusions de ces travaux.

## Conclusion du premier chapitre

Cette synthèse de la littérature a permis de montrer que, globalement, les études menées jusqu'à présent afin de mettre en évidence des associations entre environnement et comportements d'activité physique ne permettaient pas de conclure franchement quant à une influence déterminante du cadre de vie (physique ou matériel) sur les comportements. Les arguments avancés pour expliquer l'absence d'associations et les résultats contradictoires relevés sont essentiellement d'ordre méthodologique, remettant en cause la précision des mesures, soit du fait de leur nature « subjective », soit du fait d'indicateurs inadaptés. Finalement, en tant que piste de recherche fraîchement ouverte, la modélisation à base d'agents n'a été jusqu'à présent que peu employée, mais les possibilités offertes sont nombreuses. Grâce à la publication de premiers résultats de modèles, bien qu'ils présentent des limites notamment du fait de l'absence d'analyses permettant d'en cerner le fonctionnement, une première étape importante a été franchie en présentant un nouvel outil dans un domaine de recherche où l'analyse statistique causale est actuellement la norme. C'est cette piste méthodologique, qui reste ouverte et largement inexplorée, que nous souhaitons emprunter.



## Chapitre 2. Une application au cas d'adolescents bas-rhinois : catégories sociales, accessibilité spatiale et pratiques d'activité physique, quelles associations ?

Ce deuxième chapitre est consacré à la présentation des résultats d'analyses empiriques menées en vue d'une vérification empirique de certaines hypothèses sous-tendues par le modèle socio-écologique et de la construction et du calibrage du modèle à base d'agents. Entre autres associations fréquemment testées dans la littérature, il a été choisi de se pencher plus spécifiquement sur la question de la relation entre accessibilité spatiale aux équipements collectifs (lieux de pratique sportive et établissements scolaires) et activité physique. On précisera que ce choix a été fait de manière pragmatique, en considérant les données qui étaient disponibles au début de ce travail, en particulier celles relatives aux individus et aux lieux de pratique sportive.

Le chapitre s'organise en deux points. Dans un premier temps, les données individuelles et contextuelles disponibles ou collectées spécifiquement ainsi que les variables utilisées et la manière dont elles ont été construites sont détaillées. Dans un second temps, les résultats d'analyses sont exposés, en débutant par une description des distributions sociales et spatiales de l'échantillon d'individus, puis des pratiques d'activité physique, et en terminant par une mise en évidence des associations entre accessibilité spatiale et activité physique.

### 2.1 Données disponibles et données utilisées

#### 2.1.1 Étude ICAPS : caractériser les individus

##### 2.1.1.1 Présentation de l'étude

ICAPS (Intervention Ciblant l'Activité Physique et la Sédentarité des collégiens) est une étude d'intervention randomisée et contrôlée<sup>11</sup> qui a été menée dans huit collèges bas-rhinois entre

---

<sup>11</sup> C'est-à-dire avec tirage aléatoire des individus pour limiter les biais de sélection et inclusion d'un groupe « contrôle » qui est suivi mais qui ne prend pas part à l'intervention.

2002 et 2006 (Simon et al., 2004, 2006, 2008) dans une perspective de prévention du surpoids et de l'obésité. L'objectif de l'intervention était d'augmenter et de promouvoir l'activité physique dans une cohorte de collégiens entrés en classe sixième au début de l'étude (moyenne d'âge : 11,7 ans) en se basant sur une approche socio-écologique, c'est-à-dire en intervenant soit directement sur les individus, soit indirectement sur leurs principaux cadres de vie scolaire et extra-scolaire. Les trois cibles principales du programme étaient les attitudes et la motivation des adolescents vis-à-vis de l'activité physique, l'entourage des collégiens (famille, amis, éducateurs) et les conditions institutionnelles et environnementales de la pratique d'activités physiques. Plus concrètement, différents types d'actions ont été conduites dans le cadre de l'intervention, soit de manière durable, au travers de réunions d'information et de séances éducatives ou de la mise en place d'activités sportives encadrées à proximité immédiate du collège, en tenant compte des contraintes temporelles des individus et en excluant les aspects « compétition » des activités proposées, soit de manière plus ponctuelle, comme des journées « tous à vélo à l'école ».

En termes de résultats, l'intervention a été couronnée d'un certain succès vis-à-vis des objectifs fixés. D'une manière générale, il a été constaté une augmentation de la pratique d'activité physique de loisirs encadrée, une diminution de la sédentarité (quantifiée par le temps quotidien passé devant la télévision) et une limitation de la prise de poids et de l'augmentation de la masse grasse chez les individus ayant bénéficié du programme par rapport aux individus « contrôle » (Simon et al., 2008, 2011). Aucune différence n'a en revanche été mise en évidence entre les groupes « action » et « contrôle » en ce qui concerne les pratiques de mobilité, dont l'évolution est globalement caractérisée par une légère hausse de l'utilisation de modes de transports actifs (marche et vélo). Enfin, dans la mesure où une intervention entraîne potentiellement des effets différents selon les groupes constituant les populations (pour une revue sur ce point précis, voir notamment Humphreys et Ogilvie, 2013), un autre résultat important concerne l'impact de l'intervention en fonction des catégories sociales. Les tendances observées dans le groupe « contrôle » indiquent que, au cours de l'étude, le temps de pratique d'activité physique supervisée est resté stable dans les catégories sociales supérieures et a diminué dans les catégories les moins favorisées. Dans le groupe « intervention », quelque soit la catégorie sociale, le temps de pratique a en revanche augmenté, bien qu'il soit resté plus faible dans les catégories inférieures (De Bourdeaudhuij et al., 2011). En 2008, soit un peu plus de deux ans après la fin de l'intervention, une étude

spécifique a été conduite afin d'évaluer les conséquences de l'intervention à plus long terme. Environ trois-quarts des individus qui avaient participé à l'étude ont pu être retrouvés et réinterrogés au travers d'un questionnaire semblable aux précédents. Les résultats préliminaires indiquent que d'une manière générale les différences observées lors de l'étude se sont maintenues, que ce soit pour les temps de pratique ou la prise de poids, confirmant l'intérêt de la prise en compte de multiples niveaux d'intervention (individu, famille, collègue), mais n'autorisant cependant pas l'identification du rôle joué par chacune des composantes (Simon et al., 2011).

#### 2.1.1.2 Présentation des données recueillies

Les huit collèges inclus dans l'étude (voir Figure 2) ont été tirés au sort parmi l'ensemble des collèges du département, en procédant à une stratification préalable sur le secteur géographique (localisation au nord ou au sud du département ou dans la Communauté Urbaine de Strasbourg -CUS) et le niveau socio-économique (localisation ou non dans une Zone d'Éducation Prioritaire -ZEP). A l'intérieur de chacune des quatre strates, le statut d'intervention « action » ou « contrôle » a été assigné au hasard aux deux collèges retenus. La population initiale de l'échantillon était constituée de 954 individus ayant donné leur accord, en 2002, pour participer aux quatre années d'étude. En 2006, après exclusion des individus ayant changé de collège (notamment suite à un déménagement) ou un redoublement, la population de l'échantillon s'élevait à 732 individus. Le suivi des individus a été réalisé par un passage de questionnaires annuels, l'un adressé aux adolescents, l'autre adressé à leurs parents. Les questionnaires ont permis de recueillir des données socio-démographiques (entre autres, profession, niveau d'éducation et de revenu des parents, composition du foyer familial, type de logement et statut d'occupation), psychologiques et socio-psychologiques, biologiques et médicales, et comportementales. Tous domaines confondus, la base de données permet de décrire chaque individu au travers de plus de 700 variables.

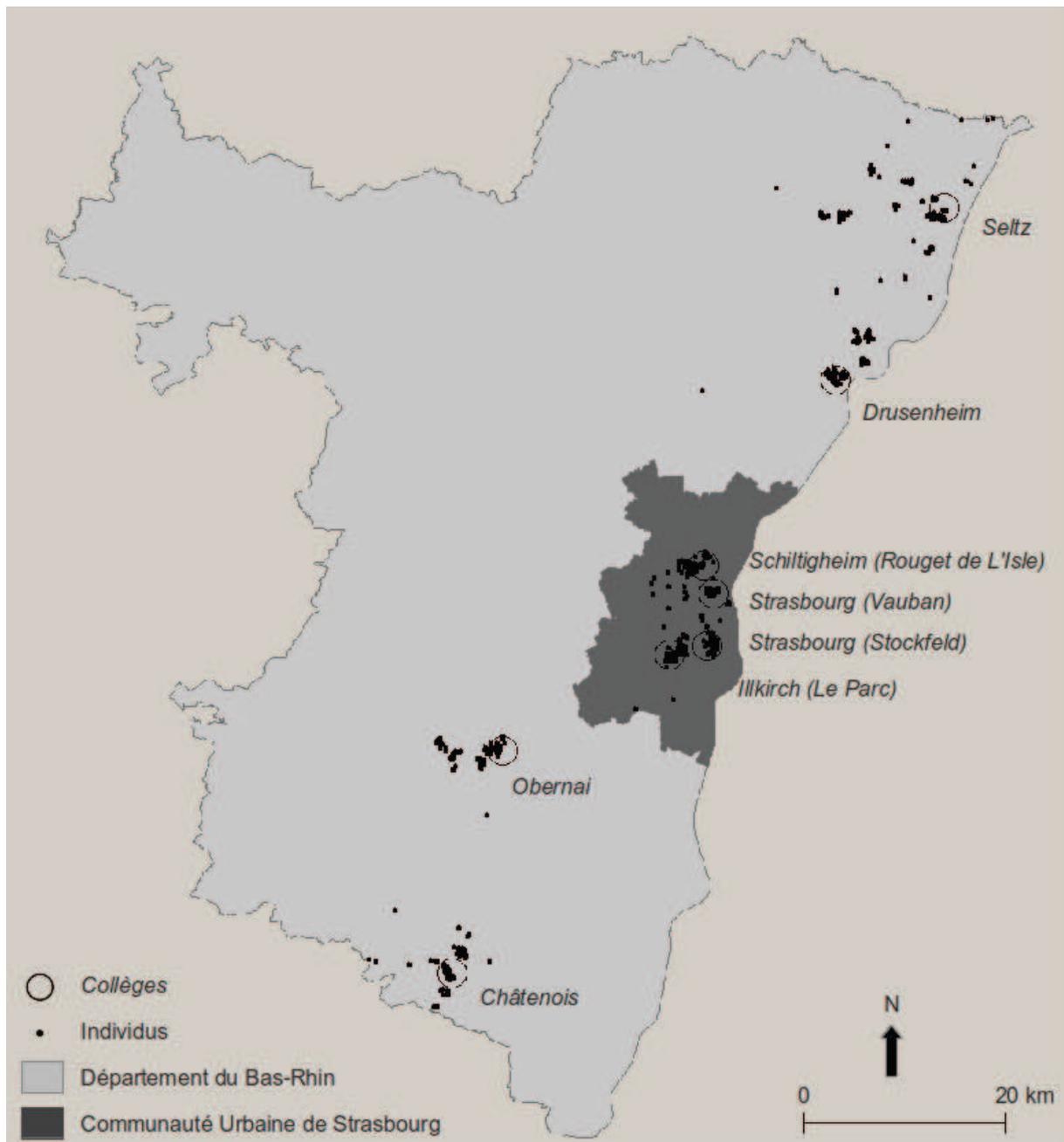


Figure 2: Localisation des collèges et individus inclus dans l'étude ICAPS

Les données comportementales relevées concernent essentiellement l'activité physique, l'alimentation de manière moins détaillée, et l'emploi du temps d'une semaine « classique » (en particulier, les temps de loisirs sportifs et non-sportifs, de sommeil, de devoirs, de tâches domestiques, de lecture ou encore de télévision). Pour ce qui est de l'activité physique, les questions portaient sur différents contextes de pratique : activités sportives au collège (cours

d'EPS<sup>12</sup> et UNSS<sup>13</sup>), en club et association ou en dehors d'un cadre structuré (en famille ou avec des amis). Les individus ont de plus reporté les différents types de pratiques sportives exercées ainsi que leurs fréquences hebdomadaires, et une question portait spécifiquement sur les raisons (contraintes) qui les empêchait de faire plus d'activités physiques (uniquement dans le cas où ils en avaient envie). Pour ce qui est de la mobilité quotidienne, des questions portaient sur le trajet domicile-collège (notamment le temps de trajet selon les différents modes utilisés et le nombre d'allers-retours quotidiens). Pour ce qui est du domaine psychologique et socio-psychologique, les données collectées ont permis de quantifier les intentions, la confiance en soi et le support social (pratiques dans l'entourage de l'individu) en lien avec la pratique d'activités physiques. D'autres questions portaient sur la perception de l'environnement, en particulier sur la présence de certains équipements à proximité de leur domicile (parcs, terrains de jeux, piscines, gymnases ou associations sportives ou pistes cyclables).

#### 2.1.1.3 Procédure de géoréférencement

Dans l'optique de mettre en relation pratiques et cadres de vie, l'une des premières tâches de cette thèse a été de spatialiser les individus. Après avoir « nettoyé » et harmonisé leurs adresses postales<sup>14</sup>, la procédure de géocodage a été réalisée en deux étapes. Dans un premier temps, la localisation des individus a été déterminée automatiquement, à partir de l'outil de géoréférencement inclus dans le logiciel ArcGIS (version 9.3, ESRI, Redlands, CA) et de la base de données « Top Adresse 2006 » (IGN)<sup>15</sup>. Relativement complète et précise dans les zones urbaines, cette dernière a permis de géoréférencer le lieu de résidence de 468 individus (précision dite « à l'adresse »). Dans un second temps, les adresses qui n'ont pu être géolocalisées précisément lors de la première étape (situées en grande majorité en milieu rural) ont été traitées manuellement, par une procédure de géoréférencement manuelle, à l'aide du navigateur *Google Maps*. 475 adresses ont ainsi pu être localisées, parmi lesquelles 14 n'ont pu être repérées plus précisément qu'au niveau de la commune, et 3 au niveau du

---

12 Éducation Physique et Sportive.

13 Union Nationale du Sport Scolaire.

14 Après autorisation de la Commission Nationale Informatique et Libertés.

15 Cette base de données a été obtenue au travers du partenariat CIGAL (Coopération pour l'Information Géographique en Alsace).

quartier<sup>16</sup>. Au total, ce sont donc 943 individus qui ont pu être géolocalisés relativement précisément (la localisation des individus est présentée dans la Figure 2).

Une analyse a été conduite afin de déterminer grossièrement la qualité du géocodage. 50 adresses qui avaient été géoréférencées automatiquement ont été tirées au hasard, et on fait l'objet d'un géocodage manuel. La précision de la procédure de géoréférencement a été estimée à partir de la distance euclidienne entre chaque couple de coordonnées obtenues automatiquement et manuellement. Les statistiques descriptives pour les différences de distances observées sont présentées dans le Tableau 1.

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type		
Différence (en m)	50	1,20	144,7	33,2	36,9		
Centiles							
	5	10	25	50	75	90	95
	3,7	5,4	8,9	16,7	41,9	89,1	138,0

Tableau 1: Estimation de la qualité du géocodage : comparaison entre les procédures automatique et manuelle

Avec une différence médiane de 17 mètres et 90 % de paires de coordonnées situées à moins de 90 mètres l'une de l'autre, on peut dire que les résultats obtenus via les deux méthodes de géocodage sont dans l'ensemble satisfaisants. Le processus de géocodage automatique, lorsqu'il est possible, semble un peu plus précis que la géolocalisation avec le référentiel *Google Maps*. En effet, la base de données utilisée pour le géocodage automatique présente les adresses sous forme de points, et non pas de tronçons de rues (comme c'est le cas pour la procédure manuelle). En restant prudent, on peut donc dire que la précision du géocodage est « à la voie » pour les adresses qui ont été traitées manuellement, et « au numéro » pour celles codées automatiquement, soit environ 50 % des adresses dans chacun des cas. Le pourcentage d'adresses codées « au numéro » est en réalité certainement beaucoup plus élevé mais il n'est pas possible d'en déterminer ici la valeur exacte.

<sup>16</sup> Les adresses ont été assignées au centre administratif dans le cas des communes, et au centre géographique dans le cas des quartiers.

## 2.1.2 Données contextuelles en lien avec l'activité physique : caractériser le cadre de vie résidentiel

### 2.1.2.1 Contexte géographique et socio-économique du lieu de résidence

Deux bases de données étaient disponibles pour caractériser les lieux de résidence des individus. Le Recensement Général de Population de 1999 (RGP 99, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques -INSEE) a permis de caractériser le contexte socio-économique à l'échelle de l'IRIS<sup>17</sup> en milieu urbain, et à l'échelle de la commune pour les espaces peu urbanisés. Le contexte géographique a été caractérisé à partir d'une typologie réalisée en amont de cette thèse, dans le cadre du projet ELIANE<sup>18</sup> (Salze et al., 2009). Cette typologie a été établie sur la base d'un affinage du Zonage en Aires Urbaines (ZAU, INSEE) au travers de données d'occupation du sol, permettant de mieux discriminer les espaces ruraux et urbains, ces derniers représentant, dans le cas du ZAU, la quasi-totalité du département du Bas-Rhin. La typologie a permis de catégoriser les communes du département selon qu'elles soient des pôles urbains principaux, des pôles urbains secondaires (petites villes) ou des communes péri-urbaines, ou des communes rurales.

### 2.1.2.2 Base de données RES : lieux de pratiques sportives

Le Recensement des Équipements Sportifs, Espaces et Sites de Pratique (RES), base de données créée et mise à jour tous les quatre ans par la Direction Régionale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale d'Alsace (DRJSCS), nous fournit une liste exhaustive et spatialisée des équipements sportifs et des sites de loisirs ainsi que des activités qu'il est potentiellement possible de pratiquer. Elle se structure en trois niveaux qui sont l'installation, l'équipement et l'activité (Figure 3). Au niveau le plus fin les différentes activités y sont recensées et à chaque activité correspond un équipement particulier. Différentes activités peuvent être pratiquées avec un même équipement (par exemple : hand-ball, football et basket-ball dans un city-stade). Chaque équipement est finalement rattaché à une installation. Cette dernière peut regrouper plusieurs équipements (par exemple : un complexe sportif). Pour chaque enregistrement, de nombreuses informations relatives à l'équipement sont

---

17 Îlots Regroupés pour l'Information Statistique, comptent environ 2000 habitants.

18 Étude des Liens entre Activité Physique, Nutrition et Environnement, Projet ANR-07-PNRA-004, coordonné par J.-M. Oppert.

précisées telles que le type de gestionnaire (association, collectivité locale), la date de mise en service, la présence d'infrastructures particulières (vestiaires, douches, éclairage), le fait qu'une activité donnée soit effectivement pratiquée ou praticable<sup>19</sup>, que l'équipement en question soit ou non un équipement dit « de proximité »<sup>20</sup>, ou encore le type de public qui fréquente l'équipement (scolaires, particuliers, club).

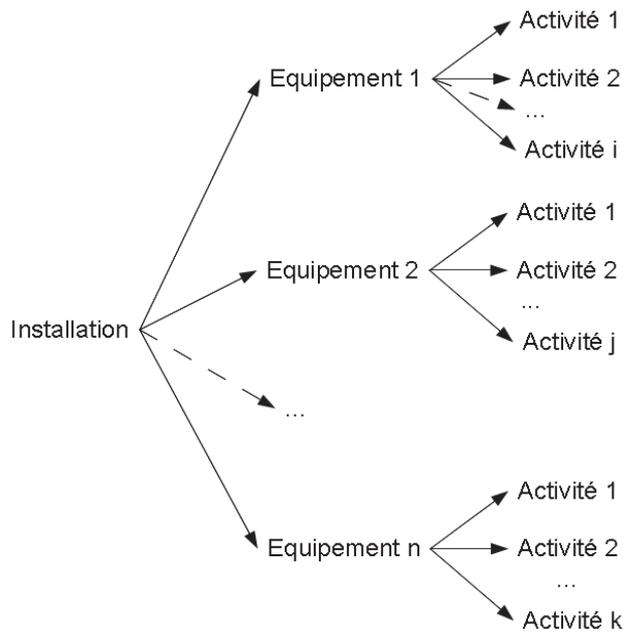


Figure 3: Structure de la base de données RES : installations, équipements et activités

La base de données réceptionnée comptait 16 989 enregistrements, un enregistrement correspondant à une activité dans un équipement donné. La zone géographique couverte comprend l'Alsace (départements n° 67 et 68) plus les enregistrements situés à proximité du territoire alsacien, dans les départements limitrophes (n° 54, 57, 88, 25, 70, 90). Compte tenu de la localisation des individus inclus dans l'étude ICAPS (voir Figure 2) et de la date à

19 Activité(s) physique(s) et/ou sportive(s) praticable(s) : celles dont l'aménagement de l'équipement permet la pratique. Activité(s) physique(s) et/ou sportive(s) pratiquée(s) : activité(s) physique(s) et/ou sportive(s) qui sont effectivement pratiquées, de façon régulière, sur l'équipement (définitions issues du manuel méthodologique).

20 Sont considérés comme équipements de proximité les équipements étant ouverts et accessibles à tous (non-clos), de manière permanente (24h/24) et gratuitement, et qui permettent la pratique d'activités physiques (encadrées ou non).

laquelle à eu lieu cette dernière, seuls les équipements mis en service avant 2006 et situés dans le département du Bas-Rhin ou dans le Haut-Rhin, à une distance maximale de 10 kilomètres des individus<sup>21</sup> (à vol d'oiseau), ont été conservés (6607 enregistrements).

Les coordonnées GPS des équipements, ont été validées au niveau communal, en croisant la commune déclarée dans le RES et celle où se trouve effectivement l'équipement (jointure spatiale réalisée à partir des limites communales de la base BD CARTO -IGN). Pour le Bas-Rhin, des discordances ont été relevées pour 222 enregistrements et chacune d'entre elles a fait l'objet d'une vérification manuelle. Deux cas de figure ont été distingués : des équipements situés sur ou à proximité des limites communales (n = 142) et des équipements éloignés de la commune déclarée (n = 76). Pour le premier cas de figure, il a été considéré que la localisation était correcte compte tenu des imprécisions des limites administratives et des coordonnées GPS. Pour le deuxième cas de figure, les coordonnées GPS ont été corrigées manuellement, en utilisant d'autres sources de données (*Google Maps & Street View*, sites Internet d'associations, de communes, etc...). Finalement un dernier tri a été réalisé, et certains types d'activités (bridge, échecs, sport scolaire, et non-enseignés) ainsi que les activités non-pratiquées ont été éliminés. Le fichier final comprend 6173 enregistrements.

### 2.1.2.3 Données relatives au transport

Les données relatives au transport qui étaient disponibles consistent en une base de données du réseau routier (issu de la BD TOPO 2002, IGN) qui présente un niveau de détail très fin (incluant par exemple les chemins piétons et certaines pistes cyclables), et des données se rapportant spécifiquement aux arrêts de transports en commun. Ces dernières sont issues de deux sources. Elles proviennent pour une part de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS), sous forme d'un fichier de données ponctuelles géoréférencées représentant les arrêts de bus ou de tramway dans l'ensemble de la CUS, et pour une autre part du Conseil Général du Bas-Rhin, sous la forme de « fiches horaires »<sup>22</sup>. Ces fiches ont fait l'objet d'un traitement manuel qui a consisté à localiser puis à géoréférencer individuellement chaque arrêt de bus à partir de son nom et de la fonction *Street View* proposée par le navigateur *Google Maps*. Ce traitement relativement fastidieux s'est limité aux communes dans lesquelles résidaient les individus ayant participé à l'étude ICAPS.

21 Il était alors envisagé de ne faire porter les analyses que sur un environnement local.

22 Disponibles sur internet : <http://www.bas-rhin.fr/transports/reseau-67>.

## 2.1.3 Construction et description des variables utilisées

### 2.1.3.1 Type d'environnement de résidence

Le type d'environnement de résidence des individus a été établi, au niveau géographique le plus fin possible (IRIS en milieu urbain, commune en milieu rural), en croisant la typologie de l'espace dont il a été question précédemment avec le niveau de revenu par unité de consommation<sup>23</sup> (RGP 99). Il a ainsi été possible de considérer simultanément le contexte géographique et socio-économique des individus. Au vu de la faible variabilité des revenus dans les pôles urbains secondaires (intervalle inter-quartile, IIQ = 452) et les communes rurales (IIQ = 963) par rapport aux IRIS urbains (IIQ = 8473) où résidaient les individus de l'étude ICAPS, il a été décidé de distinguer au sein des pôles urbains, deux types d'environnements selon que le niveau de revenus soit supérieur ou inférieur à la valeur médiane (14 893,5). Au final, ce sont donc quatre types d'environnements de résidence, caractérisés sur une double dimension géographique et économique, qui ont été retenus (pôles urbains avec revenus élevés ou faibles, petites villes et communes rurales).

### 2.1.3.2 Position sociale

L'indicateur de position sociale utilisé dans les analyses (variable *cspsup*) représente la catégorie socio-professionnelle (CSP) la plus élevée des deux parents de l'individu et se présente sous la forme d'une variable catégorielle en trois modalités ordonnées (inférieure, intermédiaire, supérieure). Cet indicateur a été retenu car il présente l'avantage d'être renseigné pour la quasi-totalité (environ 99 %) des individus ayant participé à l'enquête. En effet, les deux autres indices « classiques » de niveau socio-économique (niveau de revenu et d'éducation) recueillis grâce au questionnaire adressé aux parents présentent des taux de non-réponse relativement élevés (de l'ordre de 40 %). Ce point particulier (non-réponses au questionnaire) a fait l'objet d'une analyse qui est présentée dans la troisième partie de ce travail.

La variable *cspsup* a été construite à partir de la profession des parents, qui peut provenir de trois sources distinctes, à savoir, la profession déclarée par les parents, lorsque ces derniers

---

23 Nous reconnaissons que ce choix est discutable et que l'utilisation d'autres indicateurs (niveau d'éducation par exemple) aurait été possible. Il a cependant été estimé que le niveau de revenu permettait de mettre en évidence relativement aisément des contrastes socio-économiques.

ont répondu au questionnaire, la profession déclarée par les parents au collège, qui a été transmise par l'établissement, et utilisée lorsque le questionnaire des parents n'a pas été complété, et la profession déclarée par les enfants, lorsque l'information n'a pu être récupérée au travers des deux sources précédentes. La construction de la variable *cspsup* s'est faite en trois étapes. Les professions du père et de la mère ont dans un premier temps été distribuées dans certaines des catégories de la classification PCS 2003 (Professions et Catégories Socioprofessionnelles) fournie par l'INSEE. Dans un second temps, les catégories de PCS ont été regroupées en trois classes (celles de la variable *cspsup*). C'est finalement la CSP la plus élevée des deux parents qui a été retenue pour la construction de la variable. Les catégories de PCS et le regroupement utilisé sont présentés dans le Tableau 2.

Codes PCS 2003 INSEE (Niveaux 2 et 3)	Intitulés	Classe <i>cspsup</i> (ICAPS)
50 → 57	Employés	
66 → 69	Ouvriers non-qualifiés et ouvriers agricoles	1
81 → 82	Chômeurs n'ayant jamais travaillé et inactifs divers (autres que retraités)	
41 → 48	Professions intermédiaires, techniciens, contremaîtres	
62 → 65	Ouvriers qualifiés	2
10 → 13	Agriculteurs	
21 → 23	Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	
31 → 38	Professions libérales, cadres, professions intellectuelles et artistiques	3

Tableau 2: Regroupement des catégories de PCS pour la construction de l'indicateur de position sociale

### 2.1.3.3 Pratiques d'activités sportives et de mobilité

Les variables relatives à la pratique d'activités sportives qui ont été utilisées dans les analyses présentées par la suite sont issues directement des données ICAPS. Il s'agit de deux variables binaires, représentant la pratique ou la non-pratique d'activités sportives soit en club ou en association, soit en dehors d'un cadre structuré.

Pour ce qui est des pratiques de mobilité, une variable a été construite spécifiquement afin de représenter le mode de transport principal utilisé pour se rendre au collège. Compte-tenu de la déclaration possible de multiples modes de transport, il a été nécessaire d'appliquer certaines règles de décision afin de déterminer le mode principal utilisé. En premier lieu, lorsque l'utilisation de la voiture a été déclarée, le mode qui a été retenu est la voiture, quels que soient le ou les autres modes déclarés. Ensuite, le vélo et la marche ont été les modes de transport retenus si et seulement si ils étaient les seuls modes déclarés. Finalement, les transports en commun est le mode qui a été retenu dans tous les autres cas (transport en commun déclaré seul ou avec la marche ou le vélo).

### 2.1.3.4 Perception de l'accessibilité spatiale

Les individus ont été interrogés sur la présence de divers équipements (« parc », « terrain où tu peux jouer », « terrain de jeu aménagé (table de ping-pong, portiques avec accessoires) », « piscine » et « salle de sport, gymnase ou association sportive ») à proximité de leur domicile. La proximité était définie dans les questions par « près de chez toi, à une distance telle que tu peux y aller à pied ». Pour les équipements « parc », « terrain de jeu » et « terrain de jeu aménagé », trois réponses étaient possibles : « oui, accès gratuit », « oui, accès payant » et « non ». Pour les deux autres variables, les seules réponses possibles étaient « oui » ou « non ». Compte tenu des très faibles effectifs obtenus pour la réponse « oui, accès payant », ceux-ci ont été inclus dans une réponse « oui » où la distinction entre accès « gratuit » et « payant » n'est plus faite.

Ces cinq variables binaires (accessible ou non-accessible) ont été dans un premier temps additionnées afin de construire un indicateur représentant un niveau global de perception de l'accessibilité spatiale aux cinq types d'équipements. La variable résultante se présente sous forme d'un score allant de 0 (aucun équipement accessible) à 5 (tous les équipements de la liste accessibles). Dans un second temps, les scores ont été regroupés deux à deux dans une

nouvelle variable afin d'obtenir une variable en trois catégories représentant des niveaux de perception faibles, intermédiaires ou élevés.

#### 2.1.3.5 Distance au collège et temps de trajet

La distance entre chaque lieu de résidence et le collège fréquenté par l'individu a été estimée pour chaque individu, à partir du réseau routier et par le plus court chemin, en utilisant l'extension *Network Analyst* du logiciel ArcGIS. Les temps de trajet ont été calculés à partir de ces distances et du mode de transport principal utilisé. Les vitesses associées à chaque mode ont été fixées à 4,5 et 12 km/h respectivement pour la marche et le vélo (valeurs admises), et pour la voiture et les transports en commun, respectivement à 20 et 16 km/h en milieu rural, et 14 et 9 km/h en milieu urbain. Devant l'absence de données spécifiques au département du Bas-Rhin, ces vitesses ont été définies sur la base de Enquête Globale Transports 2001-2002, (DREIF, 2004), en considérant que les caractéristiques de la Petite et de la Grande Couronne d'Île-de-France étaient, du point de vue des caractéristiques d'urbanisation, ce qu'il y avait de plus proche des zones urbaines et rurales bas-rhinoises.

#### 2.1.3.6 Accessibilité spatiale aux lieux de pratiques sportives

L'accessibilité spatiale aux lieux de pratiques sportives (le niveau de détail utilisé est l'activité) pour chaque lieu de résidence a été estimée à partir d'un potentiel d'interaction spatial (pour les détails de la fonction, voir Salze et al., 2011, p. 6). Comparativement à des mesures basées sur des densités ou des décomptes par unité spatiale, ce type d'indicateur présente notamment l'avantage de tenir compte à la fois du nombre de lieux de pratiques et de leur distance ainsi que de s'affranchir de tout découpage géographique. Le calcul de l'indicateur a été automatisé à l'aide de l'outil *Model Builder* fourni avec le logiciel ArcGIS. La procédure a consisté dans un premier temps à estimer les distances entre les lieux de résidence et les lieux d'activités via le réseau routier (plus court chemin) en fixant un seuil de distance au-delà duquel les activités n'étaient plus prises en compte. Dans un second temps, la valeur du potentiel a été estimée pour chaque couple de points « lieu de résidence-lieu d'activité », en calibrant la fonction de potentiel de telle sorte qu'elle tende vers zéro (0,01) lorsque la distance atteint le seuil fixé. Ne disposant pas des moyens pour un calibrage empirique<sup>24</sup>, la valeur de l'exposant de la distance a été arbitrairement fixé à 2, sachant par

---

24 La localisation des lieux fréquentés par les individus n'était pas connue.

ailleurs, que, comme dans le cas de l'estimation de densités par la méthode des noyaux (*Kernel Density Estimation*), ce n'est pas tant ce paramètre qui importe sur le résultat que la taille du rayon (ou pseudo-rayon) (Silverman, 1986). Enfin, dans un dernier temps, les valeurs de potentiels ont été additionnées de manière à fournir une estimation de l'accessibilité spatiale potentielle globale. Bien que cette dernière ait été estimée pour différentes portées d'interactions (entre 500 mètres et 5 kilomètres), les analyses présentées par la suite ont été réalisées à partir d'une portée (seuil) de deux kilomètres, qui correspond, chez les adolescents, au « rayon des territoires fréquentés pour réaliser leurs activités extra-scolaires » autour du domicile (Massot et Zaffran, 2007, p. 236).

## 2.2 Analyses et résultats

### 2.2.1 Description socio-démographique et distribution spatiale de l'échantillon

Afin de pouvoir conserver une population de taille constante pour l'ensemble des analyses<sup>25</sup>, les individus pour lesquels l'ensemble des données n'étaient pas complètes ont été éliminés (plus d'une centaine d'individus). Par ailleurs, le croisement des données relatives à certains modes de transport (marche et vélo comme uniques modes utilisés), les temps de trajet déclarés et les distances au collège ont permis d'identifier de probables erreurs de géocodage<sup>26</sup>, et 25 individus ont été retirés de l'échantillon initial. La population finale sur laquelle ont été menées les analyses se compose ainsi de 803 individus. Les données individuelles analysées sont celles qui ont été collectées au début de l'étude ICAPS, à l'automne 2002.

---

25 Les traitements statistiques présentés dans ce travail ont été conduits avec l'interface graphique *R Commander* (version 1.8-1, Fox, 2005) développée pour l'environnement *R* (version 2.14.1, R. Development Core Team, 2005).

26 Deux cas d'erreurs possibles ont été distingués : lorsque le temps de trajet à pied calculé était supérieur à 60 minutes (7 individus), et lorsque les temps de trajet déclarés étaient vraiment trop aberrants compte tenu de la distance au collège (des limites supérieures et inférieures de temps de trajets ont été définies à partir de limites basses et hautes de vitesses de marche (3 et 5 km/h), du nombre d'aller-retour et du fait que les temps déclarés considèrent un ou l'ensemble des trajets quotidiens et de l'imprécision possible du géocodage (fixée à 100 mètres) (18 individus). On reconnaîtra ici que l'hypothèse adoptée est celle d'une « supériorité » de la mesure « objective » par rapport à la mesure « subjective ». Le nombre d'individus éliminés était cependant limité.

Les distributions des individus selon le sexe, la CSP et le type d'environnement de résidence sont présentées dans le Tableau 3. On notera tout d'abord que les filles sont légèrement sur-représentées par rapport aux garçons (52 % contre 48 %), que la catégorie de CSP intermédiaire regroupe les deux-tiers des effectifs d'individus et que la distribution des effectifs selon le type d'environnement est relativement équilibrée. Concernant la CSP, il n'a pas été possible, pour des raisons de temps, de proposer d'autres regroupements de PCS. Il a été décidé de conserver les trois catégories telles que disponibles dans les données. Des tests du Khi-Deux ont permis de vérifier que la distribution des individus selon le sexe était relativement équilibrée entre les différents types d'environnements de résidence ( $\chi^2 = 6,14$  ; ddl = 3 ; p = 0,10) et que les différences de distributions entre catégories sociales étaient significatives ( $\chi^2 = 54,74$  ; ddl = 6 ; p < 0,001).

		Type d'environnement				Total
		Rural	Petites Villes	Urbain, revenus +	Urbain, revenus -	
Sexe	Filles	104 (58,1)	107 (54,9)	109 (49,8)	98 (46,7)	418 (52,0)
	Garçons	75 (41,9)	88 (45,1)	110 (50,2)	112 (53,3)	385 (48,0)
	Total	179 (100)	195 (100)	219 (100)	210 (100)	803 (100)
CSP	1	19 (10,6)	18 (9,2)	31 (14,2)	56 (26,7)	124 (15,4)
	2	128 (71,5)	131 (67,2)	130 (59,4)	141 (67,1)	530 (66,0)
	3	32 (17,9)	46 (23,6)	58 (26,4)	13 (6,2)	149 (18,6)
	Total	179 (100)	195 (100)	219 (100)	210 (100)	803 (100)

Tableau 3: Effectifs (pourcentages) d'individus selon le sexe, la catégorie sociale et le type d'environnement de résidence

## 2.2.2 Disparités sociales et socio-spatiales des pratiques : analyses descriptives

### 2.2.2.1 Relations entre pratiques et caractéristiques socio-démographiques

Le tableau suivant (Tableau 4) présente, pour les six types de pratiques analysées, les pourcentages d'individus selon le sexe et la catégorie sociale. Des tests du Khi-Deux ont été réalisés afin de vérifier si les différences d'effectifs entre filles et garçons et entre catégories sociales étaient statistiquement significatives. Pour la pratique sportive, les résultats indiquent que les garçons sont sur-représentés par rapport aux filles pour la pratique en club ( $\chi^2 = 17,37$  ; ddl = 1 ;  $p < 0,001$ ) et hors-club ( $\chi^2 = 5,62$  ; ddl = 1 ;  $p = 0,02$ ), et que la catégorie sociale est associée positivement à la pratique en club ( $\chi^2 = 15,62$  ; ddl = 2 ;  $p < 0,001$ ) mais pas hors-club ( $\chi^2 = 1,33$ , ddl = 2,  $p = 0,51$ ). Pour les pratiques de mobilité, les résultats indiquent que le sexe n'est pas associé au mode de transport ( $\chi^2 = 4,91$  ; ddl = 3 ;  $p = 0,18$ ) bien que l'utilisation du vélo soit nettement plus forte chez les garçons, et que l'association avec la catégorie sociale est à la limite de la significativité statistique ( $\chi^2 = 10,93$  ; ddl = 3 ;  $p = 0,09$ ). On notera ainsi en particulier que la catégorie sociale inférieure semble être sur-représentée, par rapport aux autres catégories, pour la pratique exclusive de la marche, que la classe supérieure est sur-représentée en ce qui concerne l'usage du vélo et de la voiture, et sous-représentée pour ce qui est de l'utilisation des transports en commun.

		Pratiques sportives		Pratiques de mobilité (trajet domicile-collège)			
		En club	Hors club	Marche	Vélo	TC	Voiture
Sexe	Filles	53,1	87,1	28,0	9,6	36,1	26,3
	Garçons	67,5	92,2	25,7	14,0	32,2	28,1
CSP	1	50,8	87,1	34,7	7,3	34,7	23,4
	2	58,5	90,4	25,7	11,7	35,8	26,8
	3	73,2	88,6	24,8	15,4	28,2	31,5

Tableau 4: Pratique d'activités sportives et modes de transports utilisés : pourcentages d'individus selon le sexe et la catégorie sociale

### 2.2.2.2 Relation entre pratiques et contexte socio-spatial

Le Tableau 5 présente, pour les six types de pratiques, les pourcentages d'individus selon le type d'environnement de résidence. Les résultats des tests du Khi-Deux indiquent que les différences de distribution des pratiques sont statistiquement significatives dans les cas de la pratique sportive en club ( $\chi^2 = 16,37$  ; ddl = 3 ;  $p < 0,001$ ) et du mode de transport utilisé ( $\chi^2 = 313,09$  ; ddl = 9 ;  $p < 0,001$ ), mais pas dans le cas de la pratique sportive hors club ( $\chi^2 = 5,33$  ; ddl = 3 ;  $p = 0,15$ ). Il semble cependant y avoir, dans ce dernier cas, une légère association inverse entre pratique et degré d'urbanisation. Concernant la pratique sportive en club, on constate que le pourcentage de pratiquants est nettement plus faible pour l'environnement résidentiel de type « Urbain, revenus - » (48 %) que pour les autres types d'environnements (supérieur à 60 %). Enfin, pour ce qui est de l'utilisation des différents modes de transports, on notera que les transports actifs (marche et vélo) sont quasiment inutilisés dans le cas du contexte rural, que la marche est nettement sur-représentée dans les deux types d'environnements urbains, et que le vélo et la voiture sont relativement plus utilisés dans les petites villes et l'environnement de type « Urbain, revenus + ».

Type environnement de résidence	Pratiques sportives		Pratiques de mobilité (trajet domicile-collège)			
	En club	Hors club	Marche	Vélo	TC	Voiture
Rural	63,1	93,3	0,0	3,4	76,0	20,7
Petites villes	66,7	90,8	17,9	27,7	15,4	39,0
Urbain, revenus +	62,6	88,1	31,5	10,0	27,4	31,1
Urbain, revenus -	48,6	86,7	53,3	5,7	23,3	17,6

Tableau 5: Distribution des pratiques sportives et modes de transports utilisés selon le contexte socio-spatial (pourcentages d'individus)

## 2.2.3 Relation entre accessibilité spatiale et activité physique

### 2.2.3.1 Distance au collège et pratiques de mobilité

Il a été initialement envisagé de tester la relation entre distance au collège et mode de transport utilisé au travers d'une analyse de régression logistique multinomiale. Les résultats précédents ayant montré que l'utilisation des modes de transport était associée à la fois à la CSP et au type d'environnement de résidence, ces deux dernières variables auraient dû être introduites sous forme de variables d'ajustement dans le modèle de régression, afin de pouvoir tester l'effet de la distance au collège de manière indépendante. Il a cependant été montré précédemment que la CSP n'était pas indépendante du type d'environnement de résidence, impliquant un possible problème de multicollinéarité pour une analyse de régression. Par ailleurs, il a été supposé que le type d'environnement et la CSP étaient tous deux également associés à la distance au collège<sup>27</sup>. Afin de tester ces hypothèses, différentes analyses univariées ont été conduites, en considérant séparément les individus situés dans CUS et hors de la CUS, en y faisant référence, par commodité, sous les termes de contexte ou d'environnement « urbain » ou « rural ».

Les graphiques qui suivent présentent, pour les deux contextes, la distribution des distances (Figure 4) et des temps de trajet (Figure 5) au collège.

---

27 Le sexe n'étant pas associé à l'utilisation des modes de transport, les associations avec cette variable n'ont pas été testées.

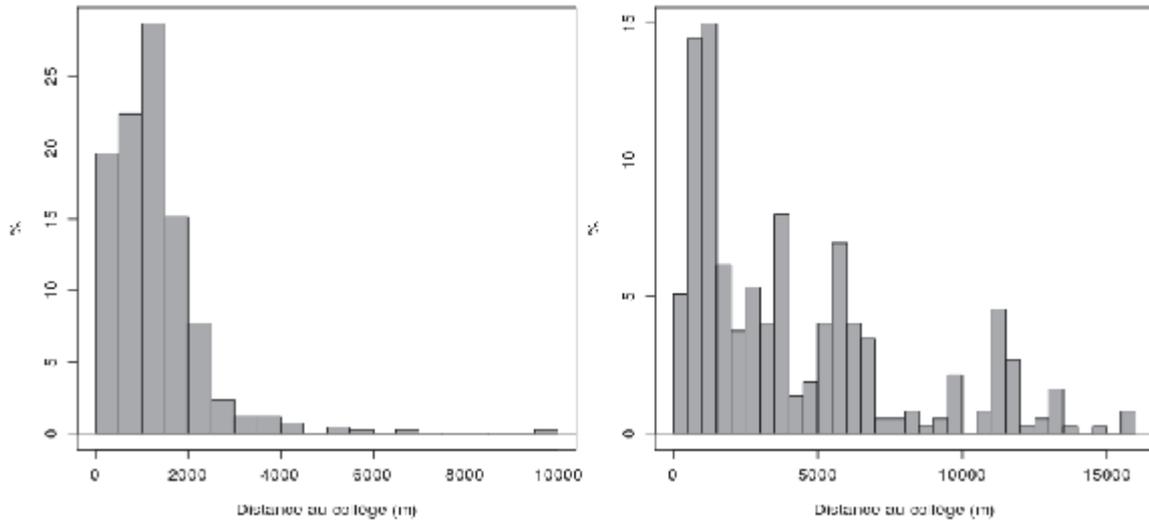


Figure 4: Trajets domicile-collège : distribution des distances au collège en contexte urbain (gauche) et rural (droite) (intervalles de 500 mètres)

Dans le cas de l'environnement urbain, on constate que la quasi-totalité (99 %) des individus réside à moins de cinq kilomètres du collège, et que la distribution est relativement régulière, la forme rappelant une distribution selon une loi de Poisson. Dans le cas du contexte rural, la distribution des individus est beaucoup plus dispersée et irrégulière, et la distance maximale se situe autour de quinze kilomètres. La distribution des distances permet de faire apparaître assez nettement la structure urbaine de la zone d'étude, à savoir une localisation relativement régulière des villages dans l'espace autour d'un petit pôle urbain, qui n'est pas sans rappeler les travaux de W. Christaller sur la théorie des places centrales (Christaller, 1966).

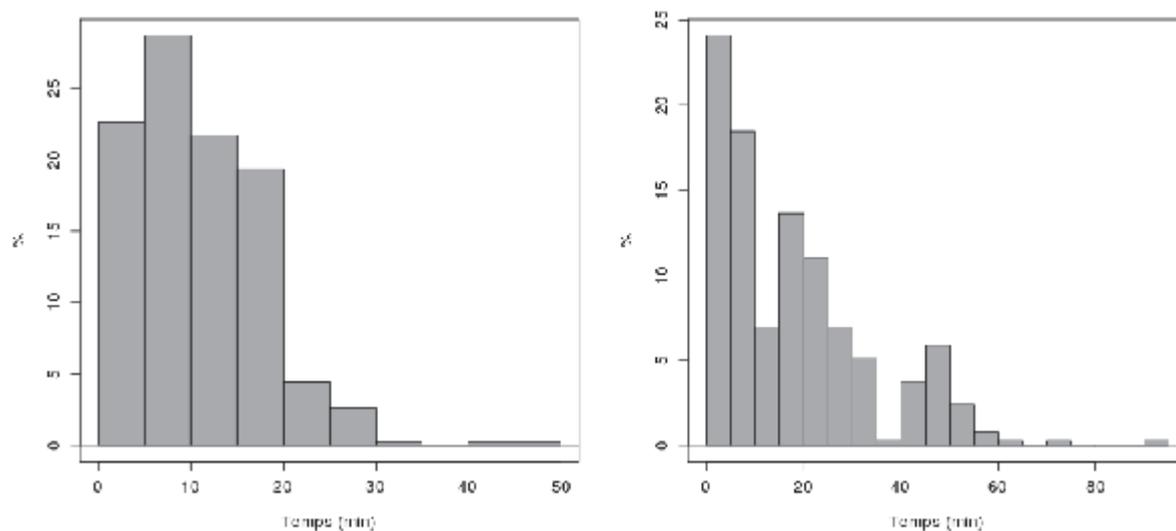


Figure 5: Trajets domicile-collège : distribution des temps de trajet dans un contexte urbain (gauche) et rural (droite) (intervalles de 5 minutes)

Pour ce qui est des temps de trajet, on peut remarquer, dans le cas du contexte urbain, un seuil de temps (20 minutes) au-delà duquel la fréquence des trajets diminue fortement. Dans le cas du contexte rural, la distribution se présente sous une forme trimodale, avec des « pics » de temps de trajet d'intensité décroissante autour de 5, 20 et 45 minutes. On constate par ailleurs que ces distributions suivent globalement celles des distances au collège (Figure 4, droite).

Compte tenu de la forte asymétrie des distributions des distances et temps de trajet et de la présence de valeurs extrêmes, il a été décidé de tester nos hypothèses à partir de tests statistiques non-paramétriques. Dans un premier temps, des tests de Wilcoxon<sup>28</sup> ont été réalisés afin de vérifier si, à un niveau d'analyse plus fin, les distances étaient différentes entre les types d'environnements au sein de chaque strate. Les résultats indiquent que les distributions des distances sont significativement différentes selon le type d'environnement de résidence, que ce soit au sein de la CUS, ou hors de la CUS (Tableau 6). On notera que si dans ce dernier cas le résultat était attendu (les collèges étant situés dans des petites villes plutôt que dans des villages), aucune hypothèse particulière n'avait été formulée quant à une possible plus grande proximité des collèges vis-à-vis des quartiers à faibles revenus. Des analyses similaires ont été menées pour les temps de trajet, et les résultats indiquent que les

28 Équivalent non-paramétrique du test t de Student, basé sur les rangs.

différences entre types d'environnements de résidence sont statistiquement significatives hors de la CUS (médiane type rural : 24 min ; médiane type petites villes : 5 min ;  $W = 31\,933$  ;  $p < 0,001$ ) mais pas à l'intérieur de cette dernière (médiane : 10 min ;  $W = 23\,039$  ;  $p = 0,97$ ).

	Type d'environnement de résidence			
	Rural	Petites Villes	Urbain, revenus +	Urbain, revenus -
N	179	195	219	210
Q1	3 837	788	779	472
Médiane	5 837	1 158	1 234	1 109
Q3	9 532	1 960	1 821	1 390
Min	1479	290	73	44
Max	15 671	15 964	5 895	9 925
W	32 520		26 823	
p	< 0,001		0,003	

Tableau 6: Distances au collège (mètres) en fonction des types d'environnements de résidence

Dans un second temps, des tests de Kruskal-Wallis<sup>29</sup> ont été réalisés afin de vérifier si l'on observait des distances et temps de trajets distincts selon les catégories sociales. Le Tableau 7 présente les statistiques descriptives relatives aux distributions des distances en fonction de la CSP et du contexte résidentiel (urbain ou rural). Les résultats indiquent d'une part que l'on n'observe pas de différences statistiquement significatives entre groupes sociaux dans le cas du contexte rural, et d'autre part, qu'il y aurait une association négative entre distance au collège et catégorie sociale en milieu urbain (la distance médiane augmente à mesure que la CSP diminue). Ce résultat est assez inattendu dans la mesure où l'on a montré précédemment que les distances étaient significativement plus importantes pour le type d'environnement « Urbain, revenus + » qui compte au moins quatre fois plus d'individus de CSP supérieure que

29 Équivalent non-paramétrique de l'analyse de variance.

les quartiers de type « Urbain, revenus - ». Concernant les temps de trajet, les mêmes tendances sont observées avec des temps médians de 14, 16, et 14 minutes respectivement pour les CSP 1, 2 et 3 en milieu rural ( $K = 2,65$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,27$ ), et de 13, 9 et 7 minutes en milieu urbain ( $12,94$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,002$ ).

CSP	Rural			Urbain		
	1	2	3	1	2	3
N	37	259	78	87	271	71
Q1	1 029	1 234	1 034	885	627	522
Médiane	2 849	3 256	2 059	1 258	1 130	932
Q3	5 783	6 041	5 761	1 834	1 677	1 485
Min	415	290	408	286	47	44
Max	15 671	15 964	13 166	9 925	5 435	5 895
K		1,90			6,89	
ddl		2			2	
p		0,387			0,032	

Tableau 7: Distances au collège (mètres) en fonction des catégories sociales

L'ensemble de ces analyses a permis de montrer que les variables « distance au collège », « catégorie sociale » et « type d'environnement de résidence » ne sont pas indépendantes l'une de l'autre, confirmant notre hypothèse de multicolinéarité et rendant ainsi de potentielles analyses de régressions hasardeuses. Pour des raisons de taille d'effectifs (du fait de la distribution socio-spatiale des individus et que l'on considère quatre modes de transport), il n'a pas été non plus possible de stratifier les analyses sur le type d'environnement de résidence, qui aurait pu être un moyen de tenir compte (au moins partiellement) de la non-indépendance des variables. Il a finalement été décidé de ne présenter ici que la relation univariée entre

distance au collège et mode de transport utilisé, en conservant néanmoins la stratification selon le contexte « urbain » ou « rural » qui a été définie précédemment.

La Figure 6 présente la distribution des distances au collège et des temps de trajet en fonction des modes de transport utilisés.

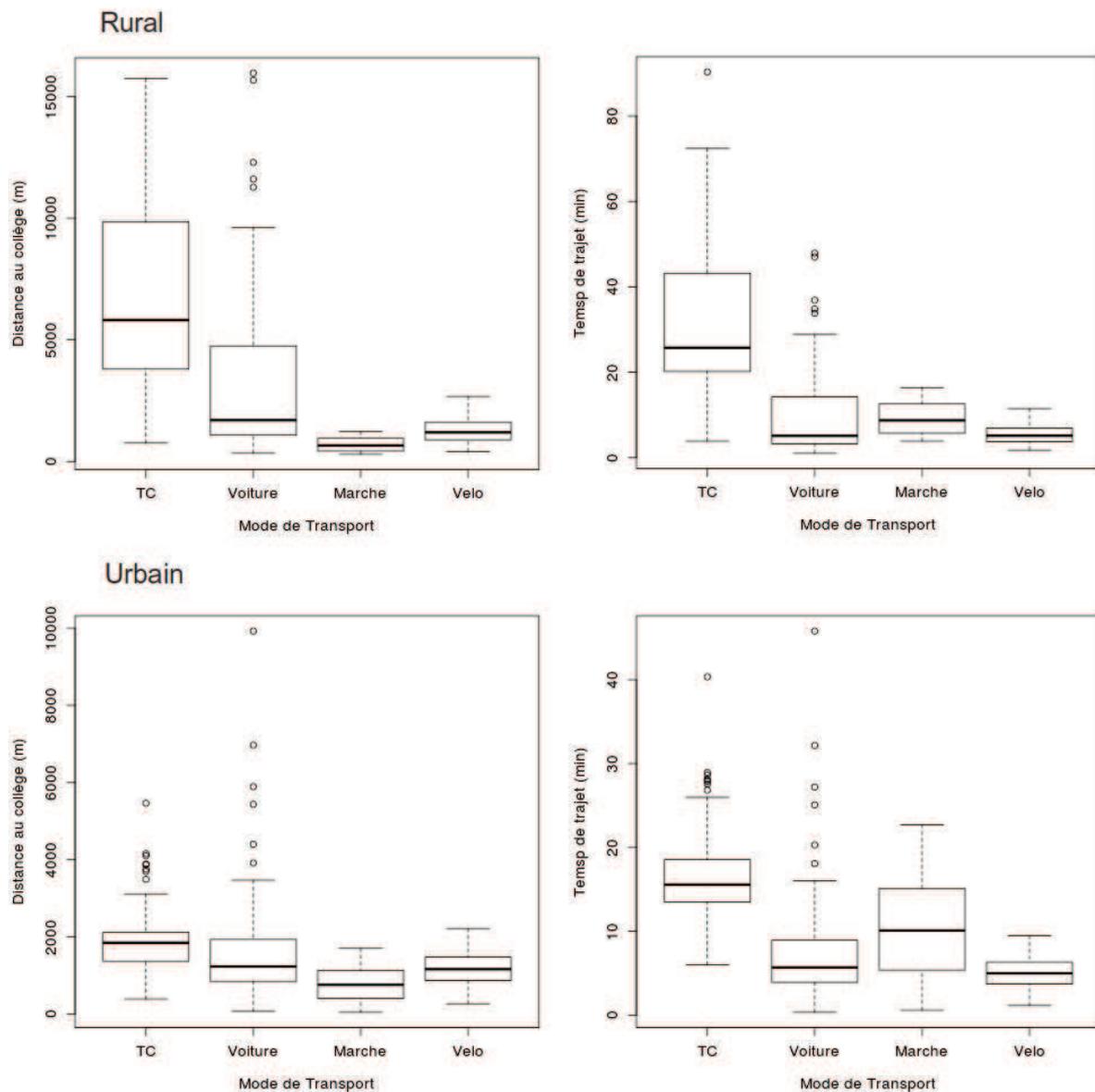


Figure 6: Distribution des distances au collège (gauche) et temps de trajet (droite) en fonction du mode de transport utilisé

On constate tout d'abord que, quelque soit le contexte géographique, les plus grandes distances sont parcourues avec les modes de transport motorisés, à savoir la voiture et les

transports en commun, mais qu'une faible distance ne présage en rien de l'utilisation exclusive de modes de transports actifs. On remarque ensuite que plus les distances augmentent, et plus les transports en communs semblent être privilégiés par rapport à la voiture de manière très nette en milieu rural (médiane voiture = 1 697 m ; médiane TC = 5 811 m ;  $W = 15\,482$  ;  $p < 0,001$ ), et plus mitigée en milieu urbain (médiane voiture = 1 232 m ; médiane TC = 1 849 m ;  $W = 7802$  ;  $p < 0,001$ ). Enfin, on notera que si les distances au collège parcourues en voiture et en transports en commun sont plus grandes aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain (TC :  $W = 17\,428$ ,  $p < 0,001$  ; voiture :  $W = 7\,701$  ;  $p < 0,001$ ), les temps de trajet diffèrent significativement pour les transports en commun (médiane rural = 26 min ; médiane urbain = 16 min ;  $W = 15\,670$  ;  $p < 0,001$ ) mais pas pour l'utilisation de la voiture (médiane rural = 5 min ; médiane urbain = 6 min ;  $W = 5\,922$ ,  $p = 0,98$ ).

Concernant les transports actifs, on remarquera que les distances (et temps de trajet) parcourues ne diffèrent pas significativement en fonction du contexte, que ce soit pour le vélo (médiane rural = 1 193 m ; médiane urbain = 1 163 m ;  $W = 1\,139$  ;  $p = 0,35$ ) ou la marche (médiane rural = 655 m ; médiane urbain = 757 m ;  $W = 2\,925$  ;  $p = 0,47$ ). En revanche, les différences entre modes sont notables, dans la mesure où bien que la marche soit associée à des distances plus faibles, les temps de trajet sont plus importants pour ce mode dans le contexte rural (médiane marche = 9 min ; médiane vélo = 5 min ;  $W = 1\,664$  ;  $p < 0,001$ ) ou urbain (médiane marche = 10 min ; médiane vélo = 5 min ;  $W = 4\,848$  ;  $p < 0,001$ ).

Ces analyses permettent d'une part de confirmer qu'il y aurait un effet de la distance quant à l'utilisation des différents modes de transport, et d'autre part que les temps de trajet sont globalement plus élevés pour l'utilisation des transports en commun et de la marche que pour la voiture et le vélo. On notera également au passage que ces derniers sont les modes de transport les plus utilisés par les catégories sociales supérieures (voir Tableau 4), qui sont aussi, d'une manière générale, les catégories situées à plus grande proximité des collèges (voir Tableau 7). La question de l'explication du « choix modal » par un « pur » effet de la distance, des « préférences » liées à la catégorie sociale ou la ségrégation socio-spatiale reste ici ouverte.

### 2.2.3.2 Perception de l'accessibilité spatiale et pratiques sportives

L'objectif des analyses suivantes est de tester l'association entre les pratiques d'activités sportives en et hors club et le niveau de perception de l'accessibilité spatiale. De la même manière que pour les analyses précédentes, des tests d'associations univariées ont été réalisés dans un premier temps afin de mettre en évidence les relations existantes entre la perception et les autres variables dont on a montré qu'elles étaient associées aux pratiques. Le Tableau 8 présente les pourcentages d'individus selon le niveau de perception en fonction du sexe et de la catégorie sociale. Les résultats montrent que perception et sexe sont associés de manière significative, les garçons ayant estimé, d'une manière générale, avoir accès à un plus grand nombre d'équipements que les filles. Cette relation n'étant plus significative après stratification sur le contexte géographique (urbain ou rural, résultats non-présentés), elle serait probablement due à un effectif de filles légèrement plus important que celui de garçons en milieu rural (voir Tableau 3). On notera de plus que la catégorie sociale n'est pas associée au niveau de perception (que ce soit avec ou sans stratification).

		Perception de l'accessibilité spatiale			$\chi^2$	ddl	p
		Faible	Moyen	Élevé			
Sexe	Filles	18,7	46,3	35,0	6,75	2	0,034
	Garçons	15,7	40,3	44,0			
CSP	1	13,9	44,3	41,8	2,17	2	0,704
	2	18,0	44,1	37,9			
	3	17,4	40,3	42,3			

Tableau 8: Perception de l'accessibilité spatiale selon le sexe et la catégorie sociale (pourcentages d'individus)

Le Tableau 9 présente les pourcentages d'individus selon niveau de perception de l'accessibilité spatiale et le type d'environnement de résidence. Les analyses réalisées montrent que les différences de perception entre les quatre types d'environnements sont

statistiquement significatives ( $\chi^2 = 139,79$  ; ddl = 6 ;  $p < 0,001$ ), le niveau de perception étant très nettement plus élevé en milieu urbain qu'en milieu rural. Les différences entre types d'environnement sont également significatives au sein de chaque contexte. On note dans les deux cas que le niveau de perception faible est distribué de manière relativement équivalente entre les deux types d'environnements (entre 28 et 30 % d'individus en milieu rural, et entre 6 et 7 % dans un contexte urbain) et que les différences portent principalement sur les niveaux « moyen » et « élevé ». Un fait intéressant à noter est la proportion très importante (62 %) d'individus ayant une perception forte dans le type d'environnement « urbain, revenus - ».

Type d'environnement de résidence	Perception de l'accessibilité spatiale			$\chi^2$	ddl	p
	Faible	Moyen	Élevé			
Rural	28,1	56,7	15,2	10,58	2	0,005
Petites villes	30,8	42,0	27,2			
Urbain, revenus +	7,3	44,5	48,2	8,29	2	0,016
Urbain, revenus -	5,8	32,2	62,0			

Tableau 9: Perception de de l'accessibilité spatiale selon le type d'environnement de résidence (pourcentages d'individus)

Dans un dernier temps, pratiques sportives et niveaux de perception ont été mis en relation au travers d'une analyse stratifiée sur le type d'environnement de résidence. Pour les mêmes raisons que précédemment (multicolinéarité et faibles effectifs), seules les associations univariées ont été testées. Les analyses n'ont permis de mettre en évidence aucune différence statistiquement significative entre le niveau de perception et la pratique sportive hors club (résultats non-présentés). En revanche, les résultats indiquent que les individus engagés dans une pratique d'activité sportive en club déclarent une meilleure accessibilité spatiale que les individus qui ne pratiquent pas de sport en club, à l'exception du type d'environnement « Petite ville » où les différences ne sont pas significatives (Tableau 10). On notera que pour ce type d'environnement les différences d'effectifs entre niveaux de perception sont

relativement plus équilibrées que pour les autres types de contextes (Tableau 9), traduisant peut-être une plus grande hétérogénéité de situations socio-spatiales<sup>30</sup>.

Type d'env. de rés.	Pratique sportive en club	Perception de l'accessibilité spatiale			$\chi^2$	ddl	p
		Faible	Moyen	Élevé			
Rural	Oui (N = 112)	24,1	54,5	21,4	9,79	2	0,008
	Non (N = 66)	34,8	60,6	4,5			
Petites villes	Oui (N = 130)	30,0	45,4	24,6	2,05	2	0,359
	Non (N = 65)	32,3	35,4	32,3			
Urbain, revenus +	Oui (N = 137)	5,1	40,1	54,7	7,38	2	0,025
	Non (N = 81)	11,1	51,9	37,0			
Urbain, revenus -	Oui (N = 101)	3,0	28,7	68,3	4,67	2	0,097
	Non (N = 107)	8,4	35,5	56,1			

Tableau 10: Associations entre niveau de perception de l'accessibilité spatiale et pratique sportive en club (pourcentages d'individus)

### 2.2.3.3 Accessibilité spatiale potentielle et pratiques sportives

L'objectif de ces analyses est de mettre en relation l'accessibilité spatiale potentielle aux lieux de pratiques sportives avec ces mêmes pratiques. On rappellera que l'indice d'accessibilité est estimé pour un rayon de deux kilomètres autour du lieu de résidence de l'individu. On s'intéresse dans un premier temps aux relations univariées entre l'accessibilité spatiale et les différentes variables que l'on a montré être en relation avec la pratique du sport, à savoir, le sexe, la catégorie sociale et le type d'environnement. De la même manière que précédemment,

<sup>30</sup> Les quatre communes où étaient situées les collèges « ruraux » comptaient, en 1999, entre 3 et 10 000 habitants. On rappellera par ailleurs que l'on peut retrouver, dans cette catégorie environnementale, à la fois des communes péri-urbaines ou des petites villes isolées.

les analyses sont conduites séparément pour le contexte urbain et le contexte rural, que l'on suppose très fortement associés à l'accessibilité spatiale.

Les résultats indiquent en premier lieu qu'il n'y a pas de différences significatives d'accessibilité spatiale entre filles et garçons en milieu rural (médiane filles = 16,2 ; médiane garçons = 15,9 ;  $W = 16\ 875$  ;  $p = 0,755$ ), et que les garçons ont une accessibilité spatiale légèrement supérieure à celle des filles en milieu urbain (médiane filles = 20,0 ; médiane garçons = 21,8 ;  $W = 18\ 887$  ;  $p = 0,046$ ). En second lieu, les analyses montrent que les différences entre catégories sociales sont statistiquement significatives en milieu rural, avec une accessibilité nettement plus élevée pour la catégorie de CSP supérieure (médiane CSP 1 = 15,4 ; médiane CSP 2 = 15,5 ; médiane CSP 3 = 17,8 ;  $K = 10,09$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,006$ ), mais pas dans un contexte urbain (médiane CSP 1 = 22,1 ; médiane CSP 2 = 20,3 ; médiane CSP 3 = 20,6 ;  $K = 0,84$  ;  $ddl = 2$  ;  $p = 0,655$ ). Enfin, pour ce qui est des comparaisons entre catégories d'environnement, les résultats indiquent de très nettes différences d'accessibilité spatiale (voir Figure 7). Ces différences sont statistiquement significatives en milieu urbain ( $W = 12\ 030$  ;  $p < 0,001$ ) et rural ( $W = 6\ 233$  ;  $p < 0,001$ ). On notera par ailleurs que l'écart entre les types « Petites villes » et « Urbain, revenus + » n'est pas significatif ( $W = 19\ 958$  ;  $p = 0,785$ ). Finalement, on constate que la distribution de l'accessibilité spatiale potentielle dans les différents types d'environnements de résidence suit grossièrement celle de la perception de l'accessibilité (Tableau 9).

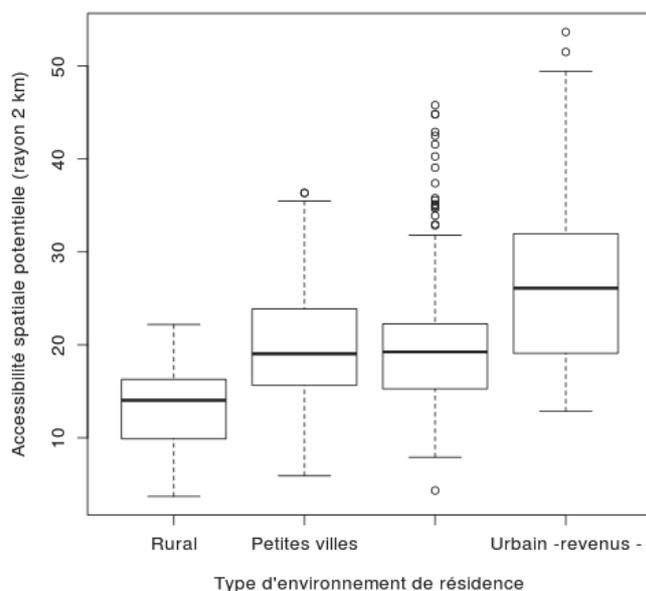


Figure 7: Accessibilité spatiale potentielle en fonction du type d'environnement de résidence

La dernière étape de ces analyses a consisté à mettre en relation l'accessibilité spatiale potentielle avec les pratiques. Le croisement des résultats du Tableau 5 et de la Figure 7 indique que le type d'environnement « Urbain, revenus - » présente à la fois la plus forte accessibilité spatiale et les taux de pratique sportive les plus faibles, et ne permettrait donc pas *a priori* de valider l'hypothèse d'une relation entre accessibilité spatiale et pratiques. Des tests de Wilcoxon ont permis de confirmer cette observation pour la pratique sportive en club ( $W = 72\ 135$  ;  $p = 0,686$ ) et hors club ( $W = 27\ 568$  ;  $p = 0,821$ ). Les analyses ont ensuite été conduites au sein de chaque strate (urbain et rural), pour les deux types de pratiques, et aucune association statistiquement significative n'a pu être mise en évidence (résultats non présentés).

## Conclusion du deuxième chapitre

Ce chapitre était consacré à la présentation des données et variables utilisées et des analyses qui ont été conduites afin de tester empiriquement certaines des hypothèses du modèle socio-écologique, à savoir le rôle déterminant de l'accessibilité spatiale sur l'activité physique. Les

résultats montrent en premier lieu que catégorie sociale, lieu de résidence et accessibilité spatiale ne sont pas indépendants l'un de l'autre, ce qui pose un réel problème, à la fois théorique et méthodologique, pour la construction de modèles d'analyses de régression. En second lieu, les analyses indiquent que l'accessibilité spatiale est associée à l'activité physique (pratique sportive) lorsqu'elle est appréhendée au travers d'une mesure « subjective » (perception) mais pas « objective », ces deux types de mesures, bien que ne considérant pas tout à fait les mêmes éléments, étant par ailleurs liées entre elles. Enfin, les résultats confirment, pour notre échantillon, l'existence d'un lien entre la distance au collège et l'utilisation de différents modes de transport, mais mettent cependant en évidence une certaine variabilité au sein de cette association.

Les analyses qui sont exposées ici présentent en partie les mêmes limites méthodologiques que celles qui ont été relevées au chapitre précédent. Tout d'abord, on notera que l'analyse transversale, par rapport à une analyse longitudinale, ne permet pas de qualifier un facteur de « déterminant », et qu'il est plus approprié de parler de « corrélat » (Bauman et al., 2012). Pour des raisons de temps et de faiblesse d'effectifs<sup>31</sup>, une analyse diachronique n'a pu être conduite. Une deuxième limite concerne la mise en relation de l'accessibilité spatiale aux pratiques sportives, qui est réalisée de manière globale, sans distinguer les différents types d'activités entre elles. Il a été décidé de rester à ce stade à un niveau d'analyse grossier afin de rester en cohérence avec le modèle qui sera présenté par la suite. On pourra signaler que la piste d'analyse qui consisterait à considérer séparément chaque type de pratique sportive et les équipements qui s'y rapportent spécifiquement a été récemment explorée en région parisienne, et n'a pas permis d'arriver à de franches conclusions quand à l'effet de l'accessibilité spatiale sur les comportements (Karusisi et al., 2013).

---

31 Il aurait fallu en effet travailler spécifiquement sur les individus des collèges « contrôle », réduisant donc d'au moins de moitié la taille de l'échantillon.

## Conclusion de la première partie

Cette première partie a consisté, à partir d'une synthèse de la littérature, à identifier les connaissances actuelles quant à un possible effet de l'environnement sur les comportements. Les nombreuses études menées sur ce sujet tendent vers une précision accrue des mesures individuelles et contextuelles, en essayant de s'affranchir au maximum de données « subjectives » collectées au travers d'entretiens et de questionnaires, que l'on suppose de moins bonne qualité que des mesures dites « objectives », qui s'appuient aujourd'hui sur une instrumentation de plus en plus sophistiquée (pour une revue sur l'utilisation du GPS, voir notamment Krenn et al., 2011). Parmi les pistes méthodologiques proposées, la modélisation à base d'agents n'a été jusqu'à présent que peu appliquée, et permettrait notamment d'aborder l'une des questions qui restent aujourd'hui problématiques, à savoir celle de la nature supposée endogène du contexte. En d'autres termes, les analyses cherchant à identifier les effets de l'environnement sur les comportements se basent sur l'hypothèse qu'il est possible d'isoler les *effets de composition* (la population crée l'environnement) des *effets de contexte* (l'environnement détermine les comportements).

Les résultats des analyses qui sont présentés montrent que cette dernière piste de recherche est probablement une impasse dans la mesure où l'ensemble des variables, qu'elles soient individuelles ou contextuelles, ne sont pas indépendantes les unes des autres. Si d'un point de vue méthodologique la modélisation à base d'agents constituerait effectivement une alternative à l'analyse statistique pour étudier cette hypothèse spécifique, nous signalerons que, d'un point de vue théorique, le modèle socio-écologique n'est jamais (ou alors rarement) remis en question. Nous précisons toutefois que l'introduction de ce dernier dans le domaine de la santé, au travers d'une proposition de la création « d'environnements sains » pour rendre possibles des « comportements sains » (Stokols, 1992), a constitué une avancée notable, parmi les médecins notamment, pour s'écarter d'une vision centrée sur les uniques aspects motivationnels de l'individu (C. Simon, comm. pers., 2013).



## Deuxième partie

### Un modèle à base d'agents dans une perspective relationnelle



## Introduction de la deuxième partie

Il a été montré dans la première partie que, d'une manière générale, les résultats obtenus dans les études qui s'appuient sur le modèle socio-écologique ne permettent pas de tirer de nettes conclusions quant à l'influence de facteurs environnementaux sur les comportements. Les arguments avancés pour expliquer l'inconstance des résultats s'inscrivent dans une philosophie positiviste (Andrews et al., 2012) et sont essentiellement (pour ne pas dire systématiquement) d'ordre méthodologique (par exemple des mesures imprécises ou mal définies). A la suite de ces constats, et grâce à un certain nombre de publications appelant à reconsidérer notamment la question du contexte social, un changement de perspective épistémologique et théorique a été envisagé.

Cette partie s'organise en deux chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation de la position épistémologique et du cadre théorique qui ont été retenus, aboutissant à la conception d'un schéma conceptuel s'organisant sous forme d'un système mettant en relation activités et mobilité selon trois perspectives, spatiale, sociale et cognitive. Le second chapitre est dédié à la présentation des travaux de modélisation qui ont été menés au travers d'un descriptif conceptuel et opérationnel de trois modèles de complexité croissante qui ont été développés selon une démarche d'abstraction décroissante. L'intérêt d'une telle démarche, par rapport à la construction d'un modèle intégrant d'emblée un grand nombre d'éléments, est qu'elle permet, au travers de l'exploration systématique des propriétés des modèles, d'acquérir une compréhension de leur fonctionnement, préalable nécessaire à la validation des processus qu'ils sont censés représenter (Amblard, 2003; Amblard et al., 2006). On le verra plus tard, l'envers de la médaille est cependant que, selon le nombre de paramètres que le modèle intègre, ce travail d'exploration et de compréhension peut être long.



## Chapitre 3. Un changement de position épistémologique et une proposition de schéma conceptuel

L'objectif de ce chapitre est de présenter les réflexions théoriques qui ont conduit à la proposition du schéma conceptuel qui a servi de base au travail de modélisation. Dans un premier temps, nous exposerons les limites théoriques du modèle socio-écologique puis l'approche relationnelle, perspective épistémologique opposée à l'approche interactionniste. Dans un second temps, nous présenterons le cadre théorique qui a été retenu, à savoir la théorie de la pratique de P. Bourdieu, ainsi que quelques exemples d'applications de cette dernière au domaine de la santé. Dans un dernier temps, en se basant sur la suggestion d'une articulation de l'espace géographique à la théorie de la pratique, un schéma conceptuel intégrant les notions de positions et dispositions sociales dans la perspective d'expliquer la pratique d'activités situées dans le temps et dans l'espace sera présenté.

### 3.1 Les limites théoriques du modèle socio-écologique et le choix de l'approche relationnelle

Une première limite théorique des modèles socio-écologiques concerne les aspects dynamiques et l'échelle temporelle à laquelle ils semblent fonctionnels. Les comportements sont expliqués à partir du contexte présent, ou au mieux d'un contexte passé récent, en s'appuyant sur les concepts issus de modèles psychologiques classiques (les intentions prédisent l'activité physique, voir par exemple Rhodes, Macdonald et McKay, 2006). On donc peut s'interroger d'une part sur leur capacité à expliquer des pratiques dans une perspective temporelle un peu plus large que les quelques mois habituellement considérés (le concept « d'intention » étant fortement dépendant du cadre temporel, voir notamment Sheeran, 2002), et d'autre part sur le fait qu'ils ne permettent pas d'expliquer l'origine des déterminants « primaires » de la pratique (par exemple les attitudes), ni pourquoi les comportements passés sont directement associés aux comportements futurs, en plus de l'association indirecte via les intentions. On a vu précédemment qu'il a été suggéré que

l'association entre pratique passée et future pourrait être aussi le résultat d'habitudes (Hearst et al., 2012), dont il a par exemple été montré que leur absence était une condition nécessaire à la prédiction du comportement par le concept d'intention (Landis, Triandis et Adamopoulos, 1978).

Deux autres limites théoriques du modèle socio-écologique ont été mises en évidence par ailleurs. Selon E. Blacksher & G. Lovasi (2012), l'effort qui a été entrepris pour s'écarter d'une vision centrée sur les facteurs individuels comme déterminants majeurs du comportement, et prendre en compte le contexte en reconsidérant l'effet potentiel de l'environnement (construit et social) a pu conduire certains auteurs à négliger la place de l'individu et à adopter une certaine forme de déterminisme environnemental. À l'inverse, dans leur article consacré à la notion de *contexte social*, N. Burke et al. (2009) pointent que les influences proximales restent au centre de l'approche socio-écologique, puisque celle-ci s'appuie en partie sur les théories psycho-sociales. Autrement dit, le modèle psychologique sur lequel elle repose est la suivante : les attitudes, les intentions des individus et le contrôle qu'ils exercent sur eux-mêmes (*self-efficacy, perceived behavioural control*) constituent les déterminants ultimes du comportement. La position adoptée est donc celle de l'individualisme méthodologique et théorique, ou, en d'autres termes, celle d'un déterminisme individuel. Ces deux exemples permettent de mettre en évidence toute l'ambiguïté que sous-tend implicitement le modèle socio-écologique : en cherchant à identifier des facteurs (indépendants les uns des autres) qui expliqueraient et prédiraient les comportements, le point de vue est soit focalisé sur l'individu, soit sur son environnement, ou au mieux, sur une médiation et une modération des facteurs environnementaux par des facteurs individuels.

La position épistémologique sous-jacente au modèle socio-écologique est *interactionniste* : on se situe dans un système dans lequel les entités existent par elles mêmes (sont donc indépendantes les unes des autres), et de par leurs propriétés intrinsèques, exercent une action réciproque (*inter-action*) l'une sur l'autre (Altman et Rogoff, 1987). D'un point de vue méthodologique, on vient de le rappeler, on cherche donc à étudier l'effet d'un ou plusieurs éléments indépendants sur un phénomène donné. Paradoxalement, c'est l'inclusion d'*interactions* (au sens statistique du terme), dans une analyse de régression par exemple, qui peut ouvrir une autre perspective d'analyse : l'intérêt se reporte alors sur les *relations* entre éléments plus que sur les éléments eux-mêmes. On notera par ailleurs que la notion

d'interaction, dans la littérature, est source d'une certaine confusion. On peut en effet distinguer l'emploi du terme au sens systémique (action réciproque d'un objet sur un autre), statistique (effet d'une relation entre deux ou plusieurs objets sur un phénomène) ou encore situationnel (co-présence de deux ou plusieurs objets).

En introduisant l'approche socio-écologique dans la question de la promotion de la santé (*'Health Promotion'*) via la création d'environnements favorables à celle-ci (*Healthy Environments*), D. Stockols (1992) utilise alors, en plus du terme *interaction*, le terme de *transaction* entre individu et environnement. Issu du domaine de la psychologie environnementale, en particulier des travaux de W. Ittelson (1973; cité par Ramadier, 2010, p. 17), ce terme fait référence à l'approche *transactionnelle* (présentée dans Altman et Rogoff, 1987 chapitre de l'ouvrage *Handbook of environmental psychology*, dirigé par I. Altman et D. Stokols lui-même) rendant le positionnement épistémologique de l'auteur un peu flou. On notera que la position de l'auteur est clarifiée (peut-être intentionnellement) dans un article ultérieur et sensiblement identique au précédent (Stokols, 1996) dans lequel le terme de *transaction* n'est plus employé. L'approche transactionnelle, que l'on peut également qualifier de relationnelle, converge avec l'approche interactionniste sur au moins deux points : une vision systémique des phénomènes et celle d'un environnement qui est « à la fois un lieu pour l'action et son produit » (Ramadier, 2010, p. 17). Ce qui distingue les deux approches est principalement l'unité d'analyse. Dans le cas de l'approche interactionniste, on s'attache à analyser les entités séparément (par exemple l'environnement physique ou social et les propriétés psychologiques de l'individu). Dans le cas de l'approche transactionnelle, les entités sont définies les unes par rapport aux autres, et ce sont les relations qu'elles entretiennent qui deviennent l'objet d'analyse (Altman et Rogoff, 1987).

Pour donner un exemple concret de ce qui distingue les deux points de vue, reprenons les résultats exposés au début de ce chapitre. On a vu que l'une des explications avancées quant à l'inconstance des associations mises en évidence entre comportement et environnement est le choix de la mesure environnementale utilisée, en particulier le fait qu'elle puisse être dans certains cas reportée par les individus enquêtés, et dans d'autres cas, estimée à partir de critères définis par l'expérimentateur (par exemple, un indicateur d'accessibilité spatiale à un type d'équipement donné). Le modèle socio-écologique part de l'hypothèse (non-validée à l'heure actuelle) que la perception de l'environnement est un déterminant des comportements,

et que les comportements viennent déterminer en retour les perceptions, ou, dit autrement, que comportements et perceptions seraient nécessairement congruents (Ramadier, 2010, p. 16) (voir Figure 8, schéma de gauche). Au contraire, l'approche relationnelle part de l'hypothèse que pratiques et représentations<sup>32</sup> sont indissociables les unes des autres et qu'elles ne construisent pas mutuellement. On ne cherchera ainsi pas à expliquer la pratique par la représentation, mais par la relation qui unit les individus à leurs environnements (Figure 8, schéma de droite), relation qui par ailleurs est susceptible de ne pas être la même selon les individus et les groupes auxquels ils appartiennent. C'est ici la relation qui est déterminante, et qui est à déterminer.

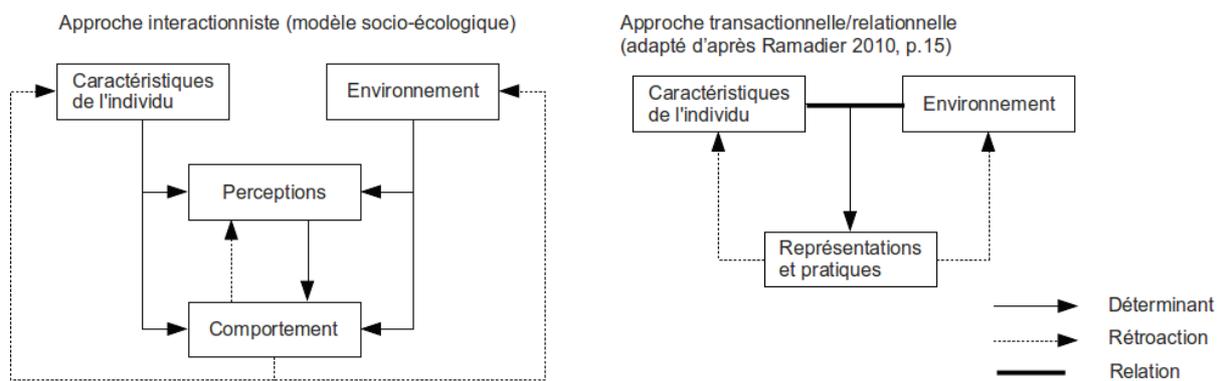


Figure 8: Approche interactionniste (gauche) et relationnelle (droite) de la relation individu-environnement-pratiques-représentations

### 3.2 Théorie de la pratique : classes sociales, pratiques et santé

Le modèle socio-écologique, par l'intégration de différents niveaux d'influences, a constitué une avancée importante dans la compréhension des comportements en général, et dans le domaine de la santé en particulier. Pour certains auteurs il serait cependant nécessaire de concevoir différemment la relation entre l'individu et son environnement, en intégrant une conception du *contexte social* différente de celle qui est généralement envisagée en s'appuyant sur différentes théories sociales existantes (voir notamment Abel, 2008; Burke et al., 2009; Cockerham, 2005; Cummins et al., 2007; Frohlich, Corin et Potvin, 2001; Williams, 1995).

32 Les termes « pratique » et « représentation », issus du vocabulaire de la sociologie, se distinguent des termes « comportement » et « perception », issus plutôt de la psychologie et de l'économie, par le fait de considérer leur caractère socialement construit.

On notera en effet que dans la majorité des études cherchant à mettre en évidence des associations entre comportements et environnement, la position sociale des individus, qu'elle soit appréhendée par exemple par le niveau de revenu, le niveau d'éducation, le statut d'emploi (chômeur ou occupant un emploi) ou d'occupation du logement (locataire ou propriétaire) ou une combinaison de plusieurs de ces éléments, est systématiquement considérée comme une variable d'ajustement. Si l'on cherche à expliquer les comportements en lien avec la santé, et qu'il a été montré que ces derniers sont très souvent associés à la position sociale des individus (Hanson et Chen, 2007; Stalsberg et Pedersen, 2010), il peut sembler raisonnable de chercher à comprendre ces associations et les logiques sociales qui les sous-tendent plutôt qu'à les considérer comme un « bruit » dans les analyses.

Parmi les cadres théoriques proposés pour mieux prendre en compte le contexte social sous-jacent aux pratiques se trouve la théorie de la pratique développée par P. Bourdieu. Ne s'inscrivant ni dans la perspective de l'individualisme méthodologique et théorique, ni dans la perspective du structuralisme, cette théorie développée et présentée notamment dans les ouvrages *La Distinction* (Bourdieu, 1979a) et *Le Sens Pratique* (Bourdieu, 1980a) se propose d'expliquer, à partir d'une vision relationnelle, la distribution des pratiques d'agents (individus et groupes sociaux), et plus particulièrement les mécanismes conduisant à la reproduction sociale. Elle repose sur trois concepts clés que sont l'*habitus*, le *capital* et le *champ* que nous tentons de présenter brièvement par la suite.

L'*habitus* est le système de dispositions, structure cognitive, motivatrice, et génératrice des pratiques et représentations. Les dispositions, en tant que schèmes de perception, de pensée et d'action, se construisent par intériorisation progressive des structures et conditions sociales auxquelles les agents sont confrontés au cours de leur existence. Ainsi, « l'ordre social s'inscrit progressivement dans le cerveau » (Bourdieu, 1979a, p. 548-549) et les dispositions, agissant comme « sens de l'orientation sociale » (*ibid*, p. 544), ou « sens des limites », conduisent « à s'exclure -biens, lieux, personnes- de ce dont on est exclu » (*ibid*, p. 548-549) et à reconnaître ce qui est possible ou impossible, convenable ou non compte tenu d'une position sociale donnée. Des agents occupant une position sociale proche ont ainsi toutes les chances d'avoir des dispositions semblables, et par conséquent des pratiques similaires.

La position des agents dans l'espace social est définie de manière relative par le *capital* qu'ils détiennent à un moment donné, qu'il leur ait été transmis (héritage) ou qu'il soit le résultat

d'investissements dans différentes pratiques. A la différence de la théorie économique, le *capital* n'existe pas uniquement sous la forme de possessions matérielles. Au capital économique (ressources financières et biens matériels) se rajoutent le capital culturel, le capital social, et le capital symbolique. Le capital culturel se présente sous trois états : incorporé (dispositions), objectivé (biens culturels) et institutionnalisé (titres et diplômes scolaires) (Bourdieu, 1979b). Le capital social, quant à lui, est défini comme étant « l'ensemble des ressources actuelles ou potentielles liées à la possession d'un réseau durable de relations » (Bourdieu, 1980b, p. 2). En dernier lieu, le capital symbolique, « pouvoir subordonné, est une forme transformée, c'est-à-dire méconnaissable, transfigurée et légitimée des autres formes de pouvoir » (Bourdieu, 1977, p. 410). En d'autres termes, le capital symbolique se constitue par la reconnaissance légitime des autres espèces de capital détenues au travers du pouvoir qu'elles confèrent.

Cette reconnaissance (et méconnaissance) de la légitimité (donc du pouvoir) donne lieu à des luttes dans différents domaines de la société (par exemple : politique, économique, artistique, académique). Ces luttes s'organisent sous forme de *champs*, qui renvoient, pour chaque domaine, à un enjeu social ainsi qu'à un système de pratiques associé à un système de positions. Les agents qui s'investissent dans un *champ* donné considèrent que l'enjeu mérite d'être défendu (c'est la prise au jeu, ou l'*illusio*), et cherchent à imposer (par la domination) leur propre définition de la légitimité (la *doxa*) de telle ou telle espèce de capital et de telle ou telle pratique dans le but de maintenir ou d'améliorer leur position. Une espèce de capital ne confère ainsi du pouvoir qu'en relation avec un champ.

Les relations qu'entretiennent l'*habitus*, le *capital* et le *champ* permettent ainsi d'expliquer la reproduction et le changement social. Reproduction car les individus les mieux dotés en capital occupent les positions dominantes dans la société et en construisent les règles du jeu, maintenant ainsi leur position et excluant par leurs pratiques les groupes et individus qui n'ont ni les dispositions ni le capital qui leur permettrait d(e) (s)'investir dans ces pratiques (et les champs qui s'y rapportent) afin d'accumuler le capital légitime. Changement car les agents sont mobiles dans l'espace social. Cette mobilité peut s'expliquer soit par l'accumulation ou la perte de capital, soit par le résultat des luttes au sein des champs, qui peuvent conduire à des modifications des rapports de force. Ces changements de positions amènent ainsi à la fois à

des changements de dispositions, bien que le processus soit long car marqué par un effet d'hystérèse, et à une redistribution du capital (notamment symbolique) et du pouvoir.

Si la science est un champ, et donc un espace de luttes (Bourdieu, 1976), il n'est pas étonnant que, dans le domaine de la santé, le nombre d'applications reposant sur le cadre théorique qui vient d'être présenté soit relativement limité par rapport aux travaux reposant sur l'approche dominante, à savoir celle des modèles psycho-sociologiques et socio-écologiques. Sans chercher à dresser une liste exhaustive des applications des idées de P. Bourdieu au domaine de la santé, on pourra donner comme premier exemple une étude portant sur la consommation médicale (que l'on nomme aujourd'hui, de manière peut être plus « politiquement correcte », « le recours au soins »), qui s'expliquerait notamment par des rapports au corps différenciés selon la position sociale dont le principal indicateur est le différentiel d'intensité avec laquelle « les membres de chaque classe perçoivent et tolèrent leurs sensations morbides » (Boltanski, 1971, p. 211). Ce rapport au corps serait par ailleurs également un révélateur de l'engagement dans les différentes pratiques sportives et aux significations qui leurs sont conférées, selon que le corps soit représenté comme un instrument, un moyen d'arriver à ses fins (classes populaires), ou comme une fin en soi (classes privilégiées) (Bourdieu, 1978). Soutenant cette hypothèse, différentes études portant sur la pratique sportive ont ainsi notamment permis de montrer que cette dernière était associée positivement au volume de capital détenu, et que les types d'activités pouvaient différer selon la structure de celui-ci, en termes de distribution du capital culturel par rapport au capital économique (Dagkas et Stathi, 2007; Engström, 2008; Lee, Macdonald et Wright, 2009; Stempel, 2005; Wilson, 2002).

Un autre exemple de mise en relation du modèle théorique bourdieusien avec la santé est une étude portant plus spécifiquement sur la notion de *capital social* (Carpiano, 2007). On notera cependant que cette mise en relation semble s'arrêter au titre de l'article puisqu'en pratique (le capital social y est défini et quantifié au niveau du quartier de résidence, sans tenir compte de la position sociale des individus), les concepts opératoires manipulés renvoient plutôt à une seconde acception de la notion de *capital social* (mieux connue et plus utilisée en santé publique) qui fait référence aux « caractéristiques d'organisations sociales telles que les réseaux, les normes et la confiance qui facilitent la coordination et la coopération à des fins de

profits mutuels »<sup>33</sup> (Putnam, 1993, p. 2, trad. pers.). Il a été suggéré à ce propos que le plus large emploi du concept de capital social selon cette seconde définition se serait auto-entretenu au travers de la conception de larges enquêtes nationales (aux États-Unis et au Canada notamment) et de la mise à disposition de la communauté scientifique des moyens immédiats et pratiques (variables de *proxy*) de l'opérationnaliser (Frohlich et al., 2007). Dans une autre étude cherchant à mettre en évidence les relations existantes entre santé et capital social, ce dernier est quantifié par l'appartenance de membres du réseau social de l'individu à différentes professions (tels qu'avocats, médecins, politiciens ou officiers de police) (Browne-Yung, Ziersch et Baum, 2013). La vision du capital social adoptée est ici cohérente avec celle de P. Bourdieu, et les résultats présentés vont globalement dans le sens de ses hypothèses. On notera ainsi en premier lieu que le capital social est associé positivement au capital économique et culturel, la possession de ces deux derniers permettant l'accumulation du premier, en second lieu que la possibilité de créer des liens sociaux au sein de son quartier dépend essentiellement de la distance sociale avec la population de ce dernier (les relations sociales semblent plus intenses lorsque la mixité sociale diminue, cela a par ailleurs été montré par Chamboredon et Lemaire, 1970), et en dernier lieu que la position sociale actuelle (mesurée ici en termes de niveau de revenu) est un moins bon indicateur de « désavantage » que ne l'est la trajectoire sociale de l'individu.

On relèvera finalement trois études qui s'appuient à la fois sur le cadre théorique et méthodologique proposé notamment dans l'ouvrage *La Distinction* (1979a), à savoir celui d'une exploration multidimensionnelle des relations entre pratiques et classes sociales. Deux d'entre elles ont permis de mettre en évidence, au travers d'une analyse des correspondances multiples (Veenstra, 2007) et d'une analyse des corrélations canoniques<sup>34</sup> (Frie et Janssen, 2009), l'espace des relations entre différents « styles de vie sanitaires » (*health lifestyles*) et indicateurs de position sociale tels que le niveau de revenu, d'éducation, l'âge ou le sexe. Un

---

33 « features of social organizations such as networks, norms, and trust, that facilitate coordination and cooperation for mutual benefit ».

34 A la différence des Analyses en Composantes Principales qui fonctionnent à partir de variables continues, ou des Analyses de Correspondances Multiples qui se basent sur des variables catégorielles, cette méthode d'analyse exploratoire autorise l'intégration de variables de différents types (continues, nominales ou ordinales). Contrairement aux précédentes, elle requiert cependant de spécifier des groupes de variables initiaux au sein desquels on cherche des combinaisons linéaires de variables qui présentent les plus fortes corrélations inter-groupes.

point particulièrement intéressant dans la deuxième étude citée est l'inclusion du lieu de résidence dans l'analyse, permettant d'appuyer l'idée que caractéristiques individuelles et environnementales ne peuvent expliquer les pratiques indépendamment l'une de l'autre. Enfin, dans ce même ordre d'idée, la dernière étude (Gatrell, Popay et Thomas, 2004) a cherché à montrer les relations qui peuvent exister entre espace social et espace géographique, en projetant les lieux de résidence des individus sur un espace social construit à partir d'une analyse des correspondances multiples de leurs caractéristiques socio-démographiques. Les résultats, qui montrent graphiquement<sup>35</sup> une relativement grande variabilité des positions sociales attachées aux lieux, semblent aller dans le sens de l'hypothèse évoquée précédemment, à savoir que la proximité spatiale n'implique pas nécessairement une proximité sociale, et que par conséquent, deux individus habitant un même quartier peuvent ne pas être soumis aux mêmes conditions de vie : le contexte matériel et social attaché à un lieu n'a de sens, pour expliquer les pratiques, qu'au travers de leur relation avec les caractéristiques des individus.

### 3.3 Position et dispositions sociales, mobilité spatiale et activités : proposition d'un schéma conceptuel

Les pratiques sont le résultat de « la rencontre entre les possibilités offertes à un moment donné [...] et les dispositions socialement différenciées, qui [...] définissent l'intérêt pour ces possibilités » (Bourdieu, 1979a, p. 246), « rencontre dans laquelle chaque élément n'est ni plus ni moins déterminant que l'autre » (Lahire, 1998, p. 65). Autrement dit, les pratiques pourraient donc s'expliquer par la relation entre les dispositions (intérieurisation des conditions d'existence passées) et le contexte<sup>36</sup> (conditions d'existence présentes), et « si la situation présente n'explique bien sûr rien en elle-même, elle est ce qui ouvre ou laisse fermées [...] les habitudes incorporées par les acteurs » (*ibid*, p. 62). Les travaux de P. Bourdieu et de B.

---

35 L'analyse se limite à une « cartographie » des lieux de résidence (quartiers) des individus dans l'espace social, et à une projection de leurs coordonnées moyennes. Il aurait été intéressant d'analyser plus spécifiquement la variabilité des positions sociales au sein de chaque quartier, en utilisant par exemple des ellipses de dispersion comme indicateurs de ségrégation socio-spatiale.

36 Nous définirons la situation comme étant la rencontre, à un instant donné, des dispositions et du contexte de la pratique. Le contexte sera quant à lui défini comme étant le produit des conditions « objectives » rapportées à l'individu.

Lahire, accordent un intérêt tout particulier à la question de la « situation sociale » présente, car c'est au travers elle que naissent les « crises » ou « décalages » (*ibid*, p.56-59), situations dans lesquelles l'habitus n'est plus adapté aux conditions auxquelles il est confronté.

A ce niveau là, il semble opportun de réintroduire la question de l'espace géographique dans la mesure où les conditions de la pratique renvoient à la fois aux « conditions sociales dans lesquelles l'éventualité de la pratique peut être envisagée », mais aussi « aux possibilités physiques ou matérielles (distance notamment) » (Pinçon-Charlot, Preteceille et Rendu, 1986, p. 164). Relativement peu présente, mais néanmoins pas absente des travaux de P. Bourdieu<sup>37</sup> (Painter, 2000; Ripoll, 2012), la question des relations entre habitus, espace social et espace géographique est une piste de recherche qu'il reste encore aujourd'hui à explorer, par exemple au travers de la mise en relation de théories sociales *structuralistes*<sup>38</sup> et du cadre théorique de la *Time-Geography* (Pred, 1984). Issu notamment des travaux de T. Hägerstrand (1970), ce dernier implique de considérer la localisation des individus dans l'espace et le temps (trajectoires spatio-temporelles), et se révèle être particulièrement bien adapté au cas qui nous intéresse, à savoir les pratiques d'activité physique, notamment car il autorise d'intégrer simultanément ces dernières (telles que les pratiques sportives) et le transport actif (sous l'angle de la mobilité quotidienne). Au sujet de la mobilité quotidienne, il a été suggéré qu'elle pouvait être envisagée sous l'angle de trois paradigmes : « comme accessibilité, comme dispositions et comme épreuve » (Oppenchain, 2010). Le troisième de ces paradigmes sera ici laissé de côté car, défini comme une « mise à l'épreuve des habitudes de l'action de l'individu lorsqu'il est confronté à une situation inédite » (*ibid*, p. 6), on peut suggérer que ce paradigme renvoie en fait à celui des dispositions, et plus particulièrement aux situations dans lesquelles l'habitus de l'individu ne rencontre pas le contexte dans lequel il s'est constitué (crises ou décalages qui ont été évoqués précédemment).

La mobilité comme accessibilité renvoie à une conception aujourd'hui admise et partagée par le plus grand nombre, et en particulier parmi les géographes : il s'agit d'une demande individuelle et produite par une nécessité de satisfaire des besoins. Opérationnalisée au travers

---

37 En particulier sur la question de la construction sociale des lieux (Bourdieu, 1993).

38 A. Pred fait essentiellement référence aux travaux de A. Giddens (théorie de la structuration), et dans une moindre mesure à ceux de P. Bourdieu. Il a été noté que cela a probablement eu comme effet de faire méconnaître les travaux de ce dernier (particulièrement parmi les géographes anglophones) en les alignant sur ceux du premier (Painter, 2000).

de modèles à base d'activités, notamment pour des questions d'aménagement et de prédiction de trafic routier, cette approche considère que le transport dérive de l'activité, ou d'un programme d'activités sous contraintes (spatio-temporelles, institutionnelles ou sociales), dont l'individu retire une certaine « utilité », à laquelle est soustraite la « désutilité » liée au déplacement (pour une présentation plus détaillée de l'approche à base d'activités, voir McNally et Rindt, 2000). D'un point de vue théorique, on peut dire que ces modèles résultent de la rencontre du modèle de l'acteur rationnel (approche économétrique) et du cadre de la *Time-Geography*.

Plusieurs aspects de ces modèles sont discutables et ont été discutés. En premier lieu, il a été suggéré que la mobilité pourrait dans certains cas constituer une fin en soi et être source de bénéfices (Mokhtarian et Salomon, 2001), et cela a été montré récemment dans le cas de trajets en voiture et en vélo (Whalen, Páez et Carrasco, 2013). Négliger les bénéfices qu'un individu peut retirer de la mobilité pourrait ainsi représenter une limite en ce qui concerne l'étude des relations entre environnement construit et transports actifs (Handy et al., 2002). En second lieu, s'il est admis que ces modèles permettent effectivement d'approcher ce que l'on observe à un niveau agrégé, les écarts au modèle (irrationalité) sont cependant considérés, soit comme le fruit de préférences individuelles hétérogènes et aléatoires, soit comme le résultat de décisions intermédiaires menant à un objectif ayant une perspective temporelle plus large (Ben-Akiva et al., 1999). Il a ainsi par exemple été suggéré d'intégrer à ces modèles des concepts psychologiques (par exemple attitudes et perceptions) si l'on souhaite comprendre d'où proviennent les « anomalies cognitives » observées (Ben-Akiva et al., 1999). Dans le cas de la mobilité quotidienne, il a également été suggéré que cette « irrationalité » serait le résultat de décisions « non raisonnées » que sont les habitudes (Gärling et Axhausen, 2003) et dont on souligne l'influence sur le choix modal depuis longtemps (voir par exemple Goodwin, 1977). Enfin, un autre point discutable de ces modèles concerne la notion de « choix » (on peut rajouter celle de « préférence »), qui « suppose l'existence d'une alternative » et « est inadaptée pour rendre compte des décisions prises par l'individu dans le cadre de ses pratiques de mobilité » (Petit, 2003, p. 54) car ce dernier se trouve « la plupart du temps en situation de construction de routines quotidiennes à partir d'une expérience sociale » (*ibid*, p.50). Ainsi, faisant face à un ensemble de contraintes externes (instrumentales) et internes (cognitives), il est possible que dans bien des cas l'ensemble des choix qui s'offrent à l'individu ne soit en fait réduit qu'à un seul élément : il ne peut alors plus être question de

« choix ». Pour résumer, les deux limites concernant la question du « choix » et de la « préférence » sont d'une part l'absence de choix que le modèle de l'acteur rationnel et intentionnel ne peut expliquer autrement que par l'élimination systématique de possibilités en fonction de contraintes externes (Cantillo et Ortúzar, 2006; Tversky, 1972) et d'autre part, comme dans le cas des modèles psycho-sociologiques (et socio-écologiques), l'absence d'interrogation quant aux conditions sociales et économiques de la production des goûts et des préférences (Bourdieu, 1979a, p. 111).

Envisager la mobilité sous l'angle des dispositions, c'est en premier lieu considérer que la mobilité spatiale est une pratique sociale, et qu'à ce titre, elle ne peut s'expliquer par les notions de choix ou de préférences. Il s'agirait alors de l'appréhender au travers de dispositions spécifiques relatives à différentes dimensions de la mobilité spatiale, par exemple l'utilisation de certains modes de transport (Oppenchain, 2010). Une telle conception de la mobilité, basée uniquement sur les dispositions, évacue cependant la dimension spatiale du déplacement, dont il est difficile de nier l'importance<sup>39</sup>. Cela implique en second lieu de voir les pratiques de mobilité, non comme un capital (comme il a été proposé par Kaufmann, Bergman et Joye, 2004; ainsi que par Cailly, 2004, p. 99), car une pratique ne peut être à la fois pratique et capital, mais comme résultant (en partie) d'une distribution inégale des trois formes de capital (Borja, Courty et Ramadier, dans Kaufmann et al., 2012), et en particulier du capital culturel, ou plutôt d'un capital culturel spécifique aux représentations et pratiques spatiales (Ramadier, 2009).

La mobilité résulterait ainsi d'une « accessibilité socio-cognitive », qui se définit dans « la relation entre les dispositions socio-cognitives intériorisées par l'individu et les dispositions socio-physiques des lieux » (Ramadier, 2011, p. 8). Elle suppose ainsi que l'accessibilité n'émane pas du lieu, mais de la relation entre l'individu, les groupes sociaux, et les lieux, et se rapproche en cela d'une conception d'une accessibilité définie, non plus au niveau de l'espace, mais du groupe ou de l'individu (Kwan, 1998). Si les deux modèles permettent de mettre en évidence des disparités et des inégalités d'accessibilité entre groupes sociaux (voir par exemple Kwan, 1999; Ramadier, 2009), le premier présente l'avantage de révéler le phénomène social qui en serait à l'origine, à savoir une inégale distribution du capital économique et culturel.

---

39 Il s'agirait éventuellement de la relativiser.

Le schéma conceptuel proposé (Figure 9), et sur lequel repose le modèle issu de ce travail, place sur un même plan les pratiques d'activités et de mobilité, en s'appuyant sur une vision de ces pratiques comme résultantes d'un triple positionnement des groupes et individus : géographique, social, et socio-cognitif (Borja et al., 2010; Ramadier, 2009). La mobilité y est envisagée selon un double point de vue : comme produit d'activités qui sont inégalement distribuées dans l'espace et le temps, et comme produit de dispositions intériorisées, qui autorisent ou non les individus à se projeter dans certains espaces et dans certaines pratiques.

L'élément central de ce diagramme est la position sociale, qui se définit au regard du volume et de la structure du capital détenu par l'individu et de la distribution des espèces de capital dans l'espace social. Les relations entre la position sociale et les deux types de pratiques définissent les conditions sociales se rapportant à ces dernières. Ces relations sont doubles : chaque pratique joue sur les conditions sociales qui se rapportent à elle-même (distribution des pratiques dans l'espace social) et qui sont par la suite intériorisées sous forme de dispositions, mais également sur les conditions sociales en lien avec l'autre pratique, au travers de l'espace géographique (cette relation n'est pas présentée sur le schéma par souci de lisibilité). En effet, puisqu'il n'est de pratique qui ne soit spatialisée, on peut raisonnablement penser que, quelque soit la pratique, l'individu marque socialement l'espace qu'il fréquente (Pinçon-Charlot, Preteceille et Rendu, 1986), et par conséquent, les conditions sociales (ou plutôt socio-spatiales) qui se rapportent aux autres types de pratiques. Le contexte de la pratique est défini par la rencontre de ces conditions socio-spatiales et des conditions spatiales. Ces dernières sont définies par la relation entre la distribution spatiale des individus et des lieux d'activités. Cette relation n'est pas représentée explicitement sur le graphique, qui montre l'existence d'un lien entre pratiques et conditions spatiales, notamment au travers de contraintes spatio-temporelles : on suppose que les possibilités physiques ne sont pas nécessairement les mêmes selon la pratique de mobilité dans laquelle est engagé l'individu (car un déplacement est caractérisé notamment par un temps de trajet, et que les individus ne disposent pas du don d'ubiquité), et à l'inverse, l'engagement dans une activité donnée (et donc dans un lieu donné) suppose que les conditions spatiales de la mobilité ne soient pas les mêmes pour toutes les pratiques (pour les mêmes raisons que précédemment). Finalement, pour refermer le système, on rappellera que les pratiques, quelles qu'elles soient, résultent de la relation entre des dispositions et un contexte.

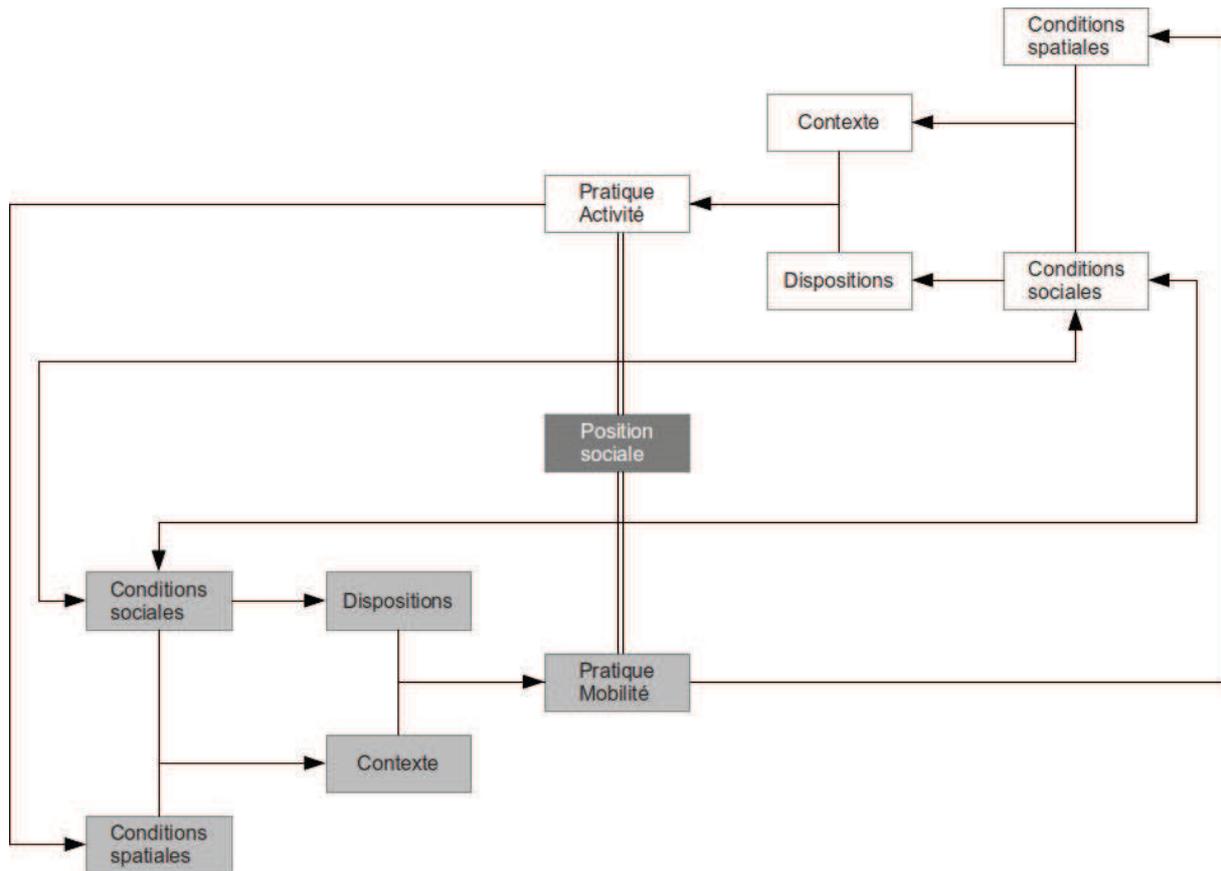


Figure 9: Schéma conceptuel des relations entre pratiques de mobilité (en gris) et d'activités (en blanc)

## Conclusion du troisième chapitre

Ce troisième chapitre avait pour objectif de présenter les positionnements théorique et épistémologique qui ont été retenus pour la construction du schéma conceptuel auquel s'adossera le modèle à base d'agents présenté par la suite. Ce travail prend position en faveur d'une vision d'un monde « relationnel » et de l'approche transactionnelle, dont l'intérêt pour la géographie a été relativement peu souligné (Aitken et Bjorklund, 1988; Argent et Walmsley, 2009). La raison principale qui a conduit à ce positionnement est qu'il permet d'éviter le double déterminisme individuel et environnemental qu'implique l'interactionnisme : c'est la relation entre l'individu et son environnement qui devient déterminante des pratiques et des représentations. Cette prise de position implique cependant de s'opposer au modèle psychologique (et idéologique) dominant depuis au moins 50 ans et sur lequel s'appuie une majorité des recherches et de modèles (à base d'agents notamment)

actuels sur le comportement (que ce soit en psychologie, en économie, en géographie et en santé publique) : celui de l'individu rationnel (*homo œconomicus*), éventuellement possesseur d'une information incomplète ou imparfaite, ou de capacités d'analyse limitées (Simon, 1972), conscient et libre de ses choix, lesquels sont nécessairement précédés d'intentions qu'il est capable de formuler explicitement. A l'opposé de l'individu autodéterminé qui vient d'être évoqué, le cadre théorique choisi suppose que les pratiques et les représentations résultent de l'articulation d'un triple positionnement (social, géographique et socio-cognitif) sur lequel l'individu n'aurait de prise qu'au travers de ce à quoi sa position lui permet d'accéder.



## Chapitre 4. Développement de trois modèles incrémentaux : des agents dispositionnels dans l'espace et le temps

Ce quatrième chapitre a pour objectif de présenter successivement les trois modèles qui ont été développés, le but étant de fournir tous les détails nécessaires à leur réplique et à leur vérification. C'est à cette fin que le cadre *ODD* (*Overview, Design, Details*) a été proposé, offrant un standard pour la description de modèles à base d'agents (Grimm et al., 2006, 2010). Il a été décidé de s'inspirer partiellement de ce cadre, car il fournit notamment une liste d'éléments essentiels à une description complète d'un modèle. Le schéma n'a cependant pas été suivi « à la lettre », et ce pour deux raisons. La première est qu'il semble plutôt adapté à la description de modèles dont le fonctionnement est bien connu (qui est un préalable à l'identification d'émergences par exemple, cette notion devant être incluse au descriptif dans la section « Design »), la seconde est que la description est très opérationnelle (le but étant de pouvoir répliquer les modèles), les aspects théoriques étant relégués dans la section consacrée aux détails. Dans la mesure où les aspects théoriques des modèles qui ont été développés ne nous semblaient pas être des détails, il a été décidé de les inclure en tant que préalables à l'opérationnalisation de chaque concept manipulé.

Les trois modèles ayant été développés de manière incrémentale, on précisera que, afin de limiter les redondances, seuls les aspects nouveaux à chacun d'entre eux sont présentés. La même démarche a été suivie en ce qui concerne le paramétrage des modèles. On retrouvera le détail des valeurs assignées aux différents paramètres des trois modèles dans le cadre des simulations réalisées à la fin de ce chapitre.

## 4.1 Modèle 1 : une dynamique de dispositions dans un espace social

### 4.1.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps

L'objectif de ce premier modèle est d'analyser les relations entre des conditions sociales initiales et la dynamique des pratiques et des dispositions de la population. En d'autres termes, on cherche à voir de quelle manière les conditions sociales de la pratique sont intériorisées par les individus et groupes sociaux qui constituent la population. Les paramètres en entrée du modèle, et qui feront l'objet d'une exploration, sont la structure sociale de la population et la distribution des pratiques au sein de celle-ci. Les sorties du modèle sont les valeurs moyennes des dispositions au sein des différentes catégories sociales (CSP), exprimées sous la forme de probabilités de pratique. Le modèle fonctionne pour une seule pratique et représente deux types d'entités, l'espace social et les individus qui y sont projetés. Enfin, concernant la gestion du temps, celui-ci est représenté de manière discrète, sous forme de pas de temps (steps), correspondant à l'enchaînement de trois procédures : prise de décision (engagement ou non dans la pratique) par les individus, mise à jour des conditions sociales de la pratique, et intériorisation des conditions. Le modèle étant construit dans un but exploratoire plus que prédictif, la durée du pas de temps (jour, semaine, mois...) n'est ainsi pas fixée de manière concrète et la durée d'une simulation est déterminée par l'expérimentateur. La Figure 10 présente le diagramme des processus mis en œuvre au cours d'une simulation. Nous précisons ici que ce schéma s'applique aux trois modèles qui ont été développés<sup>40</sup>.

---

40 Les trois modèles ont été implémentés dans la plate-forme Net Logo 5.0.3 (Wilenski, 1999).

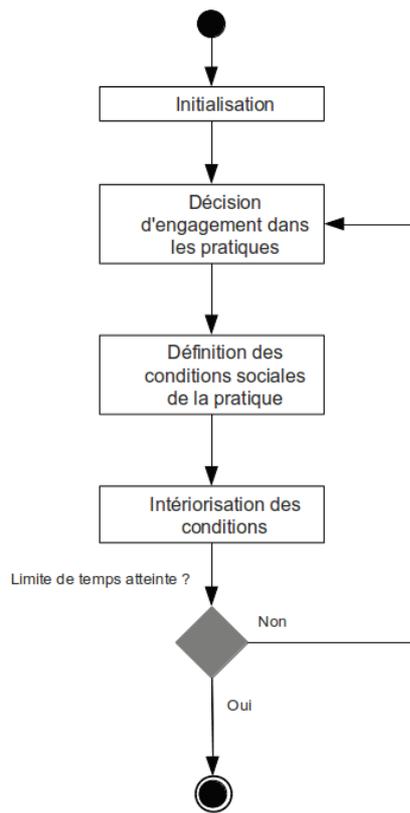


Figure 10: Ordonnement des processus : diagramme de transition

#### 4.1.2 Entités : espace social et individus

La population est constituée d'individus (agents) issus de trois classes sociales hiérarchisées selon le volume de capital. De cette classe est déduite la position sociale des agents, définie par un volume et une structure de capital, qui permet de les localiser dans l'espace social (environnement). Ce dernier est de forme carrée, est composé de 400 cellules ou *patches* (20 x 20) (voir Figure 11). On rappellera ici que la structure du capital fait référence aux deux espèces principales de capital que sont le capital économique et le capital culturel, qui ne sont pas explicitement représentées dans le modèle. Une précision importante est que la position des individus sur les deux dimensions est relative : on ne définit pas d'unité de mesure du capital, mais uniquement la position des agents les uns par rapport aux autres.

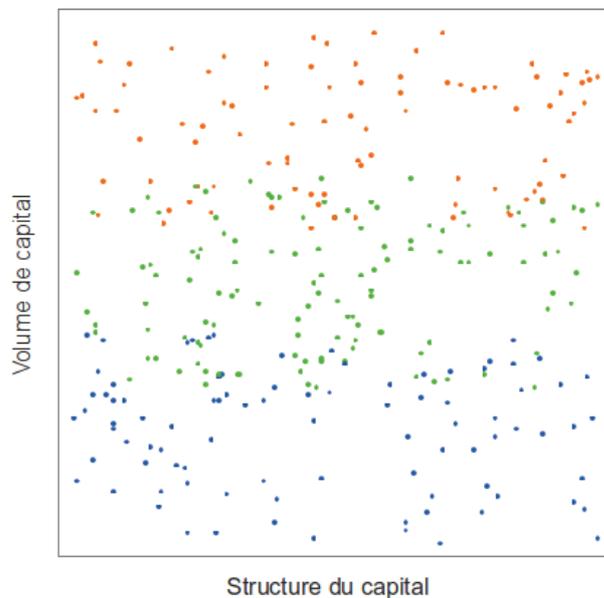


Figure 11: Localisation des individus et des trois groupes sociaux dans l'espace social

#### 4.1.3 Caractéristiques des individus : dispositions et pratiques

En sus de leur position sociale, les individus sont caractérisés par des dispositions relatives à une pratique donnée, et par le fait d'être engagés ou non dans cette pratique. Les dispositions sont à l'origine des représentations et pratiques. L'habitus (système de dispositions), cependant, « ne détermine pas les pratiques mais ouvre un domaine du probable » (Paradeise, 1981, p. 638). Au contraire d'une conception de l'habitus constitué par une petit nombre de dispositions « transposables » (Bourdieu, 1980a), l'hypothèse sur laquelle se base ce modèle est celle d'un acteur portant une pluralité de dispositions acquises dans différents contextes de socialisation (Lahire, 1998)<sup>41</sup>. Ainsi, s'il y a certainement des dispositions « générales » caractérisées par une relative transférabilité, on peut imaginer que certaines dispositions soient plus spécifiques et non-transposables, se rapportant à, et s'activant dans, un contexte ou une activité en particulier.

41 P. Bourdieu suggère que les dispositions sont transposables et transférables d'une situation à une autre (approche généralisante d'accomodation des schèmes) alors que B. Lahire opte pour une vision d'une multiplicité de dispositions attachées à des situations et contextes particuliers (schèmes spécifiques, et généraux partiellement transférables) (pour une discussion plus détaillée on pourra se référer à Lahire, 1998, Acte I, Scène III, p. 82-106).

Plus concrètement, la vision adoptée est celle d'un individu porteur d'un ensemble de dispositions qui se rapportent chacune à une pratique donnée. On considère que, traduisant une inclination vis-à-vis d'une pratique donnée, une disposition (à la manière des attitudes par exemple) peut se quantifier sur une échelle d'intervalle. Au travers de leurs dispositions, les individus sont donc positionnés par rapport aux différentes pratiques. Cette position peut être ainsi négative (distante de la pratique), positive (proche de la pratique) ou neutre ou ambivalente (Facione, 2000). D'un point de vue opérationnel, une disposition  $D$ , définie sur l'ensemble des réels, s'associe à une probabilité  $D'$  de pratique telle que :

$$D' = \frac{1}{1 + k \cdot \exp(-r \cdot D)}$$

respectivement la position du point d'inflexion et la pente de la tangente à ce point d'inflexion. Le choix d'une fonction de type logistique repose sur deux hypothèses qui sont d'une part, que les dispositions peuvent être infiniment fortes ou infiniment faibles, et d'autre part, qu'une variation des dispositions dans des valeurs extrêmes n'entraîne qu'une faible variation de la probabilité de pratique associée.

#### 4.1.4 Caractéristiques de l'espace social : conditions sociales de la pratique

L'habitus est le produit des conditions sociales passées de l'individu que ce dernier a intériorisé progressivement au travers de ses diverses expériences de socialisation, en fonction des positions sociales occupées. Ainsi, « des ensembles d'agents occupant des positions semblables qui, placés dans des conditions semblables et soumis à des conditionnements semblables, ont toutes les chances d'avoir des dispositions et des intérêts semblables, donc de produire des pratiques et des prises de position semblables » (Bourdieu, 1984, p. 4). Les conditions sociales de la pratique sont donc définies, en tout point de l'espace social et à chaque instant, par la structure des pratiques dans cet espace, c'est-à-dire leur distribution en fonction de la position des agents qui y sont ou non engagés.

Dans *La Distinction*, P. Bourdieu (1979a) met en évidence des stratégies de distinction<sup>42</sup> mises en œuvre notamment par les classes supérieures qui chercheraient, en adoptant des pratiques plus rares donc plus distinctives, à se différencier des classes dominées. Les

---

42 Le terme « distinction » est employé par P. Bourdieu dans le sens d'une différenciation par le goût légitime (le bon goût, défini comme étant le goût des classes dominantes).

pratiques de ces dernières n'étant alors principalement guidées que par la volonté de se conformer au modèle de pratiques dominant, ou par la « nécessité » dans le cas des classes populaires. La posture soutenue dans ce modèle diffère en ce que le processus de distinction s'applique à l'ensemble des catégories sociales : les pratiques des classes dominées seraient également adoptées en vue de se différencier des classes dominantes. Cette hypothèse ne semble pas irréaliste à première vue et pourrait expliquer l'apparition de certaines pratiques culturelles ailleurs que dans les catégories sociales supérieures (on peut notamment penser au *rap*, au *hip-hop* ou encore au *street art*).

Suivant le mécanisme de distinction, les conditions (qui seront par la suite intériorisées) se construisent donc par des oppositions entre positions ou classes sociales : ce n'est ainsi pas tant l'intensité d'une pratique dans une région de l'espace social qui importerait que le différentiel d'intensités entre une position donnée et les autres positions de l'espace. Plus concrètement, les individus étant distribués dans ce dernier en fonction du volume et de la structure de leur capital, on peut les représenter sous forme d'un nuage de points (voir Figure 11). L'idée est d'appliquer une technique de lissage spatial de données ponctuelles à l'espace social afin « de révéler les structures spatiales sous-jacentes » (Banos, 2001), à savoir, la structure des pratiques dans le cas qui nous intéresse. La question de la délimitation des classes sociales est ainsi évacuée, en montrant que le découpage en classes n'est pas le « seul moyen de manifester la structure de l'espace social » (Bourdieu, 1984, p. 4).

La stratégie (non-consciente) adoptée par les agents est qu'ils tendent à se conformer aux pratiques des individus qui leur sont socialement proches tout en se distinguant des pratiques des individus et groupes distants. Les conditions attachées à une position de l'espace se construisent donc selon un double mécanisme « d'assimilation - distinction » (Kang et al., 2011)<sup>43</sup>, ou encore « d'assimilation - rejet », le premier se caractérisant par une intensité qui décroît avec la distance, le second par une intensité qui croît avec la distance (Figure 12). On pose l'hypothèse que l'intensité de ces forces ne varie pas de manière linéaire avec la distance. La forme convexo-concave adoptée par les fonctions permet de tenir compte, comme dans l'espace géographique, du caractère « flou » que peut revêtir la notion de distance. Dans un premier temps, l'intensité n'augmente ou ne diminue que de manière progressive (on reste

---

43 La différence majeure avec le travail cité ici est que, dans le cas présent, on ne se situe pas dans une perspective interactionniste : les agents n'agissent pas (directement ou indirectement) les uns sur les autres, mais en relation avec la structure.

dans le domaine du « proche ». On atteint ensuite une zone intermédiaire, pour laquelle la variation de l'intensité est plus forte, puis les variations s'estompent progressivement en arrivant dans la zone « lointaine ».

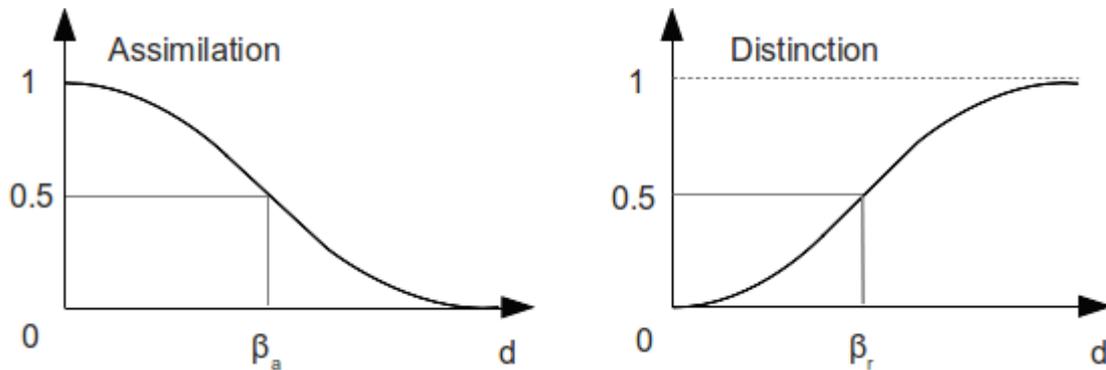


Figure 12: Fonctions d'assimilation et de distinction (rejet) en fonction de la distance dans l'espace social

Ces fonctions sont de la forme  $A_j = \exp(-\alpha_a \cdot d_{ij}^2)$  pour l'assimilation et  $R_j = 1 - \exp(-\alpha_r \cdot d_{ij}^2)$  pour le rejet, où  $d_{ij}$  est la distance euclidienne entre l'individu  $i$  et un point de l'espace  $j$  et  $\alpha_a$  et  $\alpha_r$  sont les paramètres de la fonction définissant la distance à laquelle l'intensité est égale à la moitié de la valeur maximale (pseudo-rayon). Elles sont définies sur l'ensemble des réels positifs (distance) et les valeurs en sortie sont comprises respectivement dans les intervalles de valeurs  $]0 ; 1]$  et  $[0 ; 1[$ .

Les paramètres  $\alpha_a$  et  $\alpha_r$  sont calculés tels que  $\alpha_f = \ln(0,5) / \beta_f^2$  où  $f = \{a; r\}$  et  $\beta$  représente le pseudo-rayon, distance à laquelle l'intensité de l'assimilation  $a$  ou du rejet  $r$  est égale à 0,5. On pose de plus l'hypothèse que le volume de capital pourrait être plus discriminatoire que la structure de ce dernier : l'intensité de l'assimilation ou de la distinction diminuant ou augmentant plus rapidement avec la distance sur l'axe du volume de capital par rapport à l'axe de la structure. Pour représenter ce phénomène, le pseudo-rayon des fonctions prend alors la forme d'une ellipse (Figure 13). On calcule donc  $\beta$  tel que :

$$\beta = \sqrt{(\beta_s \cdot \sin \theta)^2 + (\beta_v \cdot \cos \theta)^2}$$
 où  $\theta$  est l'angle formé par les vecteurs  $\vec{V}$  et  $\vec{IJ}$ ,  $\vec{V}$  étant l'axe des ordonnées (volume de capital), et  $\beta_s$  et  $\beta_v$  les pseudo-rayons selon les axes de la structure et du volume de capital. Ces paramètres doivent être définis pour les deux fonctions d'assimilation et de rejet, aboutissant à un jeu de 4 paramètres :  $\beta_{s,a}$ ,  $\beta_{s,r}$ ,  $\beta_{v,a}$  et  $\beta_{v,r}$ .

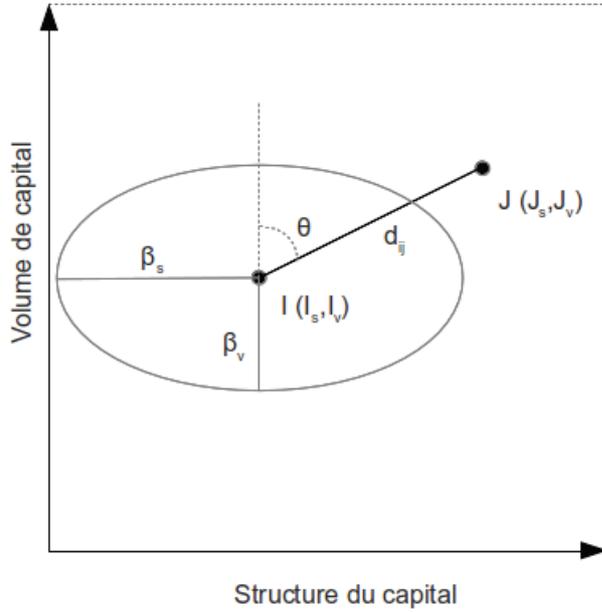


Figure 13: Représentation de l'espace social et du pseudo-rayon de la fonction d'assimilation-distinction

En considérant que le mécanisme d'assimilation-distinction fonctionne à la fois sur la pratique et la non-pratique d'une activité  $P$ , nous pouvons calculer en tout point de l'espace  $j$  :

- l'assimilation et le rejet de la pratique de  $P$  tels que :  $A_j^{P=1} = \sum_{i=1}^N \exp(\alpha_a d_{ij}^2) \cdot P_i$  et

$R_j^{P=1} = \sum_{i=1}^N (1 - \exp(\alpha_a d_{ij}^2)) \cdot P_i$  où  $N$  est le nombre d'agents présents dans l'espace social,  $P_i = 1$  si  $i$  est pratiquant et  $P_i = 0$  si  $i$  n'est pas pratiquant,

- et de la même manière, l'assimilation et le rejet de la non-pratique de  $P$  tels que :

$A_j^{P=0} = \sum_{i=1}^N \exp(\alpha_a d_{ij}^2) \cdot P_i$  et  $R_j^{P=0} = \sum_{i=1}^N (1 - \exp(\alpha_a d_{ij}^2)) \cdot P_i$  avec  $P_i = 0$  si  $i$  est pratiquant et  $P_i = 1$  si  $i$  n'est pas pratiquant.

Les conditions  $C_j$  de la pratique de  $P$  en  $j$  sont alors définies comme la différence entre les différences normalisées des assimilations et des rejets de la pratique et de la non-pratique (qui

varient entre -1 et 1 lorsque le nombre de pratiquants est respectivement égal à 0 ou à  $N$ ) :

$$C_j = \frac{A_j^{P=1} - A_j^{P=0}}{A_j^{P=1} + A_j^{P=0}} - \frac{R_j^{P=1} - R_j^{P=0}}{R_j^{P=1} + R_j^{P=0}}$$

L'indicateur de conditions  $C_j$  est donc limité entre -2 (conditions très peu favorables) et 2 (conditions très favorables), valeurs qu'il n'atteint jamais puisque lorsque les pratiquants ou non-pratiquants représentent la totalité de la population, les conditions deviennent nulles et le mécanisme d'assimilation-rejet ne fonctionne plus (absence de distinction sociale). Définies en tout point de l'espace, les conditions peuvent être représentées à chaque instant de la simulation sous forme d'une surface (Figure 14).

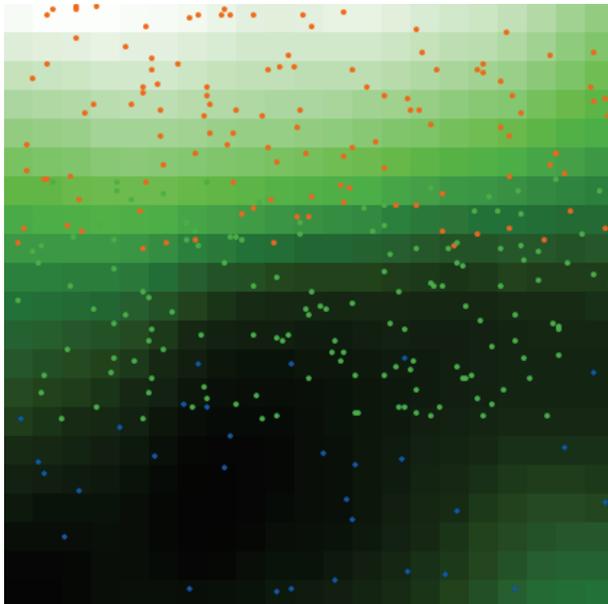


Figure 14: Surface de conditions de la pratique (le dégradé du clair vers le foncé indique un passage de conditions favorables à défavorables ; les points représentent les individus)

#### 4.1.5 Description des processus : prise de décision et intériorisation des conditions

Deux processus sont mis en œuvre, à chaque pas de temps, par l'ensemble des agents. Le premier, qui est la prise de décision (s'engager ou non dans la pratique) dépend des dispositions de l'agent, et plus particulièrement de la probabilité de pratique qui en résulte. La règle d'engagement de l'agent dans la pratique (décision) est basée sur un tirage aléatoire d'une valeur  $r$  sur l'intervalle  $[0 ; 1[$ . Si  $r < D'$ , l'agent s'engage (ou reste engagé) dans la pratique, si  $r \geq D'$ , l'agent ne s'engage pas (ou se désengage) de la pratique. Une fois les pratiques définies pour tous les agents, les conditions sociales de la pratique sont redéfinies pour l'ensemble de l'espace en suivant la procédure présentée dans le paragraphe précédent, puis éventuellement intériorisées par les agents selon le processus décrit ci-dessous.

Le processus d'intériorisation n'est pas mécanique et systématique : il dépend de la relation entre les conditions présentes et l'habitus (dispositions et pratiques). De manière plus concrète, la fonction d'intériorisation est la suivante :

$$D' = D'^{-1} + v \cdot \Delta_D$$

où  $D'$  sont les dispositions au temps  $t$ ,  $D'^{-1}$  les dispositions au temps  $t - 1$ ,  $v$  est un paramètre du modèle déterminant la « vitesse d'intériorisation des conditions », et  $\Delta_D$  les conditions intériorisées, déterminées tel que :

$$\Delta_D = \begin{cases} C_j & \text{si } P_i = 1 \text{ et } C_j \geq 0 \\ 0 & \text{si } P_i = 1 \text{ et } C_j < 0 \\ C_j & \text{si } P_i = 0 \text{ et } C_j < 0 \\ 0 & \text{si } P_i = 0 \text{ et } C_j \geq 0 \end{cases}$$

On considère ici que l'habitus se transforme si et seulement si les pratiques et les conditions présentes sont ajustées l'une à l'autre (conditions favorables et pratique, ou conditions défavorables et non-pratique). Dans le cas contraire, l'habitus ne se transforme pas (effet d'habitude ou de routine). Ainsi, un individu présentant des dispositions extrêmement fortes à

l'égard d'une pratique (probabilité de pratique très élevée) et placé dans des conditions très défavorables n'aura que peu de chances de voir son habitus transformé<sup>44</sup>.

#### 4.1.6 Procédures d'initialisation : structure de la population et distribution des pratiques

L'initialisation du modèle fait appel à deux procédures spécifiques relatives à la structure de la population et à la distribution des pratiques initiales. Pour ce qui est de la structure de la population, les pourcentages respectifs d'individus issus de chaque catégorie sociale sont fixés lors de l'initialisation du modèle. La catégorie sociale de l'individu détermine sa position dans l'espace social selon le volume et la structure du capital détenu, qui sont, lors de l'initialisation du modèle, déterminés aléatoirement en fonction de certaines contraintes. Ces dernières sont basées sur deux hypothèses qui sont que le volume de capital est associé à la catégorie sociale et que la structure du capital, indépendante du volume de capital, est distribuée uniformément dans la population. Si la première hypothèse semble plutôt « réaliste » dans la mesure où capital économique et culturel sont associés aux strates sociales, la seconde peut apparaître comme étant plus discutable. En effet, si pour P. Bourdieu il semblerait que les classes « populaires » soient peu différenciées en termes de structure de capital (1979a), il a par ailleurs été montré qu'il était possible de distinguer, au sein de ces mêmes classes, une fraction à « dominante culturelle » et une fraction à « dominante économique » (Rupp, 1995).

Suivant les deux hypothèses posées précédemment, le volume  $V$  et la structure  $S$  du capital détenu par chaque individu sont déterminés tels que  $S$  soit un nombre aléatoire tiré d'une distribution uniforme sur l'intervalle  $[0 ; 20]$  (soit toute la largeur de l'espace) et  $V$  un nombre aléatoire tiré d'une distribution uniforme sur l'intervalle  $[0 ; 8]$ ,  $[6 ; 14]$  ou  $[12 ; 20]$  selon que la CSP soit respectivement inférieure, intermédiaire ou élevée.

On notera que les intervalles  $[6 ; 8]$  et  $[12 ; 14]$  représentent des zones de « transition » dans lesquelles on peut théoriquement<sup>45</sup> retrouver, dans le premier cas, des individus de la classe inférieure relativement bien dotés en capital et des individus de la classe intermédiaire moins bien dotés en capital, et dans le deuxième cas, des individus de la classe supérieure détenant

---

44 Du fait de la fonction logistique utilisée pour définir les probabilités, ces dernières ne sont cependant jamais nulles.

45 Car la distribution est probabiliste.

relativement peu de capital et des individus de la classe intermédiaire bien dotés en capital. Le but de cette superposition d'intervalles est de tenir compte de possibles trajectoires sociales d'individus (mobilité ascendante ou descendante) pour lesquels la position en termes de volume et de structure de capital ne reflète que partiellement la catégorie sociale occupée.

La distribution des pratiques au sein de la population, et plus précisément, au sein des différentes catégories sociales constitue le second paramètre clé ce modèle. Il consiste à établir, pour chacune des catégories sociales, les proportions d'individus engagés dans une pratique donnée lors de l'initialisation. Ne disposant pas des données empiriques nécessaires pour situer ces individus, au sein de leur classe, en fonction du volume et de la structure de leur capital, la sous-population de pratiquants est tirée au hasard parmi l'ensemble des individus de chaque catégorie sociale. La suite de la procédure consiste à déterminer les dispositions initiales des individus. Selon qu'ils soient engagés ou non dans la pratique, une valeur aléatoire est tirée dans une loi semi-normale (moyenne = 0, écart-type = 2) respectivement positive (probabilité de pratique résultante supérieure ou égale à 0,5) ou négative (probabilité de pratique inférieure ou égale à 0,5). L'hypothèse sous-jacente à ce choix est qu'à l'adolescence les dispositions de l'individu ne sont pas encore totalement formées, la probabilité d'observer des valeurs extrêmes étant alors plus faible que d'observer des valeurs neutres.

## 4.2 Modèle 2 : une dynamique de dispositions dans l'espace géographique

### 4.2.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps

Aux dimensions sociales (position sociale) et socio-cognitives (dispositions) introduites précédemment, l'idée de ce second modèle est d'intégrer en plus une dimension spatiale explicite. Les individus ne sont plus seulement situés dans un espace social, mais également dans un contexte géographique donné, dont on a vu auparavant qu'il est, au même titre que le contexte social, en relation avec les pratiques. L'objectif de ce second modèle est d'explorer les relations entre contexte géographique (dimension spatiale) et la dynamique des dispositions en lien avec la mobilité quotidienne. Ces dernières renvoient plus particulièrement à l'utilisation de différents modes de transport : la marche, le vélo, les

transports en commun et la voiture. On considère que les agents doivent se rendre sur le lieu d'une unique activité obligatoire et fixe dans le temps et l'espace, qui est la même pour tous les agents (il s'agira du collège dans le cas qui nous intéresse). Aux entrées du modèle précédent (structure de la population et distribution des pratiques) vient se rajouter la possibilité de modéliser différents types d'environnements géographiques. Les sorties du modèle et la gestion du temps sont identiques au modèle précédent, la différence entre les deux modèles réside dans la prise en compte explicite d'une dimension spatiale, qui intervient dans le processus de décision.

#### 4.2.2 Entités et échelles spatiales

Ce modèle intègre, en plus des entités déjà présentes dans le premier modèle (espace social et individus), deux types d'entités spatiales : les lieux d'activités et les arrêts de transports en commun. Les individus sont ainsi, en plus d'être positionnés dans l'espace social et caractérisés par des dispositions et des pratiques, localisés dans l'espace géographique (voir Figure 15). Cet espace, de forme rectangulaire<sup>46</sup>, est constitué de *patches* (100 x 20), dont l'échelle varie selon le type d'espace (urbain : 50 m, rural : 150 m). La taille de la zone représentée est donc de 1 x 5 km et 3 x 15 km respectivement pour le contexte urbain et rural. L'espace est constitué de 5 sous-espaces (20 x 20 *patches*) qui représentent des zones de peuplement (quartiers en milieu urbain, ville ou villages en milieu rural) définies par rapport à la distance au lieu d'activité.

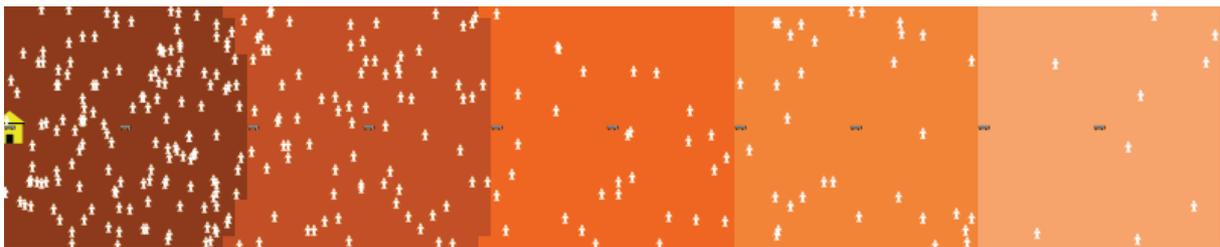


Figure 15: Vue de l'environnement du modèle 2 : distribution des individus (blanc), du lieu d'activité (jaune) et des arrêts de transport en commun (gris)

<sup>46</sup> L'idée est de modéliser un transect en distribuant les entités le long de celui-ci.

#### 4.2.3 Description du processus de décision : une maximisation de l'accessibilité

Ce processus aboutit à la décision des agents d'utiliser tel ou tel mode de transport pour se rendre sur le lieu d'activité. On suppose que, du fait de contraintes institutionnelles, l'activité est fixe dans le temps et dans l'espace pour l'ensemble des individus. On suppose de plus que plusieurs modes de transport peuvent être utilisés au cours d'une certaine période de temps (semaine, mois, année).

L'approche adoptée repose sur le concept d'accessibilité socio-cognitive, cette dernière étant définie, rappelons-le, en tant que probabilité, par la relation entre les « dispositions de l'individu et les dispositions de l'espace physique » (Ramadier, 2010, p. 90), et se construit sur un principe de « maximisation de la familiarité cognitive des lieux en s'appuyant sur le principe du remplacement<sup>47</sup> » (Ramadier, 2011, p. 8). Plus succinctement, le principe est celui d'une maximisation de l'accessibilité socio-cognitive. Une précision importante à souligner est que la différence entre le modèle présenté ici et la définition précédente se situe dans le phénomène que l'on cherche à expliquer, à savoir l'utilisation de tel ou tel mode de transport et non pas la fréquentation de tel ou tel lieu. En d'autres termes, on s'interroge sur la question de l'accessibilité aux pratiques plutôt qu'aux lieux en eux-mêmes. D'un autre côté, les pratiques et les activités étant localisées dans le temps et dans l'espace, il peut sembler difficile de faire l'économie de la mise en relation de ces deux questions. L'accessibilité socio-cognitive se construit sur la base de l'intériorisation des significations environnementales des lieux, qui sont définies, en tant que catégories spatiales, par rapport à la position sociale du groupe ou de l'individu. Dans le cas qui nous intéresse, on a vu que la distance physique est l'un des facteurs les plus fréquemment associés aux pratiques de mobilité quotidienne. On peut ainsi raisonnablement imaginer que la distance physique, ou plutôt l'accessibilité spatio-temporelle, dans la mesure où l'espace et le temps sont indissociables, participe, pour l'individu, à la construction de la signification de lieux, dont « proche » ou « lointain » forment par exemple des catégories qui ne sont pas identiques pour tous les groupes et individus.

L'hypothèse selon laquelle fonctionne le processus de décision est que ce dernier repose, non pas sur une maximisation de l'utilité comme c'est le cas dans l'approche économétrique, mais

---

<sup>47</sup> Défini comme « un déplacement géographique qui aurait pour principe de minimiser la distance socio-spatiale entre le lieu de départ et le lieu de destination, afin de renforcer la familiarité cognitive du lieu de destination » (Ramadier, 2010, p. 81).

sur une maximisation de l'accessibilité<sup>48</sup>. Cette dernière est définie par la relation entre la probabilité d'utilisation d'un mode de transport  $D'_m$  (dérivée des dispositions) et un indicateur d'accessibilité spatiale  $A_m$  (ou conditions spatiales) dont le calcul est présenté dans la section suivante. La relation entre dispositions et conditions spatiales (l'accessibilité) peut être calculée telle que :  $A_m = D'_m \cdot A_m$ , en supposant que les deux termes  $D'_m$  et  $A_m$  n'ont pas plus d'importance l'un que l'autre (poids égaux). Cet indicateur varie sur l'intervalle de valeurs ]0 ; 1]. La prise de décision, ou plutôt les prises de décisions, s'effectuent par le tirage de quatre probabilités, un pour chacun des modes de transports considérés. La probabilité  $p_m$  d'utiliser

un mode  $m$  est calculée telle que : 
$$p_m = \frac{A_m}{\max(A_m)} \quad \forall m \in \{w, b, p, c\}$$

où la normalisation par  $\max(A_m)$  permet de représenter d'une part le fait que l'activité soit obligatoire (au moins un mode sera utilisé) et d'autre part que la décision repose sur un principe de maximisation de l'accessibilité. Le nombre de modes de transport pouvant être utilisés par un agent est ainsi compris entre un et quatre.

#### 4.2.4 Procédures d'initialisation : distributions spatiales, caractéristiques des individus et définition des conditions spatiales

Si le modèle a été initialement pensé pour permettre l'exploration de différents contextes géographiques en caractérisant ces derniers par des distributions distinctes d'individus, d'activités et d'équipements collectifs, la version proposée ici ne permet pas de faire varier ces paramètres. Ainsi, la localisation du lieu d'activité et des arrêts de transports en commun reste fixe d'une simulation à l'autre. Seule la distribution des individus dans l'espace est quant à elle partiellement variable. Les paramètres qui se rapportent à ces distributions sont présentés par la suite. Les individus sont caractérisés de la même manière que pour le modèle précédent, à la seule différence que les pratiques et dispositions sont fixées pour les quatre modes de transport, et non pas pour une seule pratique.

L'indicateur d'accessibilité spatio-temporelle est ensuite calculé à partir du temps de trajet entre  $i$  (lieu de départ, résidence par exemple) et  $j$  (lieu d'arrivée, activité) avec un mode de

<sup>48</sup> Le qualificatif « socio-cognitive » est ici volontairement supprimé dans la mesure où il fait référence directement aux dispositions, occultant la dimension spatiale de l'accessibilité. L'absence de qualificatif au terme « accessibilité » renvoie ainsi à un concept multi-dimensionnel (ici spatial et socio-cognitif).

transport  $m$ . Ce calcul ne s'effectue qu'à l'initialisation du modèle, et l'indicateur n'évolue pas durant une simulation. On considère que les agents sont en possession d'une information complète et capables d'estimer parfaitement les temps de trajet. On notera que cette hypothèse de parfaite rationalité est en totale contradiction avec la position théorique adoptée dans ce travail. Elle est néanmoins ici un moyen d'objectiver l'espace géographique, et est en partie atténuée par la fonction d'accessibilité spatio-temporelle utilisée (voir ci-dessous) et surtout par le fait que le temps de trajet ne constitue pas l'unique critère de décision.

Les temps de trajet entre  $i$  et  $j$  sont calculés, pour chacun des modes, de la manière suivante :

- $t_{ij}^w = d_{ij} / s^w$  où  $d_{ij}$  est la distance entre  $i$  et  $j$  et  $s^w$  la vitesse de déplacement à pied,
- $t_{ij}^b = d_{ij} / s^b$  où  $d_{ij}$  est la distance entre  $i$  et  $j$  et  $s^b$  la vitesse de déplacement en vélo,
- $t_{ij}^p = \begin{cases} d_{ik} / s^w + d_{kl} / s^p + d_{lj} / s^w & \text{si } k \neq l \\ 600 & \text{si } k = l \end{cases}$  où  $d_{ik}$  est la distance entre  $i$  et  $k$  (arrêt de transport en commun le plus proche de  $i$ ),  $d_{lj}$  est la distance entre  $l$  (arrêt de transport en commun le plus proche de  $j$ ) et  $j$ ,  $d_{kl}$  est la distance entre  $k$  et  $l$  (arrêts de transport en commun),  $s^w$  la vitesse de déplacement à pied,  $s^p$  la vitesse de déplacement du transport en commun. Lorsque  $k$  et  $l$  sont confondus, on assigne au temps de trajet une valeur suffisamment grande (600 minutes) pour signifier que le trajet est irréalisable.
- $t_{ij}^c = d_{ij} / s^c$  où  $d_{ij}$  est la distance entre  $i$  et  $j$  et  $s^c$  la vitesse de déplacement en voiture.

L'accessibilité spatio-temporelle est ensuite définie en tant que potentiel, suivant deux hypothèses. La première est que la probabilité de fréquenter un lieu est en partie dépendante du temps de trajet nécessaire pour s'y rendre<sup>49</sup>, la seconde est que le rapport au temps n'est pas identique pour tous les individus et dans tous les espaces, il est socialement, ou plutôt socio-spatialement défini. L'indicateur se calcule tel que  $A_m = \exp(\alpha \cdot (t_{ij}^m)^2)$  où  $\alpha$  est un paramètre déterminé de telle sorte que  $A_m = 0,5$  quand  $t_{ij}^m = \tau$ ,  $\tau$  étant un paramètre du modèle représentant un temps de trajet de durée « socialement acceptable ». Ce paramètre permet de

---

49 On retrouve ici la conception d'une mobilité spatiale associée à un coût (temporel) qui se traduit en une probabilité « d'interaction », et l'on notera que P. Bourdieu utilise la même conception pour ce qui est de la mobilité dans l'espace social (Bourdieu, 1984, p. 4).

tenir compte du fait que le rapport au temps n'est pas le même pour tout le monde et dans tous les espaces<sup>50</sup>. Dans le modèle présenté ici, il est cependant uniquement fixé selon le type d'espace (urbain ou rural), et reste fixe le temps de la simulation. On pourra par ailleurs noter que, comme dans le cas de l'espace social, l'exposant de la distance (ici le temps de trajet) est arbitrairement fixé à 2. L'idée est, comme précédemment, de caractériser la distance de manière « floue ».

### 4.3 Modèle 3 : une dynamique des dispositions dans le contexte d'un programme d'activités situées dans le temps et l'espace

#### 4.3.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps

L'objectif de ce troisième modèle est d'explorer les relations entre espace social, espace géographique et dispositions dans un contexte de programme d'activité simplifié. Il vise à intégrer la relation entre pratiques de mobilité et d'activités, notamment au travers de contraintes spatio-temporelles. Les entrées du modèle (structure de la population, distribution des pratiques, contexte géographique) sont identiques aux modèles précédents. La différence avec ce dernier étant que l'on considère deux activités distinctes. La première,  $P^1$ , fixe dans le temps et dans l'espace, et obligatoire du point de vue institutionnel (cas du second modèle), et la seconde,  $P^2$ , que l'on pourrait qualifier dans le sens commun de « facultative », qui est fixe dans le temps (contrainte institutionnelle) mais pas nécessairement dans l'espace (plusieurs lieux d'activité possibles). Aux sorties de modèle déjà présentes (dispositions transformées en probabilités moyennes de pratiques selon les trois catégories sociales), vient se rajouter les pourcentages d'individus engagés dans la pratique de  $P^2$  ainsi que les dispositions moyennes relatives à cette pratique dans les trois catégories de population. La gestion du temps est là encore traitée de manière discrète et non-explicite. Le processus de décision intègre, en plus de la décision relative à l'utilisation de tel ou tel mode ou de transport pour se rendre sur le lieu de l'activité  $P^1$ , une seconde décision, non-indépendante de la première, qui consiste à définir l'engagement ou le non-engagement dans la pratique de  $P^2$  ainsi que le mode de transport éventuellement utilisé.

---

50 Un trajet de 30 minutes n'a, par exemple, probablement pas la même signification en milieu urbain et en milieu rural.

### 4.3.2 Entités modélisées et caractéristiques

A la manière du précédent, ce modèle intègre un espace social (implicitement modélisé) et un espace géographique dans lequel sont localisés les individus, des arrêts de transports en commun, un lieu d'activité  $P^1$ , et des lieux de pratique de l'activité  $P^2$  (voir Figure 16). En plus des caractéristiques déjà présentées précédemment, les individus et l'environnement sont donc également caractérisés respectivement par des dispositions à la pratique de l'activité  $P^2$  et une distribution spatiale des lieux où se pratique cette dernière.

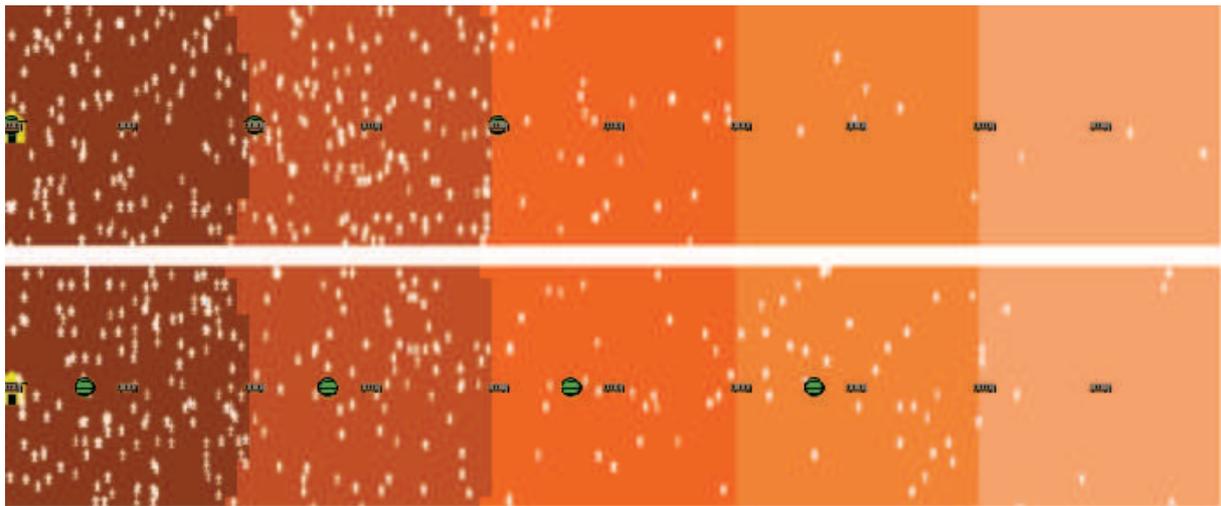


Figure 16: Modèle 3 : localisation des individus (blanc), lieux d'activités P1 (jaune) et P2 (vert) et arrêts de transports en commun (gris) dans le contexte urbain (haut) et rural (bas)

### 4.3.3 Description du processus de décision

Le processus de décision aboutit à la constitution d'un programme d'activités, qui est planifié en fonction de contraintes spatio-temporelles, des dispositions de l'individu à utiliser les différents modes de transport, et des dispositions à la pratique des activités elles-mêmes. On pourrait objecter ici que l'emploi des termes « programme d'activité » et « planification » renvoie aux notions de choix et de calcul rationnel, et est donc en complète contradiction avec le modèle théorique adopté. Il a cependant été montré qu'environ 50 % des décisions spatio-temporelles sont issues soit de routines, soit d'une programmation (Ramadier, 2010, p. 66), et en supposant que la routine relève également d'une planification (plus ou moins inconsciente),

l'idée d'un processus de décision basé sur un programme d'activité ne semble pas aussi incohérente que l'on pourrait le penser.

Le processus de décision se déroule en deux temps. Dans une première étape, le ou les modes de transports  $m$  utilisés pour se rendre sur le lieu de l'activité  $P^1$  sont définis. Ce processus est identique à celui présenté dans le modèle précédent. La seconde étape consiste à définir l'accessibilité à la seconde activité  $A_{mm'}^{P^2}$ , (ou entre d'autres termes, la probabilité d'accès) pour l'ensemble des combinaisons de modes de transport  $m$  et  $m'$  possibles,  $m'$  étant le mode de transport utilisé pour se rendre de  $P^1$  à  $P^2$ . Le nombre de combinaisons possibles est de 16 (quatre modes de transport possibles pour chaque activité) et  $A_{mm'}^{P^2}$  se calcule tel que  $A_{mm'}^{P^2} = M_{mm'}^{P^2} \cdot p(P^2)$  où  $M_{mm'}^{P^2}$  est un indicateur traduisant l'inclusion ou la non-inclusion de la combinaison  $mm'$  dans l'ensemble des possibles et  $p(P^2)$  la probabilité de pratique de  $P^2$  qui découle, comme dans les modèles précédents, des dispositions  $D^{P^2}$  relatives à cette pratique.

$M_{mm'}^{P^2}$  se détermine tel que  $M_{mm'}^{P^2} = \begin{cases} 1 & \text{si } r < p(m'|P_m) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$ , où  $r$  est un nombre aléatoire

tiré d'une distribution uniforme sur  $[0 ; 1[$  et  $p(m'|P_m)$  est la probabilité conditionnelle d'utilisation de  $m'$  connaissant la pratique  $m$ . Cette dernière s'estime telle que

$p(m'|P_m) = \begin{cases} p(m') \cdot A_{mm'}^{a_1 a_2} & \text{si } P_m = 1 \\ 0 & \text{si } P_m = 0 \end{cases}$  où  $p(m')$  est la probabilité d'utilisation du mode  $m'$

déduite des dispositions  $D_{m'}$  de l'individu,  $A_{mm'}^{a_1 a_2}$  est un indicateur d'accessibilité spatio-temporelle variant entre 0 et 1 et basé sur le temps de trajet entre  $a_1$  (lieu d'activité  $P^1$ ) et  $a_2$  (lieu d'activité  $P^2$ ) et  $P_m$  est le résultat du premier processus de décision ( $m$  est utilisé ou non pour se rendre sur le lieu de l'activité  $P^1$ ).

Un tirage de probabilité est finalement effectué pour chaque indicateur d'accessibilité  $A_{mm'}^{P^2}$ , aboutissant ou non à un engagement dans l'activité  $P^2$  et dans des pratiques de mobilité  $P_{m'}$ . Une précision importante à noter ici est que les processus d'évaluation des conditions de la pratique (activité et mobilité) ainsi que d'intériorisation de ces conditions se basent uniquement sur le fait d'être engagé ou non dans les pratiques, et non pas sur le nombre total

d'engagements de chaque individu dans chacune des pratiques (qui peut potentiellement être égal à 16 dans le cas de la pratique de l'activité, et à 5 pour les pratiques de mobilité).

#### 4.3.4 Procédures d'initialisation : lieux d'activités et accessibilité spatio-temporelle

Aux procédures d'initialisation présentes dans le précédent modèle se rajoutent une procédure de création des lieux de pratique de l'activité  $P^2$  (qui restent fixes d'une simulation à l'autre) ainsi qu'une estimation, pour chaque individu, de l'accessibilité spatio-temporelle aux lieux de pratique de  $P^2$ .

L'accessibilité spatio-temporelle  $A_{mm'}^{a_1, a_2}$  aux lieux d'activités  $a_2$  en partant de  $a_1$  est estimée pour chacun d'entre eux et pour chaque combinaison de modes de transport  $m$  et  $m'$  telle que :

$$A_{mm'}^{a_1, a_2} = \begin{cases} \exp(-\alpha_T \cdot (t_{mm'}^{a_1, a_2})^2) & \text{si } T_i > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où  $t_{mm'}^{a_1, a_2}$  est le temps de trajet pour aller, avec le mode  $m'$ , de  $a_1$  à  $a_2$  puis de  $a_2$  à  $a_1$  (lieu de résidence de  $i$ ) en considérant que  $m$  a été utilisé pour se rendre de  $a_1$  à  $a_2$ ,  $T_i$  le temps dont dispose l'individu  $i$  pour se rendre sur le lieu de l'activité  $P^2$  puis revenir au domicile à la fin de l'activité. Le paramètre  $\alpha_T$ , déterminé tel que  $\alpha_T = \ln(0,01)/T_i^2$  calibre la fonction exponentielle de sorte que l'accessibilité spatio-temporelle tende vers zéro lorsque le temps de trajet total tend vers le temps dont dispose l'individu. La contrainte  $T_i > 0$  exprime le fait que, lorsque la durée conjointe du trajet et de l'activité excède le temps disponible, la pratique de  $P^2$  en  $a_2$  n'est objectivement plus possible.

On notera que plutôt que de déterminer des horaires fixes pour chaque activité comme il a pu être proposé par ailleurs (voir par exemple Arentze, Pelizaro et Timmermans, 2010), seule une contrainte temporelle relative au temps de trajet total  $T_i$  est modélisée. Celle-ci est définie par rapport à  $T_G$  un paramètre du modèle représentant le temps dont l'on suppose que tous les individus disposent pour leurs trajets lorsqu'ils sont engagés dans une pratique.

On remarquera de plus que la fonction d'accessibilité pour l'activité  $P^2$  est calibrée par rapport à une limite « objective » de temps, alors que pour l'activité  $P^1$ , la fonction est calibrée par

rapport à un temps de trajet « acceptable ». Deux raisons sous-tendent ce choix. La première est que, pour  $P^l$ , on suppose que les individus peuvent adapter les heures de départ du domicile en fonction du trajet, alors que dans l'autre cas, le trajet est principalement dépendant des horaires de pratique de  $P_2$ . La seconde, d'ordre pratique, est que l'absence de données relatives aux lieux de pratiques fréquentés et aux temps de trajet vers ceux-ci ne permettait pas la même forme de calibrage que pour  $P^l$ .

Le temps de trajet  $t_{mm'}^{a_1 a_i}$ , ainsi que le temps disponible  $T_i$  sont dépendants de contraintes relatives aux modes de transport utilisés. Différentes hypothèses ont ainsi été posées. On admettra d'abord, afin de limiter le nombre théorique de possibilités à traiter, que le mode de transport pour se rendre de  $a_1$  à  $a_2$  puis de  $a_2$  à  $a_i$  reste le même (le modèle ne permet pas, par exemple, de se rendre sur le lieu d'activité  $a_2$  en voiture puis de rentrer au domicile à pied). On supposera de plus, dans le cas du vélo, que ce dernier ne peut être laissé sur le lieu d'activité  $a_1$  et que, lorsqu'il n'a pas été utilisé, qu'il se trouve au domicile de l'individu. Pour l'individu utilisant ce mode de transport et devant se rendre sur  $a_2$ , cela se traduit concrètement par une obligation de passer par le lieu de domicile soit pour le déposer (en cas de changement de mode), soit pour le récupérer. Finalement, on considérera que les temps de trajet sont toujours calculés en prenant en compte les arrêts de bus  $k_1$ ,  $k_2$  et  $k_i$  les plus proches des lieux d'activités  $a_1$  et  $a_2$  et du domicile  $a_i$ , et que le temps d'attente aux arrêts sont nuls. Le Tableau 11 présente ces différentes contraintes sous une forme opérationnelle ainsi que le calcul détaillé des temps de trajet en fonction des combinaisons de modes de transport ( $s_w$ ,  $s_b$ ,  $s_p$  et  $s_c$  sont les vitesses de déplacement à pied, en vélo, en transports en commun et en voiture).

Une fois l'indicateur d'accessibilité spatio-temporelle estimé pour chaque lieu d'activité, on retiendra finalement pour chaque combinaison de modes de transport, le lieu d'activité permettant de maximiser l'accessibilité spatio-temporelle. L'hypothèse posée ici est là encore, dans une certaine mesure, en contradiction avec le modèle théorique de l'accessibilité socio-cognitive qui suppose plutôt une maximisation de la familiarité des lieux. Dans le cas qui nous intéresse, elle n'est en revanche pas complètement opposée à certains résultats empiriques qui suggèrent notamment que les activités et la mobilité des adolescents sont principalement localisées autour de leurs lieux de domicile et de scolarisation (Massot et Zaffran, 2007; Ramadier et al., 2007).

$m$	$m'$	Temps de trajet $t_{mm'}^{a_1 a_i}$	$T_i$
M		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_w$	$T_G$
Ve		$2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_b$	$T_G - (d_{a_1 a_i} / s_w)$
M	TC	$\begin{cases} [(d_{a_1 k_1} + d_{k_1 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 = k_i \\ [(d_{a_1 k_1} + 2 \cdot d_{k_2 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_2} + d_{k_2 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 \neq k_i \end{cases}$	$T_G$
V		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_c$	$T_G$
M		$2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_w$	$T_G - (d_{a_1 a_i} / s_w)$
Ve		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_b$	$T_G$
Ve	TC	$\begin{cases} 2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_w & \text{si } k_2 = k_i \\ [(2 \cdot d_{k_2 a_2} + 2 \cdot d_{k_1 a_i}) / s_w] + [2 \cdot d_{k_2 k_i} / s_p] & \text{si } k_2 \neq k_i \end{cases}$	$T_G - (d_{a_1 a_i} / s_b)$
Vo		$2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_c$	$T_G - (d_{a_1 a_i} / s_b)$
M		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_w$	$T_G$
Ve		$2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_b$	$T_G - (d_{a_1 k_1} + d_{k_1 a_i}) / s_w - (d_{k_1 k_i} / s_p)$
TC	TC	$\begin{cases} [(d_{a_1 k_1} + d_{k_1 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 = k_i \\ [(d_{a_1 k_1} + 2 \cdot d_{k_2 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_2} + d_{k_2 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 \neq k_i \end{cases}$	$T_G$
Vo		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_c$	$T_G$
M		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_w$	$T_G$
Ve		$2 \cdot d_{a_2 a_i} / s_b$	$T_G - (d_{a_1 a_i} / s_c)$
Vo	TC	$\begin{cases} [(d_{a_1 k_1} + d_{k_1 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 = k_i \\ [(d_{a_1 k_1} + 2 \cdot d_{k_2 a_2} + d_{k_1 a_i}) / s_w] + [(d_{k_1 k_2} + d_{k_2 k_i}) / s_p] & \text{si } k_2 \neq k_i \end{cases}$	$T_G$
Vo		$(d_{a_1 a_2} + d_{a_2 a_i}) / s_c$	$T_G$

Tableau 11: Détails des calculs de temps de trajet par combinaison de modes de transport (M : marche, Ve : vélo, TC : transports en commun, Vo : voiture)

## 4.4 Paramétrage des modèles

### 4.4.1 Paramètres liés à la population

#### 4.4.1.1 Taille et structure de la population

Dans les trois modèles, la taille de la population est fixée à 300 individus, de sorte qu'il n'y ait pas d'effectifs trop faibles dans les différentes catégories sociales. L'effet de ce paramètre sur les sorties du modèle n'a pas été testé et dans la mesure où la densité d'individus dans les différentes régions de l'espace social peut potentiellement jouer un rôle important sur les résultats des simulations, il devra faire l'objet d'une exploration ultérieure.

Les structures de population testées ont été définies à partir des distributions observées par type de collège dans les données ICAPS. Il a été décidé de se baser sur ces distributions dans la mesure où l'objectif était de modéliser une population d'adolescents fréquentant le même établissement scolaire. Les effectifs et pourcentages d'individus par type de collège (deux collèges par type) et par catégorie sociale sont présentés dans le Tableau 12.

---

	Type	Catégorie sociale (cspsup)			Total
		1	2	3	
1	Rural	21 (9,6)	170 (77,6)	28 (12,8)	219 (100)
2	Rural	16 (10,3)	89 (57,4)	50 (32,3)	155 (100)
3	Urbain, ZEP	54 (22,4)	165 (68,5)	22 (9,1)	241 (100)
4	Urbain, non ZEP	33 (17,6)	106 (56,4)	49 (26,1)	188 (100)
	Total	124 (15,4)	530 (66,0)	149 (18,6)	803 (100)

---

Tableau 12: Effectifs (pourcentages) d'individus selon le type de collège fréquenté

Deux scénarios de structure de population ont été établis sur la base de la représentation des catégories sociales supérieures dans les quatre types de collèges (sous-représentation pour les types 1 et 3, surreprésentation pour les types 2 et 4). En posant l'hypothèse que les individus

qui constituent la classe intermédiaire sont plus proches de la catégorie inférieure (employés par exemple) dans les types de collèges où la classe supérieure est sous-représentée, et à l'inverse, plus proches des catégories supérieures (techniciens par exemple) lorsque ces dernières sont surreprésentées, les structures de population qui ont été testées ont été fixées à 40 – 50 – 10 % (scénario de type « social - ») et 10 – 50 – 40 % (scénario de type « social + ») pour les catégories inférieures, intermédiaires et supérieures.

#### 4.4.1.2 Distribution sociale des pratiques

Les distributions initiales d'individus engagés dans les différents types de pratiques sont issues des données observées, selon la catégorie sociale et le contexte géographique (urbain ou rural), deux variables dont a montré qu'elles étaient associées aux pratiques. Le Tableau 13 présente les pourcentages d'individus engagés dans les différents types de pratiques pour chaque catégorie sociale au sein de chaque contexte géographique.

		CSP					
		1		2		3	
		Urbain	Rural	U.	R.	U.	R.
	Sport	47	60	55	62	69	77
	Marche	74	43	69	39	72	37
Pratiques	Vélo	10	22	17	29	27	35
	TC	36	51	30	53	21	42
	Voiture	28	30	28	31	34	44

Tableau 13: Distribution initiales des pratiques selon la CSP et le contexte géographique (pourcentages d'individus)

#### 4.4.1.3 Distribution spatiale

La distribution spatiale des individus a été basée partiellement sur les distances au collège observées (voir Figure 5). La quasi-totalité (99 %) des individus résidant à moins de cinq kilomètres du collège en milieu urbain, et quinze kilomètres en milieu rural, on précisera ici que le choix du découpage de l'environnement en cinq (plus petit dénominateur commun) sous-espaces ainsi que de l'échelle spatiale a été fait, de manière pragmatique, à partir de la distribution des distances. La proportion de population dans chaque zone a été fixée en fonction des données observées (Tableau 14). La localisation des individus, au sein de chaque sous-espace, est fixée aléatoirement. On notera que, bien que l'on ait montré que CSP et distance au collège étaient liées, la catégorie sociale n'intervient pas, dans ce modèle, dans la localisation géographique des individus. En d'autres termes, il y a absence de ségrégation socio-spatiale.

	Zones									
	1		2		3		4		5	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
D	[0 ; 1]	[0 ; 3]	[1 ; 2]	[3 ; 6]	[2 ; 3]	[6 ; 9]	[3 ; 4]	[9 ; 12]	[4 ; 5]	[12 ; 15]
%	43	50	44	26	10	10	2	11	1	3

D : intervalle de distance (km), % : pourcentage d'individus, U : urbain, R : rural

Tableau 14: Proportions d'individus selon la distance au collège

#### 4.4.2 Paramètres liés à l'environnement

##### 4.4.2.1 Localisation des arrêts de transports en commun

A partir des données collectées sur les arrêts de transports en commun, il a été possible d'estimer le nombre moyen d'arrêts de transports en commun par IRIS urbain (N = 2,4) et commune rurale (N = 1,7) où résidaient les individus étudiés. L'idée étant d'obtenir une vision grossière de la desserte en transport en commun, la distribution spatiale des arrêts n'a en

revanche pas fait l'objet d'une analyse spécifique. On considérera que leur distribution est régulière dans l'espace. Les arrêts de transport en commun sont ainsi localisés, en partant du lieu d'activité et suivant un axe est-ouest, tous les 1500 mètres dans le cas du contexte rural et tous les 500 mètres pour l'environnement urbain, soit un nombre de deux arrêts par sous-espace, qui correspond à peu de choses près aux données empiriques.

#### 4.4.2.2 Distribution des équipements sportifs

Le calibrage de la distribution des équipements sportifs est basé sur l'analyse de données du RES. A la différence des analyses conduites dans la première partie de ce travail, l'indicateur utilisé ici est de nature binaire, traduisant la présence ou non d'une ou plusieurs activités autour du lieu de résidence de l'individu en fonction d'un seuil de distance donné. Le Tableau 15 présente, selon le contexte (urbain ou rural), les pourcentage d'individus pour lesquels au moins une activité est présente en deçà de différents seuils de distances.

Seuil de distance (m)	Urbain	Rural
500	77,2	44,1
1000	97	80,5
2000	100	96,8
5000	100	100

Tableau 15: Distribution spatiale des activités sportives : % d'individus ayant au moins une activité sportive autour du domicile en fonction de seuils de distances

Le nombre et la localisation des équipements sportifs ont été définis par rapport à la distribution spatiale des individus et des lieux de pratique sportive. On constate d'une part, dans un contexte urbain, que 3 % d'individus n'ont pas d'équipements à moins de 1000 mètres de leur domicile et que les zones 4 et 5 comprennent en tout 3 % d'individus (Tableau 15). D'autre part, dans un contexte rural, on constate que 3 % d'individus n'ont pas d'équipements à moins de 2000 mètres de leur domicile et que 3 % résident dans la zone 5. Il a été décidé, de manière pragmatique, de localiser les lieux de pratique de telle sorte que ces critères soient respectés dans chaque contexte, en s'assurant auparavant que la distance au collège est également associée à une moindre présence d'équipements (Tableau 16).

	Seuil de distance	Présence d'un lieu de pratique	Distance moyenne au collège (m)	t Student	ddl	p
Urbain	1 km	Oui	1251,69	7,028	14,86	< 0,001
		Non	2302,46			
Rural	2 km	Oui	4100,04	1,78	11,56	0,10
		Non	6301,79			

Tableau 16: Distances moyennes au collège en fonction de la présence de lieux de pratique

Ces résultats nous permettent de considérer que les individus les plus éloignés du collège sont également les moins bien desservis en lieux de pratiques autour de leur lieu de résidence. En termes d'implémentation de ce résultat dans le modèle, il a donc été décidé de localiser les activités de sorte que, dans le contexte urbain, les individus des zones 4 et 5 soient situés à au moins un kilomètre du lieu de pratique le plus proche, et dans le contexte rural, les individus de la zone 5 soient situés à au moins 2 kilomètres de l'équipement le plus proche. Plus concrètement, lors de l'initialisation du modèle, trois lieux de pratique sont créés dans le contexte urbain, et quatre dans le contexte rural. Comme dans le cas des transports en commun, leur localisation est fixée à intervalles réguliers, le long d'un axe est-ouest, en partant du point situé, selon le contexte, à 1 ou 2 kilomètres de la limite ouest de la zone 4 ou 5 (voir Figure 16).

#### 4.4.2.3 Paramètres relatifs à l'espace social et aux conditions de la pratique

Concernant les paramètres réglant la définition des conditions de la pratique (à savoir  $\beta_{s,a}$ ,  $\beta_{s,r}$ ,  $\beta_{v,a}$  et  $\beta_{v,r}$ ), il a été décidé de fixer des valeurs identiques de pseudo-rayons pour les fonctions d'assimilation et de répulsion, et de fixer des valeurs différentes selon l'axe du volume ( $\beta_v = 5$ ) et de la structure ( $\beta_s = 10$ ) du capital. On pose ici l'hypothèse que le volume de capital est plus discriminant que la structure du capital, ou, pour le dire autrement, que le phénomène de distinction fonctionne de manière plus marquée avec le premier qu'avec la seconde. Le paramètre  $v$ , qui règle la vitesse d'intériorisation des dispositions, a été fixé à 1, valeur qui

semblait à première vue à la fois assez petite pour ne pas générer de brusques sauts quantitatifs dans les dispositions et assez grande pour permettre d'observer la dynamique dans une période de temps raisonnable.

### 4.4.3 Autres paramètres

#### 4.4.3.1 Vitesses associées aux modes de transport et fonction d'accessibilité spatiale

Les paramètres spatiaux restant à calibrer sont les vitesses associées aux différents modes de transport ( $s^w$ ,  $s^b$ ,  $s^p$  et  $s^c$ ) et le paramètre  $\tau$  contrôlant le pseudo-rayon de la fonction d'accessibilité spatio-temporelle. Les vitesses de transport utilisées sont en partie issues de données de la littérature. Les valeurs des paramètres ainsi que les sources dont elles sont issues sont présentées dans le Tableau 17.

Les vitesses de déplacement à pied, à vélo et en voiture sont identiques à celles qui ont été utilisées pour calculer les temps de trajet dans la première partie de ce travail. En revanche, dans la mesure où les données d'enquêtes concernant les vitesses de transport en commun sont basées sur des déplacements qui intègrent les trajets vers/depuis les arrêts, que le modèle prend en compte explicitement, il a été décidé d'utiliser la vitesse commerciale. Cette dernière est définie comme étant la vitesse moyenne du mode de transport, en prenant en compte sa vitesse de pointe et les possibles arrêts. La vitesse des transports en commun peut donc paraître très élevée, au regard des vitesses en voiture notamment (qui intègrent les trajets depuis/vers le véhicule), car elle n'inclut pas le temps de trajet (à pied) dans le déplacement.

Paramètre	Vitesse de déplacement...	Valeur (km/h)	Source
$s^w$	à pied	4,5	Valeur admise
$s^b$	en vélo	12	Valeur admise
$s^p$	en transport en commun	30 (rural)	Vitesse commerciale approximative estimée d'après les fiches horaires CG67
		18 (urbain)	Vitesse commerciale moyenne (bus/tram) en 2001, Schéma Directeur des Transports Collectifs, CUS, 2010
$s^c$	en voiture	20 (rural)	Vitesse de déplacement en Grande-Couronne, Enquête Globale Transports 2001-2002, DREIF (2004)
		14 (urbain)	Vitesse de déplacement en Petite-Couronne, Enquête Globale Transports 2001-2002, DREIF (2004)

Tableau 17: Vitesses de déplacement selon les modes de transport

La valeur du paramètre  $\tau$  qui contrôle le pseudo-rayon de la fonction d'accessibilité spatio-temporelle a quant à elle été fixée par rapport aux temps de trajet domicile-collège observés. Dans la mesure où les temps de trajets observés par mode de transport (Figure 6, graphiques de droite) présentent, à l'exception des transports en commun, des différences relativement restreintes, l'hypothèse qui a été envisagée est celle d'une définition de l'accessibilité spatio-temporelle à partir de temps de trajet « socialement acceptable ». Notons qu'il ne s'agit pas ici nécessairement d'une norme sociale explicite à laquelle les individus se réfèrent consciemment, mais plutôt qu'à la manière des conditions sociales de la pratique, les conditions spatiales de la pratique définiraient ce qu'il convient de faire ou non lorsque l'on occupe telle ou telle position (géographique).

Dans la mesure où les individus fréquentent tous le même espace (collège), on suppose que la mesure de l'accessibilité spatio-temporelle peut se définir de manière relative pour l'ensemble de la population. Il s'agit de déterminer le temps de trajet pour lequel l'accessibilité sera qualifiée de « moyenne » au sein de la population<sup>51</sup>. Le choix de la valeur du paramètre s'est basé sur l'analyse graphique des distributions des temps de trajets (Figure 5). Les valeurs seuils observées et retenues sont respectivement de 20 et 25 minutes pour le contexte urbain et rural, temps de trajets à partir desquels les effectifs chutent fortement.

#### 4.4.3.2 Temps disponible

Le paramètre  $T_G$  représente le temps dont l'on suppose que tous individus disposent pour leurs trajets lorsqu'ils sont engagés dans une pratique. Ce paramètre a été calibré à partir des données observées, en définissant d'une part le temps total dont les individus disposent entre la fin de l'activité  $P^1$  et l'heure de retour au domicile, et d'autre part, la durée « normale » d'une activité. La durée moyenne d'une activité  $\bar{t}_i$  a été estimée pour chaque individu engagé dans une pratique sportive tel que  $\bar{t}_i = t_i / n_i$  où  $t_i$  est le temps hebdomadaire de pratique sportive en club déclaré par l'individu  $i$  et  $n_i$  le nombre hebdomadaire de séances en club. Une analyse de la distribution des  $\bar{t}_i$  (Figure 17) nous permet de mettre en évidence une valeur modale située entre une et deux heures de pratique, un seuil situé à trois heures de pratique à partir duquel les effectifs chutent fortement, ainsi que de grandes disparités dans la durée moyenne des activités<sup>52</sup>.

---

51 On reconnaîtra que l'hypothèse d'une accessibilité « moyenne » qui serait définie au niveau de la population est peu vraisemblable, et que, dans la mesure où le rapport au temps n'est pas le même dans toutes les catégories sociales (notamment car le temps libre est dérivé du capital économique), il aurait été plus judicieux d'attribuer des valeurs de paramètre différentes selon la position sociale.

52 Une analyse plus poussée serait ici nécessaire pour déterminer l'origine de ces disparités. Deux hypothèses peuvent être avancées. Il pourrait s'agir soit d'une question méthodologique de l'ordre du recueil des données et de la compréhension du questionnaire, soit du fait que certaines pratiques nécessitent effectivement des séances particulièrement longues. On peut par ailleurs préciser ici que ces données intègrent les pratiques qui ont lieu en semaine et le week-end, alors que le modèle vise à représenter les pratiques en semaine, lorsque les individus doivent se rendre au collège.

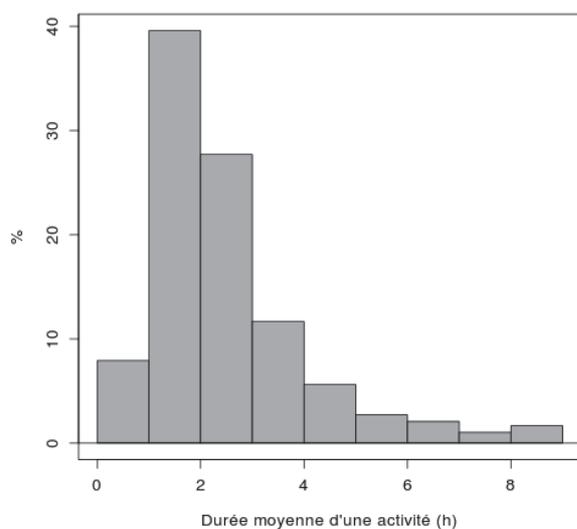


Figure 17: Distribution des durées moyennes d'activités sportives

Cherchant à calibrer le paramètre de manière globale pour l'ensemble des individus<sup>53</sup>, il a été décidé de fixer  $T_G$ , le temps total disponible aux individus pour leurs trajets, à une heure. Plus concrètement, cela suppose de considérer que le seuil de trois heures observés sur la Figure 17 (qui correspond au troisième quartile de la distribution) représente le temps total dont les individus disposent entre la sortie du collège (entre 16 et 17 heures) et le retour au domicile (entre 19 et 20 heures), et que la durée « normale » d'une activité est de deux heures (valeur médiane de durée moyenne d'une activité). Cette décision est basée sur l'hypothèse que les contraintes temporelles seraient moins étroites que celles décrites par M.-H. Massot et J. Zaffran (2007, p. 235) dans le cas de l'Île-de-France, où il semblerait qu'une majorité d'adolescents dispose d'une « ouverture temporelle » maximale égale à deux heures (en comptant une sortie de l'établissement scolaire après 17 heures dans trois-quarts des cas et un retour au domicile à 19 heures dans 90 % des cas). On peut néanmoins supposer d'importantes disparités régionales puisque, dans le cas de l'Île-de-France, seulement 5 % des individus sont engagés dans une activité extra-scolaire en semaine (*ibid*), alors que dans notre cas d'étude, ce sont 60 % des individus qui pratiquent au moins une activité sportive.

53 On pourra faire ici la même remarque que précédemment, dans le cas de l'accessibilité spatio-temporelle, à savoir que le temps disponible est fonction du capital économique.

#### 4.4.3.3 Processus de décision : transformation des dispositions en probabilités de pratique

Les paramètres  $k$  et  $r$  de la fonction logistique qui permet la transformation des dispositions en une probabilité de pratique sont fixés à 1. La probabilité de pratique est ainsi égale à 0,5 lorsque les dispositions sont égales à 0. Ces paramètres ne varient pas selon les scénarios, et leur influence sur la modèle n'a pas été testée.

### Conclusion du quatrième chapitre

Ce chapitre avait pour objectif de présenter le détail des trois modèles qui ont été développés. Ces modèles se veulent relativement génériques, autorisant une adaptation à différents contextes sociaux et géographiques ainsi qu'à différentes pratiques. Le premier d'entre eux permet de simuler la dynamique des dispositions d'une population d'individus localisés dans un espace social à deux dimensions, en se basant sur un processus de distinction qui considère que plus les individus sont proches, plus ils tendront à adopter les mêmes pratiques, et que plus ils sont éloignés, plus ils chercheront à se différencier par l'adoption de pratiques distinctes. Le deuxième modèle intègre à ce processus de distinction la question de l'accessibilité spatiale dans les décisions relatives à l'utilisation de différents modes de transport. Ce sont alors les relations entre dispositions et espace géographique qui deviennent déterminantes des probabilités de pratiques. Finalement, le troisième modèle intègre une décision supplémentaire quant à la pratique d'une autre activité. Cette décision se base là encore sur la relation entre des dispositions et une accessibilité spatio-temporelle, qui est établie dans la perspective d'un programme d'activités localisées dans le temps et l'espace.

On notera que ces modèles ont été calibrés, dans la mesure du possible, à partir des données empiriques disponibles. L'idée sous-jacente était de tendre vers un maximum de réalisme afin permettre une éventuelle confrontation du modèle aux données observées à des fins de validation. Enfin, on remarquera que le nombre important de paramètres inclus aux modèles, qu'ils aient été identifiés explicitement ou non<sup>54</sup>, laisse entrevoir la perspective d'un important volume d'analyses exploratoires en vue d'une bonne compréhension de leurs propriétés.

---

54 On peut notamment penser au choix de fonctions non-linéaires dans le cas de l'estimation des conditions sociales et spatiales.

## Conclusion de la deuxième partie

Le premier chapitre de cette seconde partie avait comme objectif de présenter l'assise théorique sur laquelle les modèles à base d'agents, présentés dans un second temps, ont été développés. La combinaison de propositions tirées de la littérature et de résultats d'analyses peu convaincants a conduit à un changement de position épistémologique et théorique, passant d'une vision interactionniste à une vision relationnelle. Signalons au passage que l'une des limites de ce travail est de n'avoir pu procéder à une analyse empirique plus approfondie des relations existantes entre cadre de vie et pratiques, notamment au travers de méthodes exploratoires multidimensionnelles.

On fera remarquer que la position théorique adoptée peut paraître paradoxale compte tenu de l'outil de modélisation utilisé. L'un des objectifs des modèles à base d'agents étant de faire émerger des phénomènes à un niveau macro à partir d'une modélisation explicite des interactions locales entre entités du système (Epstein, 1999), on notera que cette approche générative ne peut être compatible avec une perspective relationnelle dans la mesure où d'une part cette dernière suppose l'absence d'interactions, et d'autre part l'approche générative présume de s'inscrire dans le courant de l'individualisme méthodologique (en général de manière implicite, Conte et al., 2001, p. 193). C'est en revanche sur les possibilités de modélisation des relations entre un niveau macro et un niveau micro que ces modèles présentent un intérêt certain (Sawyer, 2003), et c'est dans cette perspective que les modèles ont été développés, en reliant l'espace social aux pratiques au travers de dispositions (de l'*habitus*).

En ce qui concerne la démarche de modélisation, il a été choisi de partir d'un modèle relativement simple puis de le complexifier au fur et à mesure afin de tendre vers plus de réalisme. Cette démarche ne s'inscrit ainsi ni complètement dans la perspective KISS (*Keep It Simple, Stupid*) qui supposerait de s'arrêter à l'exploration du premier modèle développé, ni dans la perspective KIDS (*Keep It Descriptive, Stupid*), qui aurait supposé de proposer d'emblée un modèle complet et d'en éliminer éventuellement, après analyse, les éléments non nécessaires. Au même titre que les partisans de cette dernière approche, nous rejetons

l'injonction à la simplification des modèles sous prétexte d'en faire de « beaux modèles » car « simples » (Edmonds et Moss, 2005), mais contrairement à eux, adhérons à l'argument d'une simplification comme un préalable nécessaire à la compréhension du fonctionnement des modèles. Finalement, on relèvera qu'à deux exceptions près portant sur des agents situés dans un marché économique (Schillo et al., 2000) et sur l'économie du don et du contre-don (Alam, Hillebrandt et Schillo, 2005), ce travail est, à notre connaissance, l'un des premiers à tenter une modélisation de la théorie développée par P. Bourdieu, et probablement le premier à ne pas placer l'interaction au centre du modèle.

## Troisième partie

Exploration des modèles, exploration des  
données : résultats et perspectives



## Introduction de la troisième partie

Cette troisième et dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus au travers de ce travail. Nous en distinguons trois types. Les premiers concernent les simulations qui ont été réalisées à partir des trois modèles présentés dans la partie précédente. Il s'agit de résultats empiriques, présentés sous forme de graphiques, et interprétés en vue d'une compréhension du fonctionnement des modèles qui les ont produits. Les seconds concernent plus spécifiquement les données ICAPS à partir desquelles les modèles ont été développés, calibrés et paramétrés. Si certains résultats de l'analyse de ces données ont été exposés dans la première partie de ce travail, leur exploration, qui a été nécessaire au développement des modèles, a permis de soulever certaines questions d'ordre méthodologiques et théoriques que nous discuterons. Enfin, le troisième type de résultats que nous présenterons se situe à un niveau plus théorique, l'un des apports de la modélisation étant qu'elle permet, en tant qu'outil heuristique, de penser relativement facilement un système dans son ensemble et d'identifier ainsi les pistes de recherche qu'il conviendrait d'explorer en vue de l'intégration et de l'articulation d'éléments manquants.



## Chapitre 5. Analyse des simulations : premiers résultats

Ce cinquième chapitre est consacré à la présentation des résultats des simulations, leur interprétation, et à l'identification des limites et des perspectives d'exploration supplémentaires qu'il conviendrait de mener. Après avoir présenté le plan d'analyse des simulations, les résultats relatifs à chacun des trois modèles sont présentés successivement, puis synthétisés sous la forme de conclusions préliminaires.

### 5.1 Plan d'analyse

Le plan d'analyse des simulations qui a été établi repose sur une exploration successive du comportement de chaque modèle, dans la mesure où ces derniers ont été développés de manière incrémentale. Les trois modèles intégrant des processus aléatoires, les quatre scénarios (résultant du croisement de deux contextes géographiques et de deux contextes sociaux) ont été répétés 50 fois de manière à pouvoir analyser l'influence de la stochasticité sur les sorties des modèles. La limite de temps d'une simulation a été fixée à 100 pas de temps pour le premier modèle (on verra que les tendances sont relativement stables à partir de ce seuil), et à 50 pas de temps pour les modèles 2 et 3 (la limite temporelle a été abaissée pour des raisons de temps de calcul relativement importants).

Les sorties d'une simulation se présentent, pour chaque pas de temps, sous la forme d'une moyenne des dispositions (transformées sous forme de probabilités) relatives aux différentes pratiques calculée au sein de chaque catégorie sociale et dans la population prise dans son ensemble. Afin d'analyser les tendances d'évolution des dispositions, l'indicateur calculé est, pour chaque pas de temps, la médiane des 50 valeurs de moyennes de dispositions (on rappelle que chaque scénario est répété 50 fois). Le choix d'un indicateur de tendance centrale non-paramétrique plutôt que paramétrique repose sur sa moindre sensibilité aux valeurs extrêmes, dont la présence a été constatée lors d'observations préalables.

Au vu de la distribution des pratiques au sein des catégories sociales (voir Tableau 13), et par souci de lisibilité des figures, il a été décidé de regrouper les pratiques selon qu'elles soient

plus ou moins fortement associées aux catégories sociales supérieure ou inférieure. On distinguera ainsi d'un côté l'utilisation du vélo, de la voiture et la pratique sportive, et de l'autre côté, la pratique de la marche et l'utilisation des transports en commun.

L'analyse de chaque modèle porte à la fois sur les lignes et les colonnes de graphiques présentés dans chaque figure. L'analyse en ligne permet de comparer les pratiques entre elles pour un scénario donné. En d'autres termes, elle permet de tester l'influence de la distribution sociale des pratiques sur l'évolution des dispositions. L'analyse en colonne permet quant à elle de tester l'influence de la structure de la population sur ces mêmes évolutions. On précisera que les comparaisons entre scénarios ne sont possibles que deux à deux, pour chaque contexte géographique, compte tenu du fait que les distributions des pratiques n'y sont pas équivalentes (voir Tableau 13). Finalement, les modèles 2 et 3 sont comparés aux modèles qui les précèdent afin de tester l'influence de l'introduction de conditions spatiales et d'un processus de décision différent dans le premier cas, et l'ajout d'une possibilité d'activité supplémentaire dans le programme activités dans le second cas.

## 5.2 Analyses descriptives des sorties des modèles

### 5.2.1 Modèle 1

Les résultats des simulations réalisées avec le premier modèle sont présentés dans la Figure 18 et la Figure 19. Les graphiques montrent que les tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo, de la voiture et à la pratique sportive sont globalement similaires (Figure 18). On note que les dispositions des catégories supérieure et inférieure présentent des évolutions opposées qui résultent du processus de distinction implémenté, les premières tendant vers le maximum et les secondes vers le minimum. Les dispositions de la catégorie intermédiaire présentent des évolutions limitées en amplitude, et l'on notera qu'elles semblent suivre celles de la catégorie minoritaire en nombre, à savoir la catégorie supérieure dans le cas des scénarios « Social - » et la catégorie inférieure dans le cas des scénarios de type « Social + ». Le scénario « Urbain / Social - » présente, dans le cas de la voiture, quelques différences notables par rapport au scénario « Urbain / Social + ». On constate notamment que la diminution des dispositions de la catégorie inférieure y est à la fois moins importante et moins rapide. Cette tendance pourrait s'expliquer par une différence de proportions initiales entre

catégories sociales nettement moins grande que pour les autres types de pratiques (la différence entre CSP 1 et 3 est égale à 6 % dans le cas de la voiture, 17 % dans le cas du vélo, et 22 % dans le cas de la pratique sportive, voir Tableau 13 pour plus de détails) combinée à un effectif majoritaire.

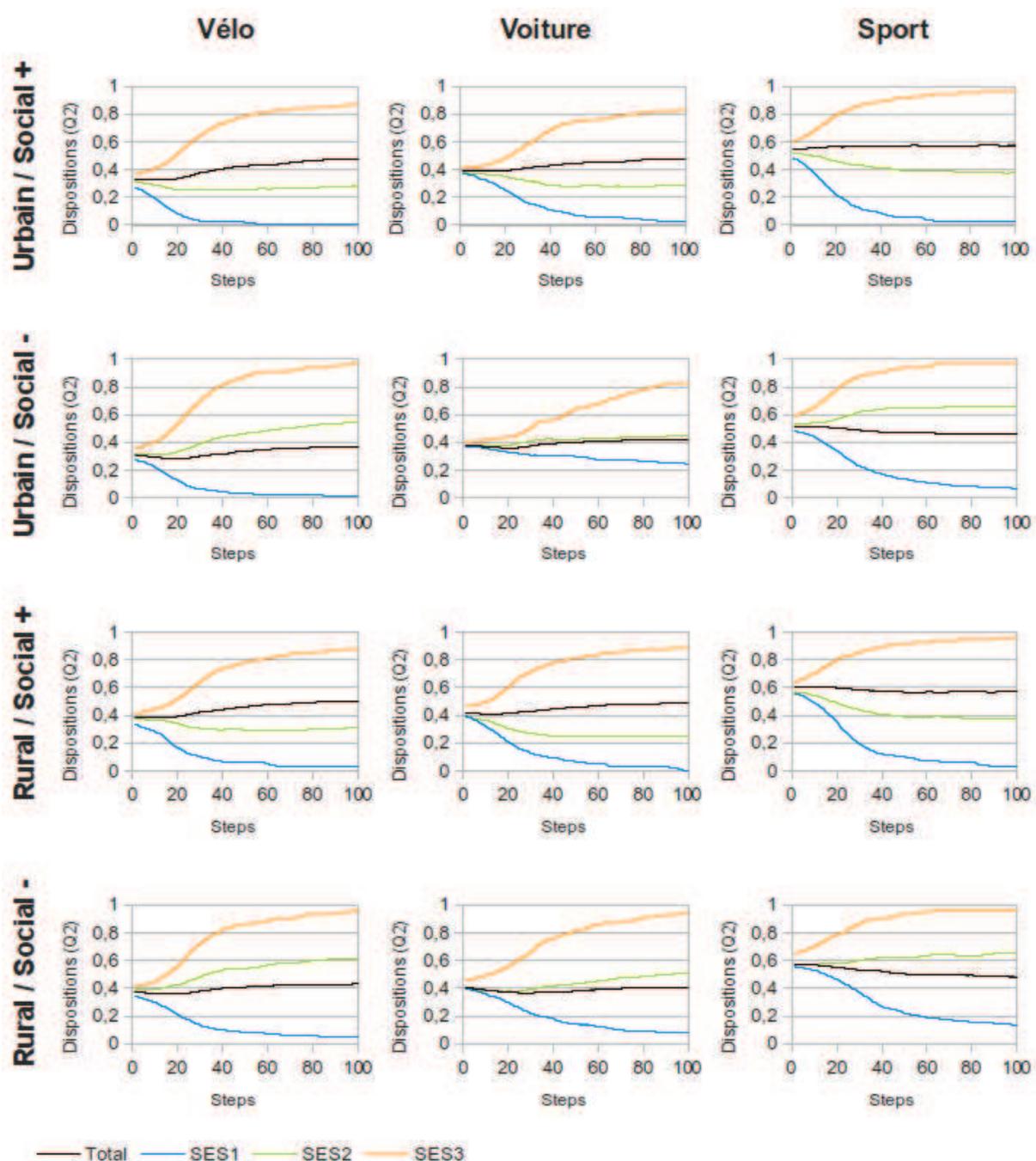


Figure 18: Résultats du modèle 1 : tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture et à la pratique sportive

En ce qui concerne l'utilisation des transports en commun et la pratique de la marche, on constate que les tendances, à une exception près, sont inversées par rapport à celles qui viennent d'être présentées, les valeurs maximum et minimum étant atteintes dans ce cas respectivement par les catégories inférieure et supérieure (Figure 19). Pour la pratique de la marche, dans le cas du scénario « Urbain / Social + », le tendance inverse observée par rapport au scénario « Urbain / Social - » pourrait, là encore, s'expliquer par des différences réduites entre proportions initiales de pratiquants dans les catégories supérieures (72 %) et inférieures (74 %) combinées à un effectif majoritaire. L'explication n'est cependant pas complète car à la différence du cas précédent, ce n'est pas un écart réduit entre dispositions moyennes qui est observé mais une complète inversion de tendances. Le facteur déterminant serait alors une plus faible proportion de pratiquants dans la catégorie intermédiaire (69 %). On notera finalement que ces dernières présentent là encore des tendances moins contrastées que les pour les autres catégories, et qui semblent suivre toutefois la même évolution que la catégorie minoritaire en nombre.

En résumé, ces analyses permettent de montrer que la distribution initiale des pratiques semble être un paramètre clé du modèle, définissant qualitativement la tendance probable d'évolution des dispositions. La structure de la population n'interviendrait alors principalement que sur les amplitudes observées. Cette dernière remarque est cependant à nuancer dans la mesure où il semblerait qu'elle soit un paramètre décisif lorsque les différences d'effectifs de pratiquants sont réduites (cas de la marche dans les scénarios urbains). On relèvera finalement le rôle déterminant de la catégorie intermédiaire pour ces cas-là, qui par son positionnement vis-à-vis de la pratique, peut conduire à freiner la distinction entre les classes supérieure et inférieure, ou à faire basculer les tendances dans un sens ou dans un autre.

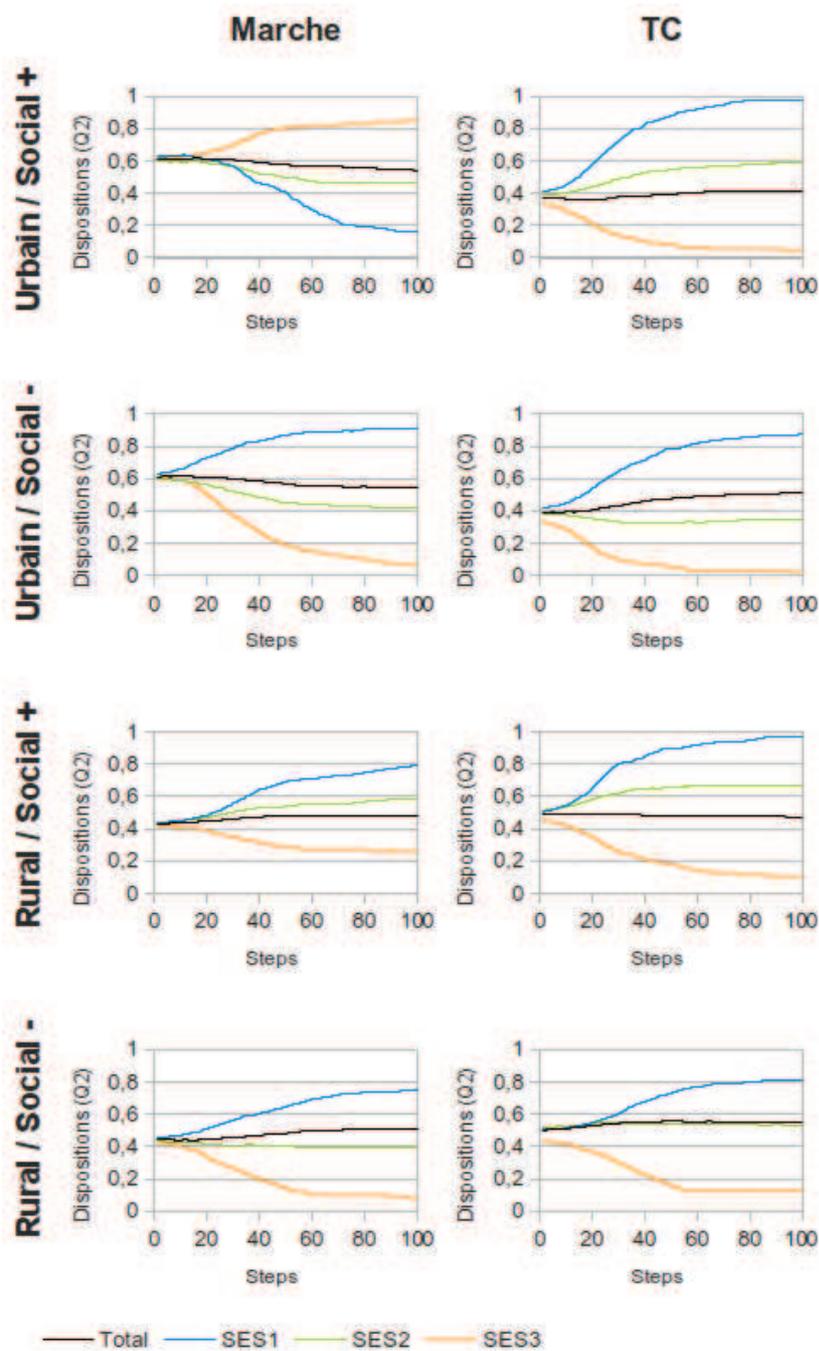


Figure 19: Résultats du modèle 1 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun

### 5.2.2 Modèle 2

Les résultats du second modèle sont présentés dans la Figure 20 et la Figure 21. Dans le cas de l'utilisation du vélo et de la voiture, on remarquera que globalement les différences entre

les deux scénarios de type « Urbain » ainsi qu'entre ceux de type « Rural » sont très peu marquées, quelle que soit la pratique (Figure 20). On note ainsi que les dispositions de la catégorie supérieure sont stables, ou en très légère hausse, que les dispositions de la catégorie inférieure sont systématiquement en baisse, et que celles de la catégorie intermédiaire sont soit en légère baisse (mais moins marquée que pour la catégorie inférieure), soit stables. Concernant les différences entre pratiques, on pourra relever que la diminution des dispositions de la catégorie inférieure sont d'une manière générale nettement moins prononcées dans la cas de la voiture. Le phénomène de stabilité des dispositions de la catégorie supérieure et de diminution dans les autres catégories pourrait s'expliquer par une absence de pratique associée à des conditions sociales favorables pour la catégorie supérieure et défavorables pour la catégorie inférieure. L'absence de pratique (qui ne permet pas l'intériorisation de conditions sociales favorables) s'expliquerait à la fois par des conditions spatiales plus défavorables pour la marche, le vélo et la voiture (dans une moindre mesure) par rapport aux transports en commun (bien que les temps de trajet intègrent un temps de marche à pied, la vitesse de ce mode de transport est bien supérieure aux autres) et des dispositions relatives à l'utilisation de ces derniers plus importantes, se traduisant en probabilités d'utilisation du vélo et de la voiture relativement faibles.

Dans le cas de la marche et de l'utilisation des transports en commun, les différences entre pratiques sont beaucoup plus franches (Figure 21). Concernant la marche, les évolutions sont caractérisées par une légère diminution, voire une relative stabilité, à l'exception du scénario « Urbain / Social - » où, pour la catégorie sociale inférieure, la tendance est légèrement positive par rapport aux deux autres catégories. Pour les transports en commun, on observe des tendances positives pour les trois catégories sociales à l'exception du scénario « Rural / Social - » où l'évolution des dispositions de la catégorie supérieure est caractérisée par une relative stabilité. Ces résultats restent à ce stade inexplicables. En effet, ces tendances impliquent que les conditions sociales aient été favorables ou défavorables sur l'ensemble de l'espace social, ce qui est impossible compte tenu du processus de distinction (on pourra se référer au détail du calcul des conditions sociales, chapitre 4). Une explication possible à cela serait l'émergence de regroupements locaux (ou *clusters*) de pratiquants au sein des trois catégories sociales, qui permettraient la formation de « poches » de conditions favorables dans certaines zones de l'espace social. Cette hypothèse n'a cependant pas été vérifiée et mériterait d'être testée au travers d'une analyse de l'évolution des conditions sociales locales.

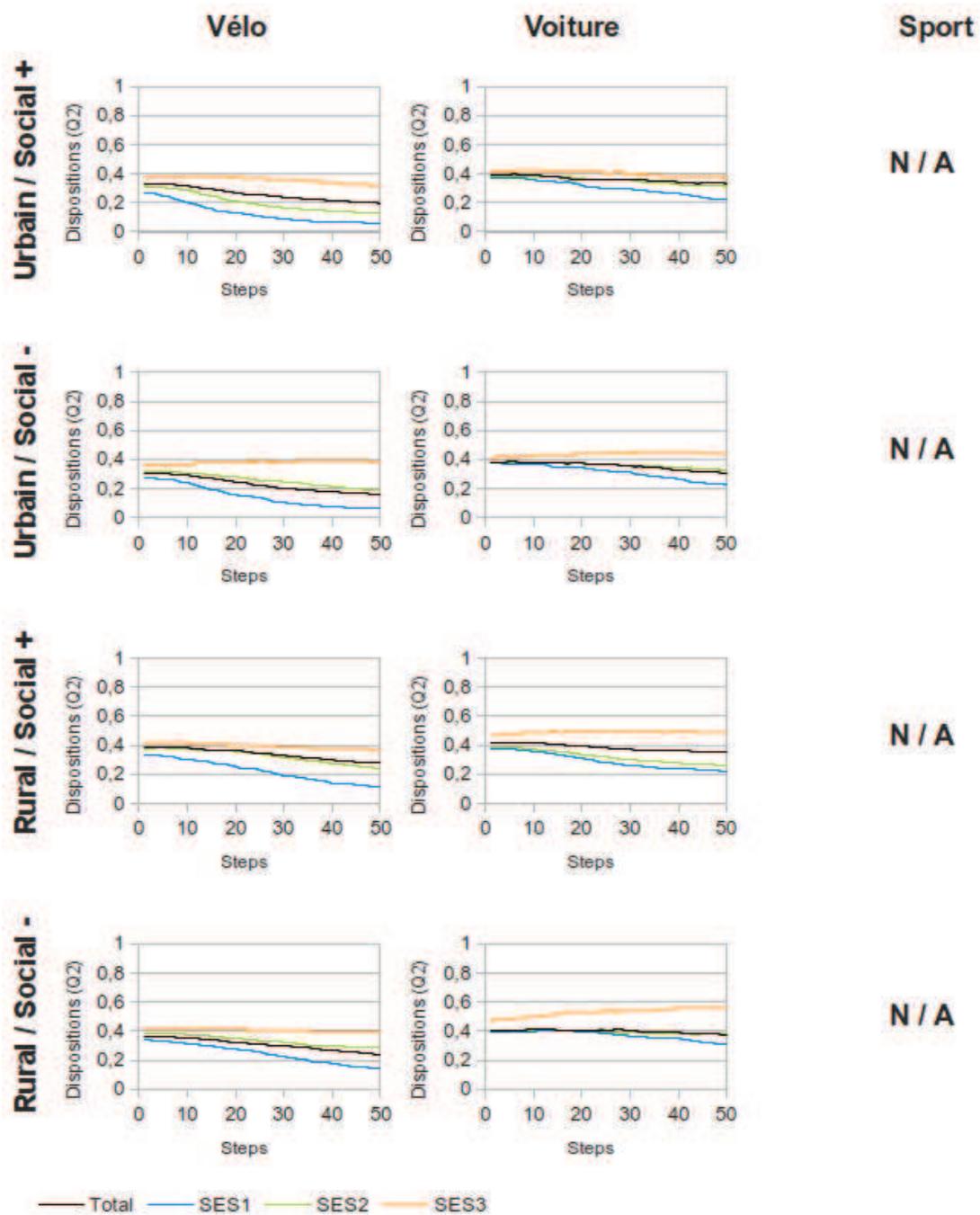


Figure 20: Résultats du modèle 2 : tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture

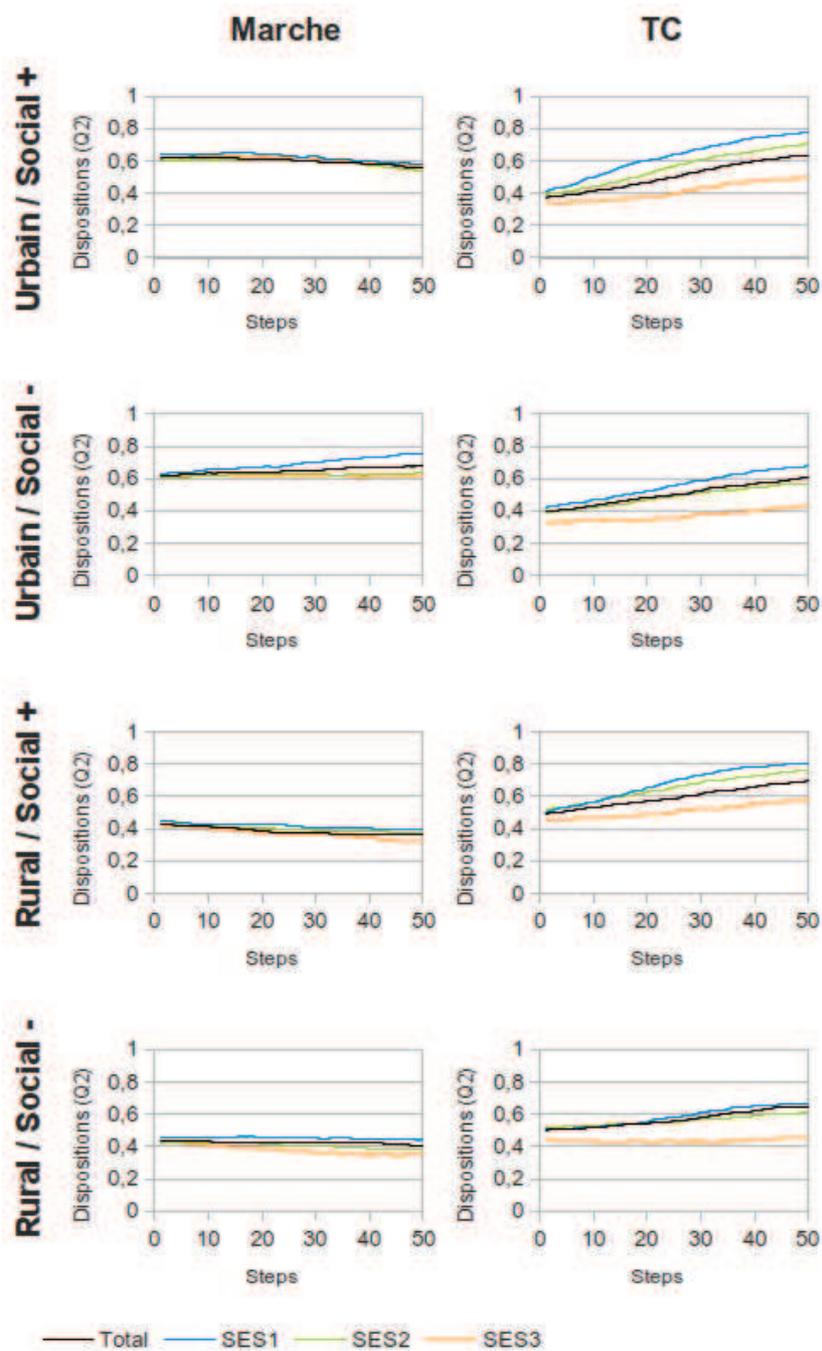


Figure 21: Résultats du modèle 2 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun

L'analyse comparative des deux modèles (Figure 22 et Figure 23) nous permet de mettre en évidence des changements drastiques dans l'évolution des dispositions. Dans le cas du vélo, on constate que le second modèle est nettement moins favorable aux catégories sociales supérieure et intermédiaire, à l'exception du scénario « Rural / Social + », où, pour cette

dernière catégorie, les dispositions sont relativement stables d'un modèle à l'autre (Figure 22). Dans le cas de la voiture, on note que là encore l'augmentation des dispositions de la catégorie supérieure est fortement atténuée. Pour la catégorie inférieure, la tendance négative des dispositions observée dans le premier modèle est réduite dans le cas de l'utilisation de la voiture, mais pas du vélo. On remarquera finalement que le scénario « Urbain / Social - » est défavorable aux trois catégories sociales. Pour ce qui est de la marche et des transports en commun, la situation est semblable par rapport aux pratiques précédentes, l'augmentation et la diminution des dispositions des catégories inférieure et supérieure étant atténuées (Figure 23). Concernant la catégorie intermédiaire, on note que la situation est légèrement plus favorable quelque soit le scénario dans le cas des transports en commun, et que les différences entre scénarios sont plus contrastées dans le cas de la marche, où la situation est plus favorable pour le scénario « Urbain / Social - », défavorable pour le scénario « Rural / Social + », et stable dans les deux autres scénarios.

Ce second modèle a permis d'explorer les conséquences de l'introduction des conditions spatiales sur la dynamique des dispositions relatives aux pratiques de mobilité. Les premières conclusions que l'on peut tirer quant à la relation entre les conditions sociales initiales et la dynamique des dispositions ne changent pas par rapport au modèle précédent. En effet, dans la mesure où les différences observées sont nettement plus importantes lorsque l'on compare les pratiques plutôt que les scénarios deux à deux, on peut là encore confirmer que la structure de la population n'interviendrait que de manière marginale par rapport à la distribution des pratiques. En revanche, on notera que le processus de distinction est beaucoup moins marqué dans le cas du second modèle, les très nettes tendances opposées qui avaient été observées précédemment entre les catégories supérieure et inférieure disparaissent ici au profit d'oppositions moins contrastées. Les résultats montrent par ailleurs que globalement, les dispositions diminuent pour tous les modes de transport à l'exception des transports en commun (augmentation dans tous les scénarios) et de la marche (uniquement dans le cas du scénario « Urbain / Social - »). Dans le premier cas, une explication possible est que la distribution spatiale régulière des arrêts de transports en commun associée à une vitesse supérieure de ces derniers par rapport aux autres modes réduirait considérablement les temps de trajet, conduisant à une accessibilité spatiale globalement très favorable avec ce mode de transport et à la possibilité de contrebalancer l'effet de dispositions peu favorables. Dans le second cas, il semblerait que ce soit l'association de conditions spatiales peu défavorables

(contexte urbain) et de conditions sociales favorables (classe sociale inférieure majoritaire) qui permette une évolution positive des dispositions. Il faut cependant noter que le fait que le processus de décision soit basé sur la prise en compte simultanée des quatre modes de transport (au lieu d'un seul dans le premier modèle) est probablement en partie responsable des tendances observées.

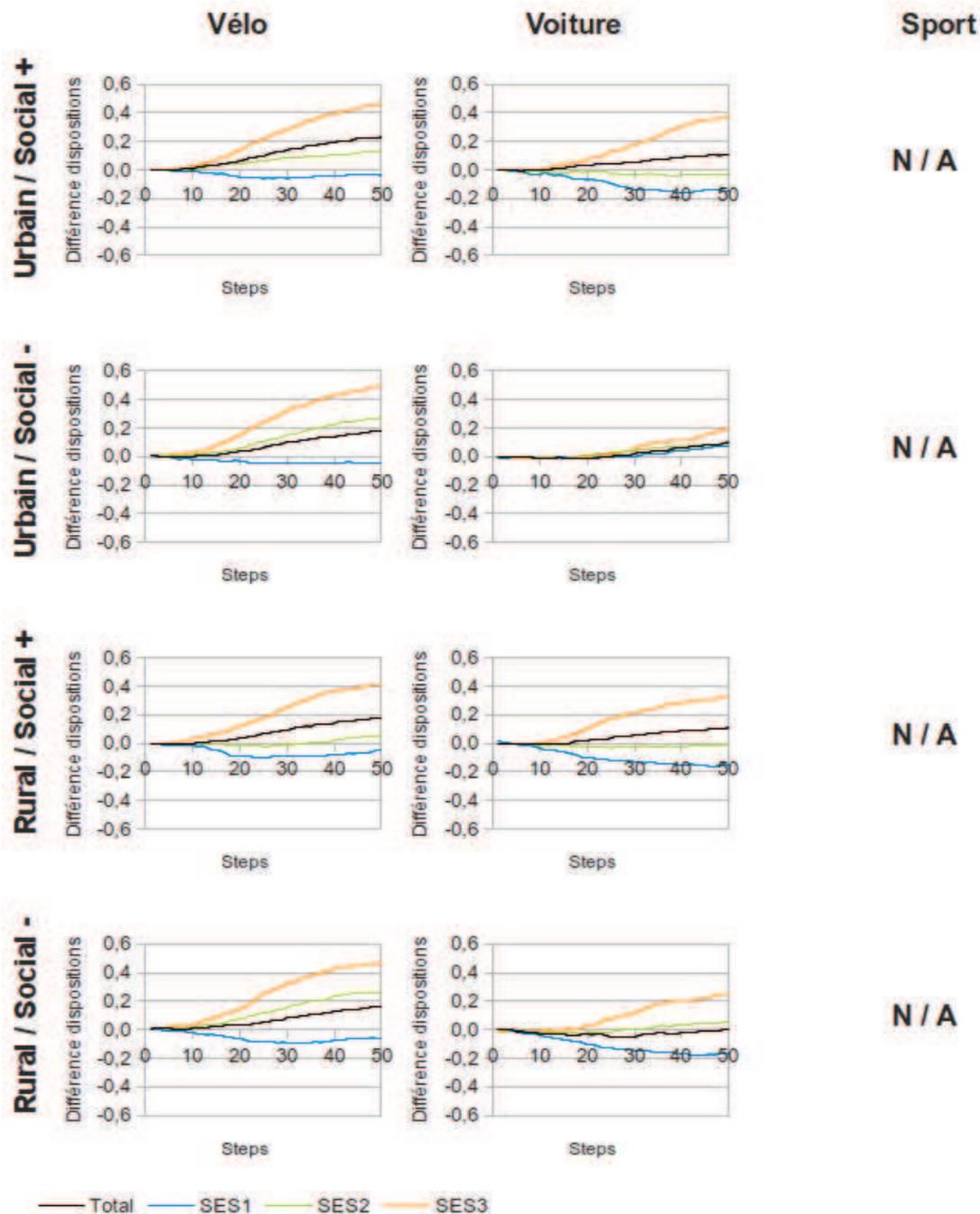


Figure 22: Comparaison des modèles 1 et 2 : différences des tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture

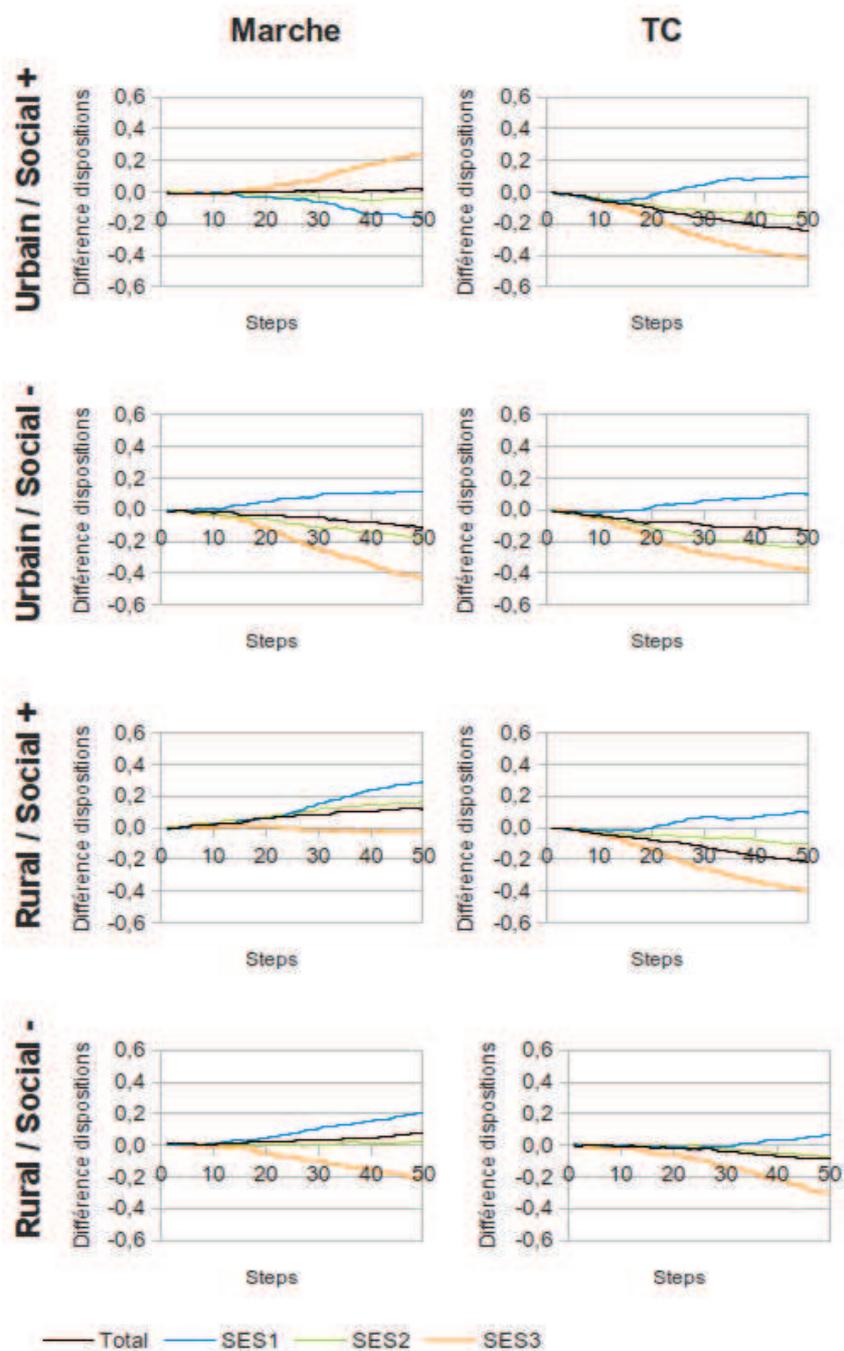


Figure 23: Comparaison des modèles 1 et 2 : différences des tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun

### 5.2.3 Modèle 3

Les résultats du troisième modèle sont présentés dans la Figure 24 et la Figure 25. En ce qui concerne l'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo, on constate que, que soit pour les scénarios de type « Urbain » ou « Rural », les différences de tendances par catégorie sociale sont minimales (Figure 24). Les dispositions de la catégorie supérieure sont soit stables, soit en diminution très légère, et les dispositions des catégories inférieure et intermédiaire sont systématiquement en baisse. Les tendances observées dans le cas des pratiques sportives sont globalement identiques. On remarque cependant que les diminutions sont nettement plus marquées pour les scénarios de type « Social + » par rapport aux scénarios de type « Social - ». Enfin, on pourra relever que les évolutions des dispositions à l'utilisation de la voiture présentent des différences notables. Si les tendances dans les scénarios de type « Social + » sont globalement similaires à celles des autres pratiques (dispositions de la catégorie supérieure relativement stables et diminution pour les autres catégories), on constate d'un côté que dans le scénario de type « Urbain / Social - », les dispositions des catégories inférieure et intermédiaire sont stables et celles de la catégorie supérieure sont en hausse, et d'un autre côté, que les dispositions des trois catégories augmentent dans le cas du scénario « Rural / Social - ».

En ce qui concerne la pratique de la marche, on constate que les dispositions sont relativement stables pour les trois catégories dans les scénarios de type « Social - », avec toutefois une légère baisse pour la catégorie supérieure dans le cas rural (Figure 25). Les scénarios de type « Social + » sont quant à eux caractérisés par une diminution des dispositions dans les trois catégories. On notera que dans le cas rural les tendances sont identiques pour les trois catégories, alors que dans le cas urbain, la baisse des dispositions de la catégorie inférieure est nettement plus forte que pour les autres classes. Pour l'utilisation des transports en commun, on peut remarquer que les dispositions des trois catégories sont marquées par une augmentation, à l'exception du scénario « Rural / Social - » pour lequel les dispositions de la catégorie supérieure sont relativement stables. On constatera également pour ce scénario que l'augmentation des dispositions des catégories inférieure et supérieure est nettement moins forte que pour les autres scénarios.

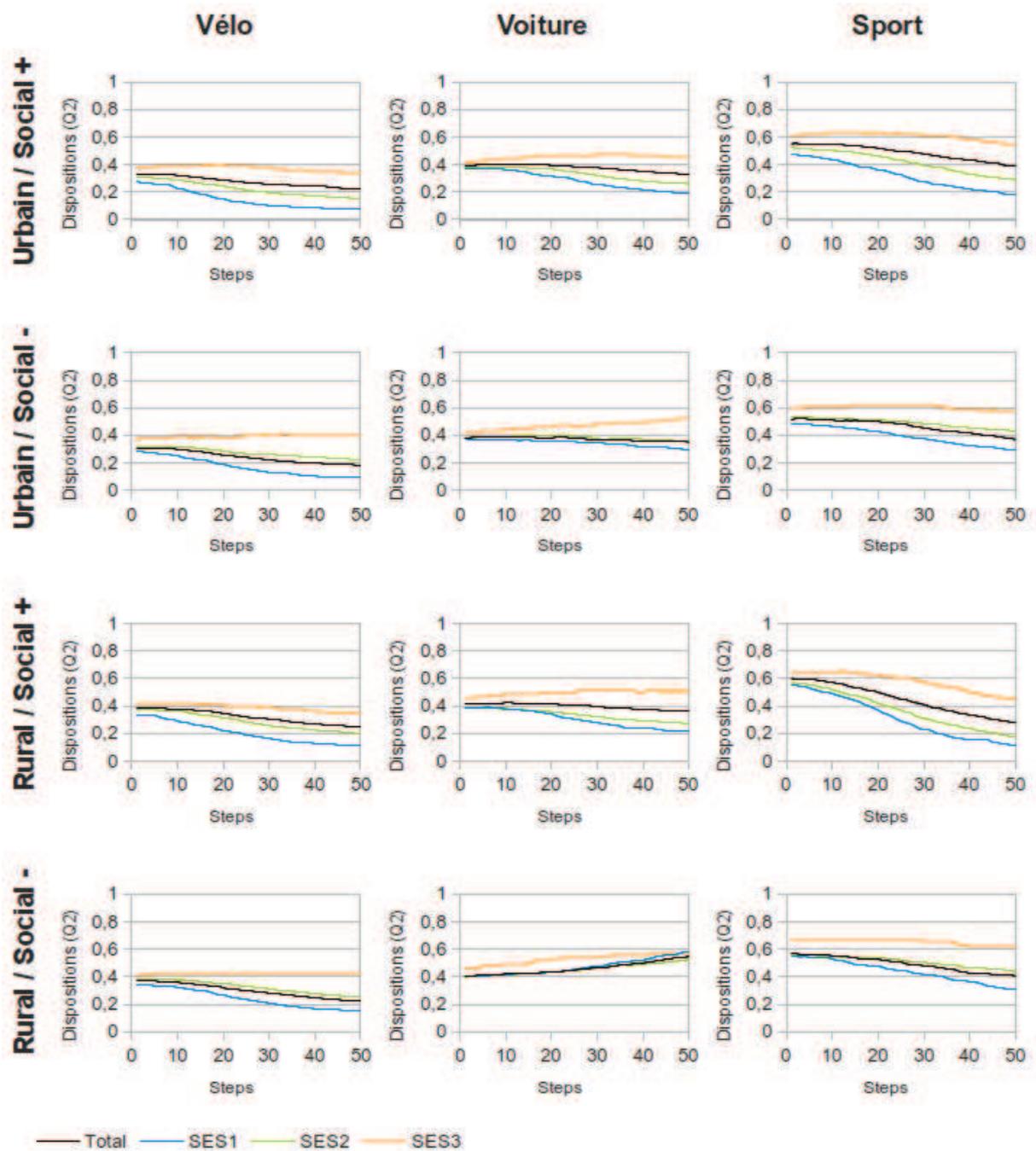


Figure 24: Résultats du modèle 3 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique sportive et à l'utilisation du vélo et de la voiture

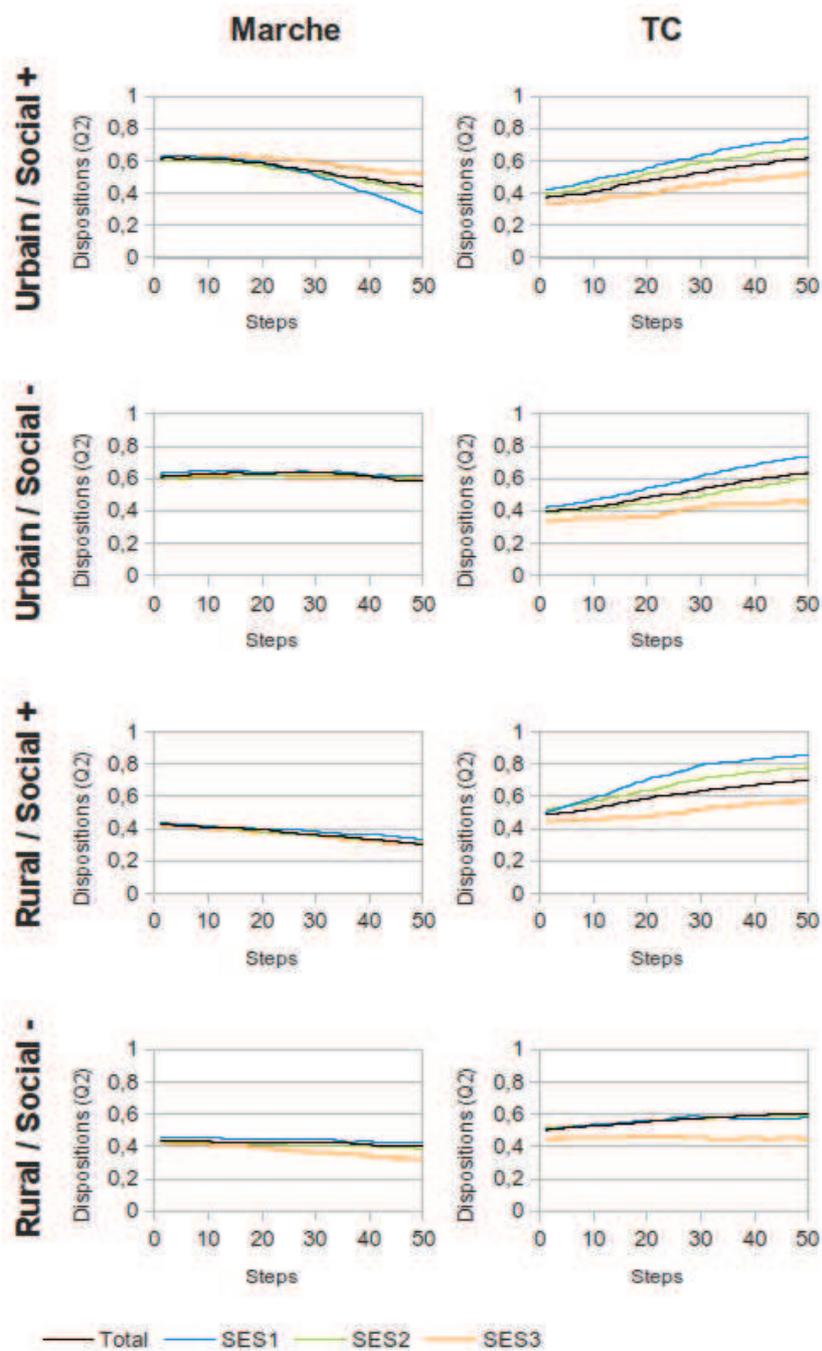


Figure 25: Résultats du modèle 3 : tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun

Les comparaisons des sorties de ce troisième modèle avec celles des précédents sont présentées dans la Figure 26 et la Figure 27. On constate que d'une manière générale et à quelques exceptions près, les écarts entre les sorties des deux modèles sont plutôt restreintes, en précisant que les différences importantes constatées pour la pratique sportive sont dues au

fait que la comparaison s'effectue avec le premier modèle, et non le second comme dans le cas des pratiques de mobilité (Figure 26). Concernant la pratique du sport, on constate ainsi que les différences de tendances entre les scénarios urbains sont peu importantes, et sont marquées par une situation plus défavorable pour les catégories supérieure et intermédiaire, et plus favorable pour la catégorie inférieure. Dans le cas rural, les mêmes tendances sont observées pour les catégories supérieure et intermédiaire, mais différent pour la catégorie inférieure, le scénario de type « Social + » étant marqué par une stabilité des dispositions d'un modèle à l'autre alors que le scénario « Social - » est légèrement plus favorable. En ce qui concerne les pratiques de mobilité, on note de légères différences entre les deux modèles pour les scénarios « Urbain / Social + » et « Rural / Social - ». Dans le premier cas, la situation est légèrement plus favorable pour la catégorie supérieure et stable pour les autres catégories, et dans le second cas, la situation se trouve inversée par rapport à celle qui vient d'être décrite (plus favorable pour les catégories inférieure et intermédiaire, et stable pour la catégorie supérieure). Enfin, on remarque que ce troisième modèle donne lieu à une situation nettement plus défavorable pour la catégorie inférieure dans le cas de la marche et des scénarios urbains, et, dans le cas des transports en commun, légèrement moins bonne pour le scénario de type « Rural / Social - », et sensiblement meilleure pour le scénario de type « Rural / Social + » (Figure 27).

On rappellera que ce troisième modèle avait pour objectif de tester l'influence de l'introduction d'un programme d'activités situées dans le temps et dans l'espace sur la dynamique des dispositions. Les résultats permettent de mettre en évidence le lien étroit qui unit, au travers des dispositions, les activités à la mobilité, et les pratiques de mobilité entre elles. On signalera tout d'abord que la forte augmentation des dispositions à l'utilisation des transports en commun dans les trois catégories sociales, dont on fait l'hypothèse qu'elles seraient due à une combinaison de conditions sociales (locales) et spatiales (notamment du fait de leur vitesse) favorables, joue probablement un rôle très important dans la diminution des dispositions à l'utilisation des autres modes de transport (du fait de leur non-utilisation), aboutissant pour un grand nombre d'individus à des « décisions par défaut » quant aux pratiques de mobilité. On notera ensuite que les scénarios les moins défavorables à la pratique sportive (type « Social - ») sont également ceux où les tendances des dispositions à l'utilisation de la voiture sont les plus favorables, notamment pour les catégories inférieure et intermédiaire. Ainsi, en supposant que les transports en commun, bien qu'ils soient

théoriquement plus rapides sur un seul trajet, ne conservent pas cet « avantage » sur la voiture dans le cas d'une boucle d'activités, dont l'utilisation serait alors privilégiée pour la réalisation d'activités, lorsque les dispositions et les conditions spatiales et sociales le permettent.

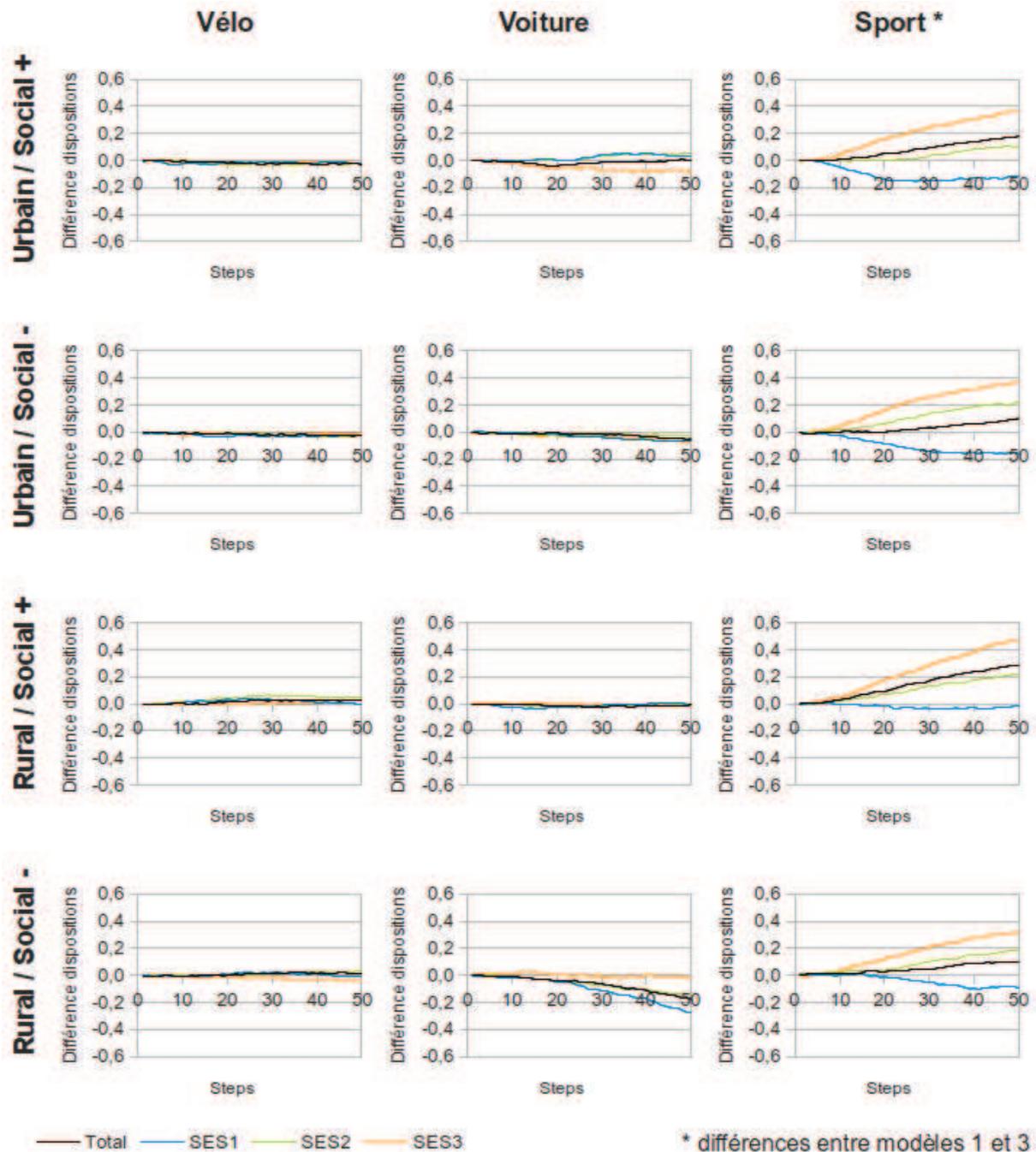


Figure 26: Comparaison des modèles 2 et 3 : différences des tendances d'évolution des dispositions à l'utilisation du vélo et de la voiture et à la pratique sportive

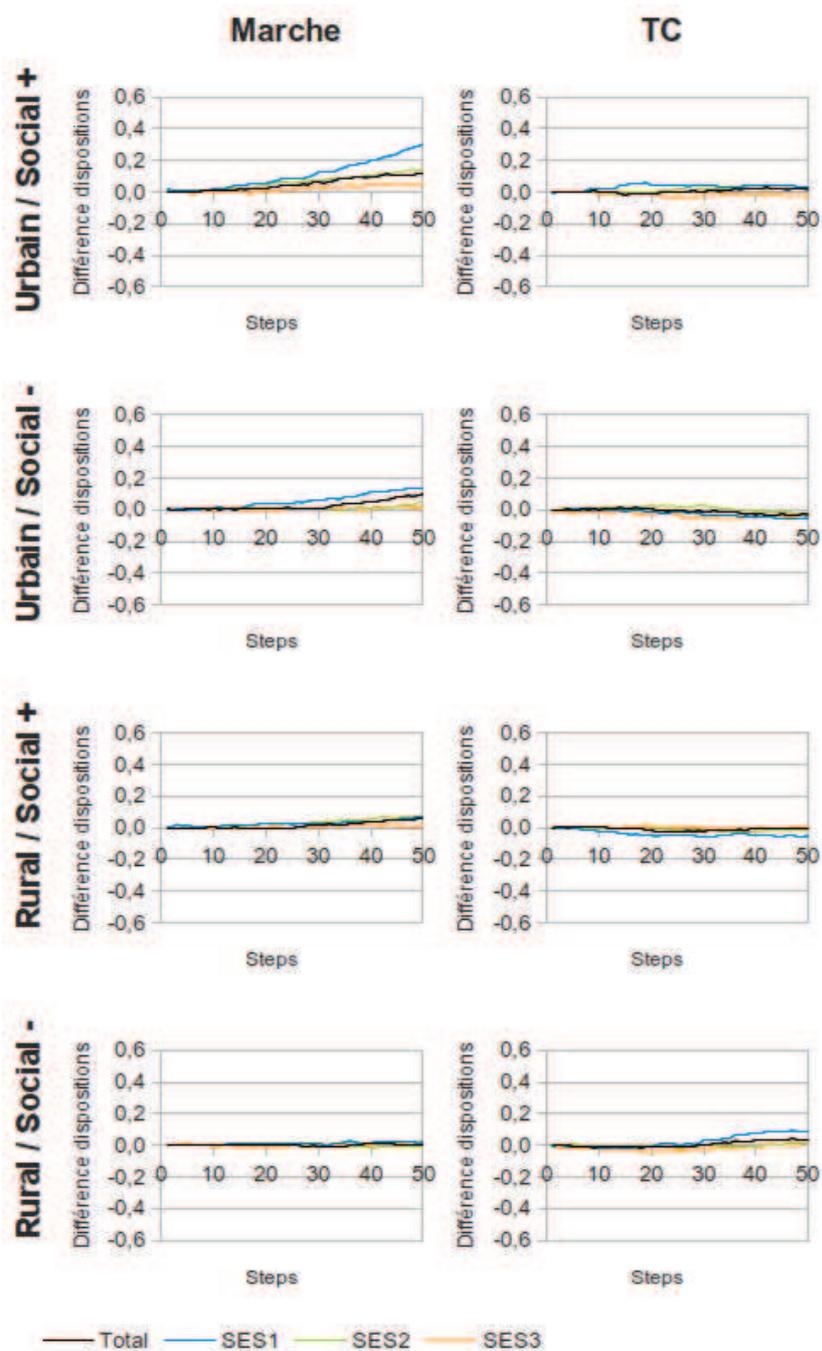


Figure 27: Comparaison des modèles 2 et 3 : différences des tendances d'évolution des dispositions à la pratique de la marche et à l'utilisation des transports en commun

### 5.3 Conclusions préliminaires, limites et perspectives d'analyses

Ce travail avait comme objectif d'aboutir à un modèle permettant d'explorer, pour différentes catégories sociales, les relations entre dispositions, conditions sociales et conditions spatiales dans le contexte d'un programme d'activités quotidiennes. La démarche de modélisation suivie a consisté à implémenter successivement trois modèles incrémentaux de complexité croissante, l'objectif étant d'arriver à une compréhension du fonctionnement de chacun des modèles. Les conclusions auxquelles ce travail a permis d'aboutir sont à l'heure actuelle fortement limitées dans la mesure où l'exploration systématique des propriétés des modèles n'a pu être conduite à son terme. Une première conclusion que l'on peut néanmoins tirer concerne l'influence de la distribution initiale des pratiques et de la structure de la population. Il semblerait, au vu des évolutions observées, que le premier de ces paramètres a une influence beaucoup plus nette sur le déroulement des simulations que le deuxième, qui n'interviendrait alors, de manière générale, que de manière marginale. Toutefois, ce propos est à nuancer car dans les cas où la distribution des pratiques dans les différentes catégories sociales est peu contrastée, les résultats indiquent que la structure de la population devient un paramètre clé du modèle, pouvant faire basculer les tendances observées d'un côté ou de l'autre. Enfin, pour ce qui est des paramètres relatifs à l'espace géographique, la relation que l'on observe entre l'utilisation massive des transports en commun et leur vitesse supérieure aux autres modes laisse supposer une influence importante de la distribution spatiale des individus et des équipements collectifs.

Un résultat intéressant qui peut être mis en avant est l'émergence de trajectoires de dispositions identiques au sein des trois catégories sociales sous certaines conditions spatiales, résultat qui était *a priori* inenvisageable compte tenu de l'implémentation d'un processus de distinction qui devrait théoriquement conduire les différentes catégories sociales à se distinguer les unes des autres. Une hypothèse avancée pour expliquer ce phénomène serait l'apparition de conditions sociales locales favorables à une pratique dans différents secteurs de l'espace social. Pour des raisons de temps, cette hypothèse n'a pu être vérifiée, et constitue une piste d'analyse à explorer dans le sens d'une co-construction des dispositions et des conditions sociales et spatiales au travers d'une double inscription de pratiques sociales dans l'espace géographique et de pratiques spatiales dans l'espace social.

Une autre limite importante qu'il est nécessaire de souligner, et qui n'a malheureusement pu être pensée au moment où les modèles ont été développés, concerne le fait que le processus de décision, dans le cas du premier modèle, soit basé sur une unique pratique, alors qu'il intègre simultanément les quatre pratiques de mobilité dans le second et le troisième modèle. La conséquence directe est une comparabilité des modèles largement réduite, ne permettant pas d'évaluer pleinement l'influence de l'introduction des conditions spatiales sur les résultats obtenus, et en particulier sur le résultat mis en évidence précédemment. Une solution à ce problème, très facile à mettre en œuvre, consisterait à ré-implémenter le premier modèle en y intégrant une décision basée simultanément sur l'ensemble des modes de transport.

Enfin, si les résultats présentés se sont focalisées sur une analyse des tendances centrales des sorties des modèles, un autre point nécessaire à la compréhension de leur fonctionnement qui n'a pu être qu'effleuré concerne la dispersion des sorties du modèle. Il a par exemple été relevé que, dans le premier modèle au moins, si l'on remarque une relativement forte convergence des sorties, l'amplitude des trajectoires de dispositions obtenues pour une même catégorie sociale et un même scénario pouvait toutefois être importante (Figure 28). Le constat de cette variabilité a permis de pointer que l'un des paramètres du modèle (on peut supposer qu'il s'agit de la distribution initiales des individus dans l'espace social), aurait une influence non-négligeable sur les résultats obtenus. Il a effectivement été fait remarquer que les hypothèses quant à la distribution spatiale initiale des agents et à la taille de la population (paramètres qui nécessiteraient également d'être analysés) pouvaient avoir des conséquences importantes sur le comportement d'un modèle, et qu'il était nécessaire de procéder à une analyse de leur influence afin de cerner le fonctionnement d'un modèle (Amblard, 2003, p. 58).

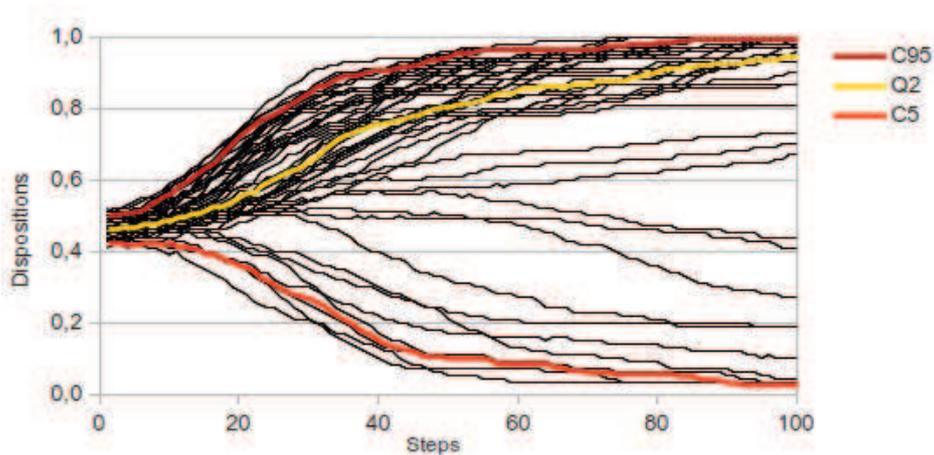


Figure 28: Distribution des 50 trajectoires obtenues pour les dispositions à l'utilisation de la voiture (catégorie sociale supérieure, scénario "Rural / Social -")

## Conclusion du cinquième chapitre

Ce chapitre était dédié à la présentation et à l'analyse des premiers résultats de simulations obtenus. Les conclusions qu'il est possible de tirer de ces analyses sont relativement limitées du fait du nombre important de scénarios à tester et de pratiques à analyser, et l'on pourra suggérer que ce travail aurait dû se limiter à l'exploration du premier modèle afin de procéder à une analyse plus complète de ses propriétés. Il a cependant été décidé d'implémenter un second puis un troisième modèle afin de pouvoir expérimenter concrètement l'opérationnalisation du triple positionnement que suggère le schéma conceptuel qui a été proposé (Figure 9). La conséquence est que ce travail ne permet pas, à l'heure actuelle, de comprendre pleinement le fonctionnement des outils développés. Ces premières analyses auront néanmoins permis d'identifier certains paramètres (en particulier la distribution spatiale des agents) dont il sera nécessaire d'étudier l'influence sur les résultats de simulations à venir.

## Chapitre 6. Autres résultats : retour sur les données et pistes de recherche

Ce chapitre a pour objectif de présenter, dans un premier temps, les résultats obtenus au travers de l'exploration des données ICAPS, qui nous ont amené à questionner le rôle de la distance entre enquêteur et enquêté dans l'analyse et l'interprétation de résultats, et en particulier en ce qui concerne la perception de l'accessibilité spatiale, et le problème de l'absence de réponse au questionnaire par certaines catégories de population. Dans un second temps, nous présenterons les différentes pistes de recherche que la modélisation, en tant qu'outil heuristique, a permis de penser.

### 6.1 Exploration des données ICAPS : à propos de la distance entre enquêteur et enquêté

#### 6.1.1 Perception de l'accessibilité spatiale : distance sociale et catégories de pensée

On a vu dans la première partie de ce travail (chapitre 2) que les individus ont été interrogés sur la présence de divers équipements (parcs, terrains de jeu aménagés ou non, piscines et salles de sport, gymnases ou associations sportives) à proximité de leur domicile. La proximité était définie par « une distance telle que tu peux y aller à pied ». La spatialisation de ces données a permis tout d'abord de mettre en évidence de plus ou moins fortes variabilités locales quant à la perception de l'accessibilité spatiale aux parcs (voir Figure 29).

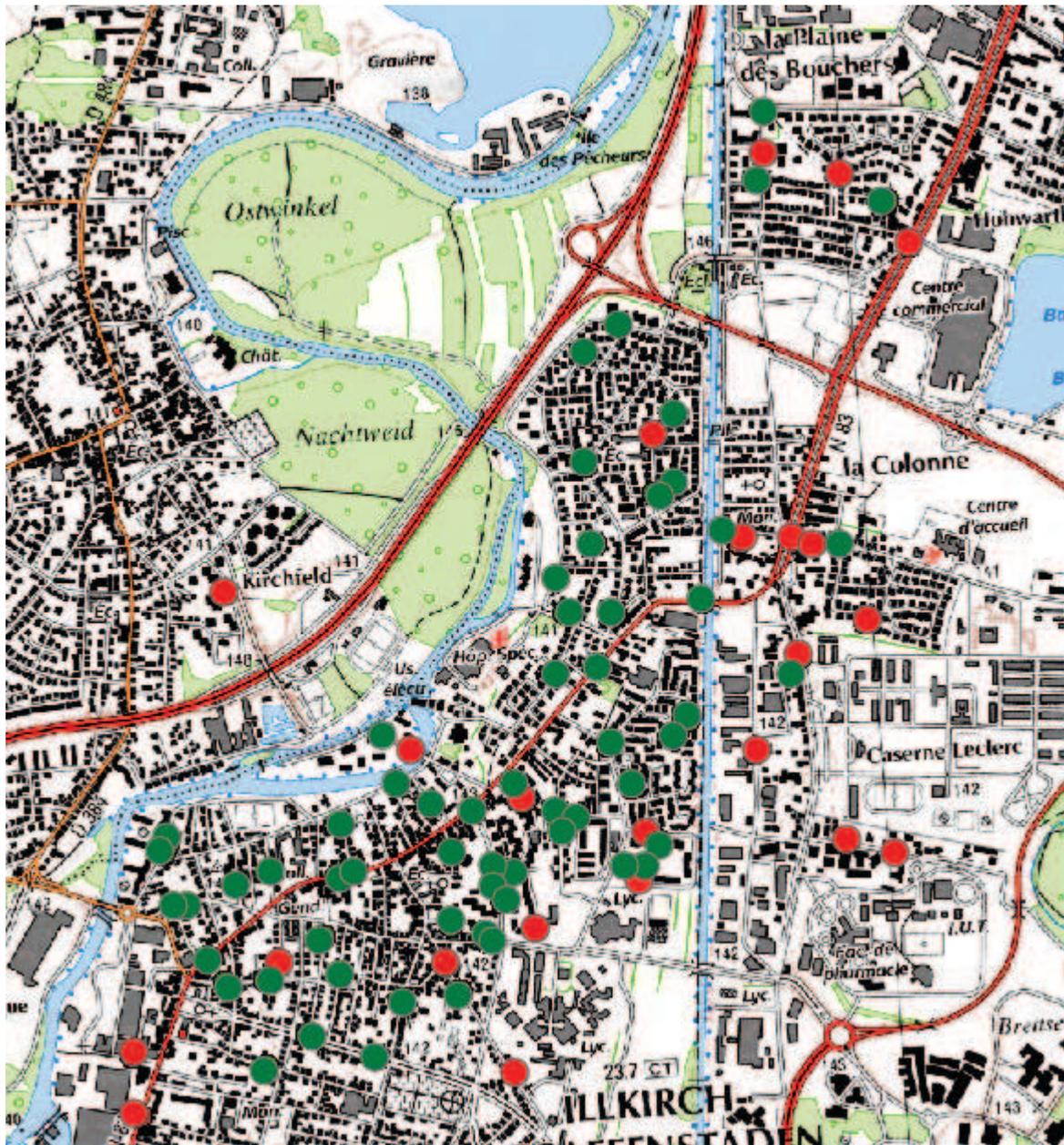


Figure 29: Localisation des individus ayant déclaré avoir accès (en vert) et ne pas avoir accès (en rouge) à un parc à proximité de leur domicile (fond de carte : extrait de Scan 25, IGN)

Différentes hypothèses pourraient expliquer ces disparités, notamment une plus ou moins bonne connaissance de l'environnement de résidence, des possibilités de déplacement à pied variables selon les individus (et pas nécessairement liées à la distance) ou encore des définitions différentes des catégories « parcs » et « piscines ». Le croisement des données relatives à la perception de la proximité à une piscine avec les distances aux piscines les plus

proches<sup>55</sup> montre que, pour les individus déclarant avoir accès à une piscine autour de leur domicile, les distances peuvent être relativement grandes (Figure 30).

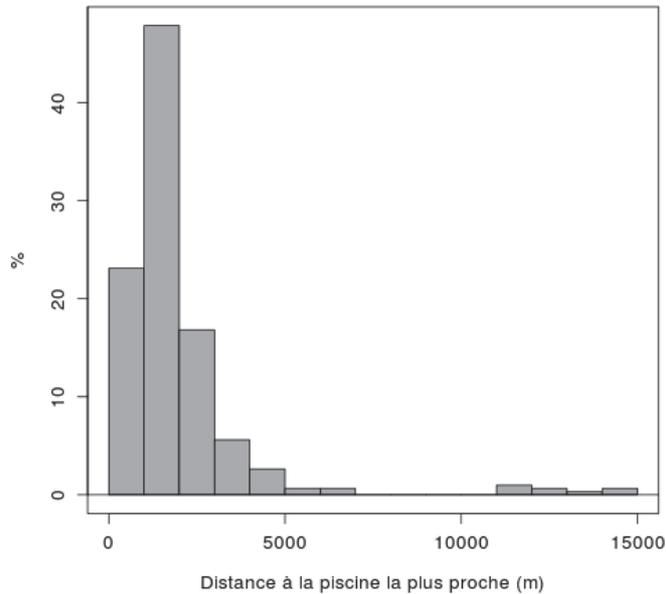


Figure 30: Distribution des distances à la piscine la plus proche chez les individus ayant déclaré avoir une piscine à proximité de leur domicile

Imaginant avec difficulté qu'une distance supérieure à 10 kilomètres puisse être considérée comme étant « proche du domicile », une vérification à partir d'images satellite a été conduite afin d'essayer d'identifier l'origine de ces déclarations à première vue surprenantes. La Figure 31 présente le cas particulier d'un individu ayant déclaré avoir une piscine à proximité du domicile et dont le lieu de résidence se situe à plus de 10 kilomètres de la piscine la plus proche. Elle permet de montrer que là où le chercheur pense à un lieu de pratique institutionnalisé (la piscine municipale par exemple), l'adolescent pense quant à lui probablement à la piscine en tant que lieu fréquenté quotidiennement.

---

55 Distances calculées via le réseau routier par le plus court chemin, à partir d'une extraction des équipements de type « piscine » menée sur les données du RES.

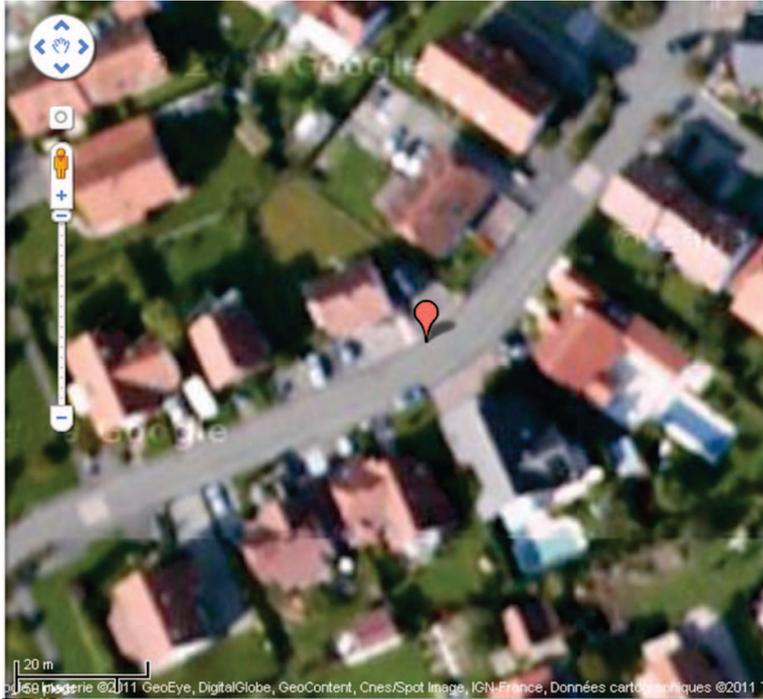


Figure 31: Cas d'un individu dont la distance à la piscine la plus proche est supérieure à 10 km et ayant déclaré avoir une piscine à proximité du domicile (Image satellite Google Maps)

On peut alors supposer que cette observation reflète les différences de catégories de pensée attachées aux positions sociales de l'enquêteur et de l'enquêté. Afin de vérifier cette hypothèse, on cherche à voir s'il existe des différences entre les catégories sociales des répondants dans le fait de déclarer ou non avoir une piscine à proximité, en fonction de la distance à la piscine la plus proche.

On vérifie dans un premier temps que la distance à la piscine la plus proche n'est pas liée à la distribution socio-spatiale des individus, autrement dit, on cherche à voir si la ségrégation socio-spatiale des individus engendre des différences en termes d'accessibilité spatiale aux piscines. Des tests de Wilcoxon pour échantillons indépendants indiquent que la distance médiane à la piscine la plus proche est significativement plus importante pour les individus de la catégorie intermédiaire (2415 m) par rapport aux individus de la catégorie inférieure (médiane = 2053 m ;  $W = 29\ 015$  ;  $p = 0,042$ ) mais pas supérieure (médiane = 2151 m ;  $W = 42\ 798$  ;  $p = 0,117$ ), et que la différence des distances entre ces deux dernières catégories ne

sont pas statistiquement significatives ( $W = 8892$  ;  $p = 0,595$ ), permettant de rejeter l'hypothèse d'un effet de la ségrégation socio-spatiale sur les distances à la piscine la plus proche.

Dans un second temps, et afin de tester l'hypothèse d'un effet de la distance sociale sur la manière de penser l'objet « piscine », une analyse de régression logistique binaire a été conduite avec le fait de déclarer ou non avoir accès à une piscine à proximité du domicile comme variable dépendante, et la catégorie sociale et la distance à la piscine la plus proche comme variables indépendantes. Une attention particulière a été portée à l'effet d'interaction entre ces dernières. Les résultats de l'analyse sont présentés dans le Tableau 18. Ils indiquent d'une part que la probabilité de déclarer avoir une piscine à proximité du domicile, de manière assez logique, augmente à mesure que la distance à la piscine la plus proche diminue, et que d'autre part, cette probabilité n'est pas associée à la catégorie sociale. Enfin, l'analyse des interactions nous permet de montrer que la probabilité augmente de manière significative avec la distance à mesure que la catégorie sociale devient basse.

L'effet d'interaction statistique mis en évidence ainsi que le fait que l'on ne retrouve pas l'effet des différences de distances selon les catégories sociales permettent de valider l'hypothèse de l'existence de catégories de pensée liées à la position sociale des individus. Ces résultats montrent d'une part que l'indicateur utilisé ne relève pas de la *perception* mais de la *représentation* (car socialement construit), et d'autre part que la neutralité d'une enquête ou d'un questionnaire relève bien de l'illusion (Mauger, 1991). Ils confirment ainsi l'importance de considérer la distance sociale entre le milieu enquêté et le milieu enquêteur dans la construction d'enquêtes ainsi que dans l'analyse des données et l'interprétation qui en résultent.

		$\beta$	Erreur std.	z	p	exp ( $\beta$ )	IC 95 %	
							Inf.	Sup.
Intercept		0,795	0,181	4,392	< 0,001	2,215	1,570	3,199
Distance (km)		-0,485	0,070	-6,893	< 0,001	0,616	0,530	0,699
	1	-0,471	0,360	-1,309	0,191	0,625	0,309	1,276
CSP	2	-0,297	0,260	-1,145	0,252	0,743	0,449	1,246
	3 (REF)	0				1		
Distance	1	0,280	0,141	1,985	0,047	1,323	1,000	1,757
(km)	2	0,012	0,099	0,119	0,905	1,012	0,826	1,221
	x							
CSP	3 (REF)	0				1		

Tableau 18: Associations entre CSP, distance à la piscine la plus proche, et le fait de déclarer avoir une piscine à proximité du domicile : résultats de l'analyse de régression logistique

### 6.1.2 Réponses et non-réponses au questionnaire : la « distance sociale » est-elle socio-spatiale ?

L'un des problèmes méthodologiques auquel la majorité des enquêtes se trouve confrontée concerne le refus de participation ou de réponse de la part d'individus ou de groupes d'individus. Ce biais de participation est d'autant plus gênant quand l'étude se donne pour objectif d'être représentative d'une population donnée. On suppose ces refus de participation comme étant liés à la situation de vulnérabilité sociale à laquelle les individus sont confrontés au quotidien, et que la situation d'enquête viendrait renforcer du fait de la distance sociale existant entre l'enquêteur et l'enquêté (Bourdieu, 1979a; Firdion, Marpsat et Bozon, 2000; Mauger, 1991).

Le recueil d'informations quant à la position sociale de l'enquêté devient ainsi un enjeu majeur du dispositif d'enquête. Dans la mesure où le refus de réponse n'autorise pas la collecte de cette information autrement que par le « ressenti » de l'enquêteur, il peut être nécessaire de mettre en place des dispositifs d'enquêtes particuliers permettant notamment de disposer de plusieurs sources d'informations concernant les individus. C'est notamment le cas dans certaines enquêtes menées dans un cadre hospitalier, où les individus interrogés sont par ailleurs suivis en tant que patients (voir par exemple Peretti-Watel et al., 2005), ou encore dans un cadre scolaire comme c'est le cas dans le cas présent de l'étude ICAPS.

Dans cette dernière, on le rappelle, les informations relatives à la position sociale des parents des collégiens proviennent de trois sources : les parents eux-mêmes, les enfants, et l'administration scolaire. Cette triple source d'informations a permis d'une part de déterminer la CSP de la quasi-totalité des individus ayant participé à l'étude, et d'autre part, de mettre en relation les refus (ou du moins l'absence) de réponse ou de participation des parents au questionnaire qui leur était destiné. Ces données ont permis d'une part de vérifier l'hypothèse d'une relation entre position sociale et les réticences à participer à une enquête, et d'autre part, grâce à la diversité spatiale des collèges où ont eu lieu l'étude (rural, urbain, Zones d'Éducation Prioritaires -ZEP), de compléter cette hypothèse par une perspective socio-spatiale, à savoir celle d'un effet de l'étiquetage social de l'espace géographique. En effet, dans la mesure où « le territoire constitue un support d'identification et de construction des identités sociales » (Chamboredon et al., 1984 cité par; Fol, 2010) et où les quartiers « populaires » sont devenus, dans l'opinion publique, des quartiers « pauvres » caractérisés entre autres par « l'exclusion » (Tissot, 2005 cité par; Fol, 2010), on posera l'hypothèse que le refus de réponse au questionnaire, s'il est en partie lié à la position sociale des individus, relève également d'une position spatiale socialement construite et légitimée par les politiques de la ville (ZEP).

Ces hypothèses ont été testées au moyen de tests du Khi-Deux. Dans un premier temps, il a été mis en évidence que les taux de non-réponse sont effectivement associés à la CSP des individus ( $N = 803$  ;  $\chi^2 = 29,524$  ;  $ddl = 2$  ;  $p < 0,001$ ) ainsi qu'à la localisation du collège qu'ils fréquentent ( $N = 803$  ;  $\chi^2 = 136,067$  ;  $ddl = 2$  ;  $p < 0,001$ ). On constate ainsi que les taux de non-réponses augmentent à mesure que la catégorie sociale devient basse (CSP 3 : 12,8 % ; CSP 2 : 27,2 % ; CSP 1 : 41,9 %) et que l'on se rapproche des ZEP (rural : 11,8 % ; urbain

hors-ZEP : 21,8 ; urbain ZEP : 53,9). L'analyse des taux de non-réponse en fonction de ces deux variables considérées simultanément montre que les différences entre les trois types de collèges ne sont pas uniquement dues à un effet de composition de population (Figure 32). On constate ainsi, pour la zone urbaine, qu'à l'étiquetage social de l'individu (la CSP) semble se superposer l'étiquetage social du collège fréquenté (ZEP), le phénomène étant nettement plus marqué pour la catégorie intermédiaire<sup>56</sup>. On peut poser ici l'hypothèse que cette dernière serait plus encline à « jouer la carte de la distinction » lorsqu'elle se trouve dans un quartier étiqueté socialement et institutionnellement de manière positive. Une autre hypothèse envisageable tiendrait à la composition de la classe intermédiaire dans les différents quartiers. On peut en effet supposer que, selon le type de quartier (ZEP ou non), la représentation des fractions inférieure et supérieure des classes moyennes ne soient pas les mêmes. Finalement, on notera que l'effet de la CSP semble être neutralisé en milieu rural, probablement du fait de l'agrégation des données des quatre collèges (les différences entre collèges ruraux n'ont pas été testées). Pour conclure, il semblerait donc, au vu des résultats, que la distance sociale entre individus (ici la distance enquêteur-enquêté) ne relèverait pas uniquement des positions sociales, mais également bien de l'étiquetage social associé aux positions géographiques<sup>57</sup>.

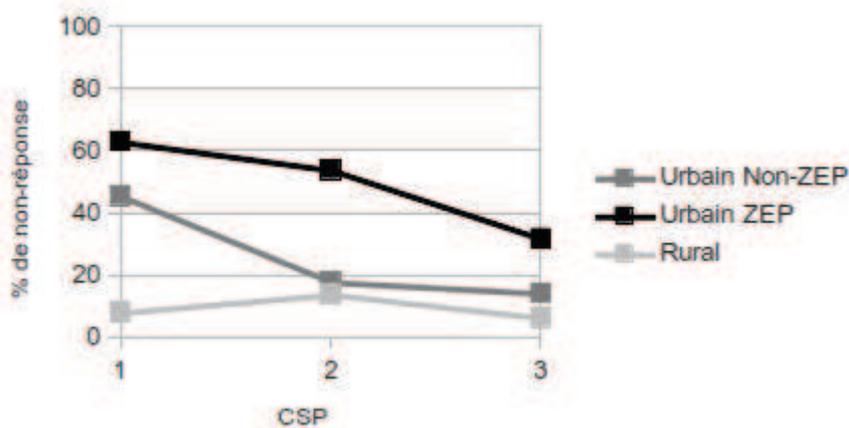


Figure 32: Pourcentages de non-réponses au questionnaire "parents" selon la CSP et la localisation du collège

56 En raison de la colinéarité très forte entre CSP et type de collège fréquenté, les associations multivariées n'ont pas été testées statistiquement.

57 Nous signalerons que la lecture des travaux d'E. Goffman (1975) à propos de la stigmatisation aurait pu permettre d'apporter un éclairage complémentaire sur cette question. Cet aspect de la bibliographie n'a cependant pu être exploré par manque de temps.

## 6.2 La modélisation comme outil heuristique : ouverture de perspectives d'analyses et de modélisation

Le travail de modélisation, en tant qu'outil heuristique, a permis de penser et d'articuler un certain nombre de pistes d'analyse et de développement de modèles, en identifiant notamment les éléments manquants du modèle conceptuel qui a été proposé (voir Figure 9). En particulier, l'absence de la question de l'accessibilité sociale aux équipements collectifs, qui a occupé une place centrale parmi les réflexions qui ont guidé ce travail, constitue l'une des limites du troisième modèle. Les travaux de M. Pinçon-Charlot, P. Rendu et E. Preteceille sur la question de la ségrégation urbaine et des distances spatiales et sociales (voir notamment Pinçon-Charlot, Preteceille et Rendu, 1986; Pinçon-Charlot et Rendu, 1982) ont tout d'abord permis d'envisager que la pratique résulte de la confrontation entre l'habitus et les conditions extérieures à la pratique, parmi lesquelles on distingue à la fois les possibilités matérielles et sociales. Si la construction des modèles s'est principalement focalisée sur la question des dispositions et des distances spatiales, il convient de ne pas omettre, à la suite de ce travail, que « la distance réelle aux équipements [...] ne peut être appréciée que socialement » (Pinçon-Charlot et Rendu, 1982, p. 683). L'une des pistes de modélisation qui a été pensée concerne ainsi la question de la distance socio-spatiale aux équipements. A la manière des individus dont a vu précédemment qu'ils pouvaient être porteurs d'un étiquetage socio-spatial, il s'agirait alors de caractériser un équipement collectif à la fois par « la clientèle qui le fréquente et les caractéristiques sociales du quartier où il est situé » (Pinçon-Charlot et Rendu, 1982, p. 683). Plus concrètement, la distance socio-spatiale aux équipements collectifs pourrait être modélisée, au niveau individuel, comme résultant de la distance dans l'espace géographique et de la distance à l'équipement et au quartier dans l'espace social, cette dernière étant fonction de la position sociale des individus qui les fréquentent. Entre parenthèses, on pourra remarquer ici que, compte-tenu de leur originalité et des perspectives théoriques qu'ils ouvrent aussi bien en géographie qu'en sociologie, il semblerait que ces travaux n'aient trouvé qu'un relativement faible écho en général, et dans ces disciplines<sup>58</sup> en particulier.

---

58 Le moteur de recherche bibliographique Google Scholar (relativement peu restrictif dans la mesure où les recherches s'effectuent dans l'ensemble des documents académiques produits, qu'ils soient formels ou informels) recense un compte d'à peine une soixantaine de citations pour l'ouvrage cité (Pinçon-Charlot, Preteceille et Rendu, 1986), et de trois citations pour l'article (Pinçon-Charlot et Rendu, 1982). A titre de comparaison, l'article de J.-C. Chamboredon et M. Lemaire, paru à peine une douzaine d'années plus tôt, et

Un second point important absent du modèle, en lien avec le point qui vient d'être développé, est qu'il n'intègre pas la ségrégation sociale des individus dans l'espace géographique si ce n'est très globalement, au travers de la structure de la population qui est croisée avec un contexte géographique particulier. La distribution spatiale des individus, modélisée selon un processus aléatoire, constitue ainsi un frein à la validation du modèle dans la mesure où cette hypothèse ne correspond absolument pas à la réalité observée. La distribution spatiale des équipements collectifs n'est en effet pas indépendante des caractéristiques sociales des quartiers que ce soit pour les équipements sportifs ou les collèges (Tableau 6). La ségrégation socio-spatiale plaçant les groupes sociaux dans des conditions spatiales et sociales similaires dont on a montré d'une part qu'elles sont liées aux pratiques sportives et de mobilité, et d'autre part, qu'elles participaient conjointement à la constitution des distances entre les individus, on conclura ici que l'absence de ce paramètre dans le modèle est probablement lourde de conséquences sur les résultats des simulations qui ont été présentés.

Une troisième perspective de modélisation concerne la mobilité des individus, d'un double point de vue spatial et social. En premier lieu, en considérant que les différents contextes sociaux auquel est confronté un individu participent à la construction des dispositions spécifiques de l'individu (Lahire, 1998), on peut raisonnablement supposer que la mobilité spatiale aurait comme conséquence de placer ce dernier dans des conditions sociales plus ou moins différentes dans chaque lieu fréquenté. Suivant le principe de remplacement socio-spatial, qui, on le rappelle, a pour objectif de minimiser la distance entre les caractéristiques sociales des individus et des lieux qu'ils fréquentent, et dont il est actuellement estimé qu'il concernerait environ un quart des déplacements observés (Ramadier, 2010, p. 81), le nombre de contextes sociaux différents dans lequel un individu serait engagé est probablement réduit. Cependant, si le poids du remplacement sur l'ensemble des déplacements spatiaux n'est pas négligeable, un individu serait « déplacé<sup>59</sup> », c'est-à-dire placé dans un contexte social différent de son contexte d'origine, dans trois quarts des cas. Signalons au passage qu'une question qui reste aujourd'hui ouverte est de savoir si le poids du remplacement dans les déplacements est identique dans tous les groupes sociaux et en fonction des trajectoires sociales individuelles (Ramadier, 2010, p. 95). Plus concrètement, une piste de recherche

---

traitant de cette même question des distances physiques et sociales (Chamboredon et Lemaire, 1970) renvoie un décompte de 380 citations.

59 Pris comme contraire de « replacé ».

consisterait donc à analyser le processus d'intériorisation des conditions en fonction des différents contextes socio-spatiaux fréquentés par l'individu (le quartier de résidence, le collège, les lieux de pratique d'activité sportive).

La question des trajectoires individuelles qui vient d'être évoquée nous amène à la deuxième perspective qui est celle de la mobilité sociale. Le modèle proposé suppose que les individus sont statiques dans l'espace social, que le volume et la structure du capital qu'ils détiennent ne se modifie pas au cours d'une simulation. Or, la pratique est avant tout un investissement de capital, dont l'individu peut (ou espère) retirer des profits, modifiant ou non à cette occasion sa position au sein de l'espace social. Ainsi, dans le domaine sportif, la pratique permettrait d'accumuler les différents types de capital, qu'il soit économique (par exemple sous forme de salaire dans le cas de la professionnalisation), culturel (par exemple sous forme de connaissances, compétences et dispositions spécifiques liées à la pratique sportive<sup>60</sup>), social (un réseau de relations) et également, en lien avec les trois autres, symbolique (au travers de la « performance » et de la « réussite sportive »).

Ce dernier point permet de signaler l'absence d'une autre notion importante au modèle, à savoir le *champ*, au travers duquel sont notamment définies quelles pratiques sont légitimes et quelles espèces de capital on peut espérer en retirer. Il a notamment été montré qu'il existerait un *champ sportif* macrosocial au sein duquel s'affrontent (au moins) deux points de vue (Defrance et Pociello, 1993). Le premier est celui de « l'idéologie fédérale », associé à l'idée d'un « service public », reposant sur l'éthique traditionnelle du sport au travers de concepts tels que la performance, le *fair play* ou l'effort, et qui défend l'idée d'un sport universel et accessible à tous car il procure des bienfaits individuels et collectifs (tels que santé, beauté, vertus morales). A ce premier point de vue s'oppose « l'idéologie du loisir », pour laquelle le sport n'est qu'un jeu, qu'un divertissement, et qui repose sur une approche hédoniste, individualiste et économique, suivant une logique de marché. Il a par ailleurs été proposé que ce champ macrosocial pouvait trouver des déclinaisons plus « locales », au travers par exemple du système associatif, qui formerait également un champ gouverné par des enjeux politico-économiques, voire qu'à un niveau encore inférieur, les associations elles-mêmes constitueraient des champs à part entière (Gasparini, 2000). Une piste de modélisation

---

60 On pourra parler d'un « capital sportif culturel » (Suaud, 1989) ou encore de « capital corporel » (Louveau, 2007).

consisterait donc à représenter les effets de ce champ associatif dont on peut supposer qu'il permettrait également de définir en partie les conditions d'accès aux lieux de pratiques, à savoir les associations sportives. Dans l'exemple de la pratique du tennis, il a ainsi été supposé que le « désajustement entre le capital [...] possédé d'une part et la position du club dans l'espace du tennis d'autre part s'avérerait d'une grande utilité pour rendre compte des changements de club, voire des ruptures totales de pratique » (Suaud, 1989). On a vu précédemment que la position des lieux dépend en partie de la position sociale de la population qui les fréquente, l'intégration de la question de la mobilité sociale dans un modèle pourrait donc porter à la fois sur les individus et sur les espaces (lieux de pratique, quartiers).

Une autre limite du modèle, en relation avec la question du champ, est qu'il ne distingue pas les différents types de pratiques sportives entre elles. D'une part, il n'est pas fait état de la pratique hors association, qui pourrait constituer une alternative, par exemple en cas d'exclusion du champ sportif associatif (du fait d'un désajustement des positions). D'autre part, au travers des effets du champ, les classes sociales n'accorderaient pas le même sens et la même fonction à chacune des pratiques. Ce sens et cette fonction, au même titre que les variations d'intensités des relations statistiques entre classes sociales et pratiques, seraient indispensables à la constitution d'un modèle explicatif des pratiques sportives (Bourdieu, 1978). Plus concrètement, il s'agirait alors de situer ces différentes pratiques (par exemple, football, tennis, gymnastique ou natation) les unes par rapport aux autres dans un même espace. Cet espace des pratiques permettrait ainsi de positionner les groupes sociaux et individus vis-à-vis de chacune d'entre elles afin de rendre compte simultanément des conditions de la pratique sportive et des profits qu'il serait possible d'en retirer, que ce soit globalement ou spécifiquement au travers de certains types de pratiques. Il serait par ailleurs possible d'envisager la même approche à propos des pratiques de mobilité, qu'il conviendrait de rattacher à un champ de la gestion de l'espace géographique incluant par exemple des élus locaux, des associations ou encore des aménageurs (Ramadier, 2013, comm. pers.), luttant entre autres pour la définition des pratiques de mobilité légitimes (opposant par exemple aujourd'hui les défenseurs de l'automobile aux partisans de la « mobilité douce »).

Une dernière divergence entre le modèle théorique et le modèle opérationnel que l'on peut soulever concerne la multi-dimensionnalité du positionnement des individus. Par rapport à la proposition d'une explication des pratiques comme résultat d'une position sociale,

géographique et socio-cognitive (Borja et al., 2010; Ramadier, 2009), on notera que si les espaces social et géographique sont explicitement modélisés dans deux dimensions, l'espace socio-cognitif quant à lui est représenté de manière uni-dimensionnelle, sous forme d'une disposition à s'engager dans une pratique donnée. Une perspective d'analyse et de modélisation consisterait à situer les individus dans un espace socio-cognitif à deux dimensions, formé par des dispositions à agir et des dispositions à penser. Les deux types de dispositions n'étant pas nécessairement liées (pouvant par exemple conduire à un sentiment de frustration ou de culpabilité), il s'agirait alors de s'interroger sur la manière dont les unes et les autres sont intériorisées dans des situations différentes (Lahire, 2003, p. 338).

## Conclusion du sixième chapitre

Ce chapitre a porté sur la présentation de résultats de nature différente qui ont permis d'une part d'apporter un éclairage sur des sources d'erreurs d'interprétation de résultats d'enquêtes, et d'autre part, d'envisager un certain nombre de pistes d'analyses futures. Le point commun à ces résultats est qu'ils n'ont été possibles à relever qu'au travers du changement de perspective théorique qui a été exposé dans la seconde partie de ce travail, ainsi que grâce à l'approche par la modélisation. Par ailleurs, si les pistes de recherche qui ont été ouvertes supposent la collecte de données supplémentaires (lieux de pratiques fréquentés, capital culturel et économique, champ associatif, ou encore dispositions), l'identification préalable des catégories de pensée et la prise en compte de la distance entre enquêteur et enquêté constituent des pistes de réflexions méthodologiques sur lesquelles il conviendra de se pencher.



## Conclusion de la troisième partie

L'objectif de cette troisième partie était de présenter les différents résultats obtenus au travers de ce travail. Les résultats des simulations ont été exposés dans un premier temps, et il a été montré que nombre d'analyses supplémentaires sont encore nécessaires afin de parvenir à une bonne compréhension des propriétés des modèles qui ont été développés. Dans un second temps, des résultats empiriques et théoriques ont été présentés à partir d'un retour sur les données et en considérant la modélisation comme un outil heuristique, permettant, dans le cas présent, de penser le système des pratiques de mobilité et d'activités dans une perspective holistique. En conclusion, les résultats présentés apportent finalement plus de questions que de réponses, tant sur plan théorique que méthodologique, renvoyant à des perspectives d'analyses, à court et à long terme, nécessaires à la validation théorique et empirique non seulement du schéma conceptuel proposé, mais aussi des modèles à base d'agents développés.



## Conclusion générale



Cette thèse, initialement inscrite en géographie dans une problématique de santé publique, à savoir l'obésité, avait pour objectif d'apporter, au travers du développement d'un modèle à base d'agents, un éclairage sur les relations existantes entre le cadre de vie d'une population d'adolescents et leurs pratiques sportives et de mobilité quotidienne. La démarche initialement envisagée était de faire reposer le travail de modélisation sur l'exploration de données empiriques, permettant d'établir les règles de décision à implémenter dans le modèle. Ce travail d'analyse de données nous a conduit, conjointement à différentes propositions théoriques publiées dans la littérature, à questionner la validité du modèle socio-écologique, à opérer un changement de positionnement épistémologique en faveur d'une approche relationnelle, et à adopter un cadre théorique permettant de rendre compte de la relation qui lie les individus au contexte social dans lequel ils vivent et dont ils font intégralement partie. En d'autres termes, notre problématique est passée d'une perspective spatiale à une approche socio-spatiale.

Suivant d'autres propositions théoriques, nous avons ensuite établi un schéma conceptuel intégrant les notions de positions et dispositions sociales, ainsi que les relations entre pratiques de mobilité quotidienne et pratiques d'activités situées dans le temps et l'espace géographique. Ce schéma conceptuel a servi de base théorique au développement de trois modèles à base d'agents qui ont été développés de manière incrémentale, et, dans la mesure du possible, calibrés à partir des données empiriques disponibles. L'originalité de ces modèles est qu'ils n'intègrent pas explicitement la notion d'interaction (qui est en partie rejetée par l'approche théorique adoptée), et qu'ils permettent de modéliser la relation qui unit l'espace social (niveau macro) aux pratiques (niveau micro). On signalera de plus qu'il s'agit de l'une des premières tentatives de modélisation inscrites dans le cadre théorique proposé par P. Bourdieu.

Ce travail a débouché sur plusieurs types de résultats. Les premiers d'entre eux, résultats numériques des simulations, ont notamment permis d'identifier, sous certaines conditions spatiales et sociales, l'émergence possible de « noyaux » de pratiques dans l'espace social. Les analyses conduites sont cependant incomplètes, et il est difficile, à l'heure actuelle, de confirmer ce résultat. Ces lacunes dans les analyses constituent l'une des principales limites à ce travail. Les seconds résultats, qui ont été obtenus au travers de l'exploration des données empiriques menée à des fins de modélisation, montrent que la distance sociale entre

l'enquêteur (ou du moins le concepteur de l'enquête) et l'enquêté est un facteur dont il faut tenir compte lors de l'interprétation de résultats, et que « l'objectivité » supposée des catégories de pensée du chercheur ne sont objectives que pour lui-même et, éventuellement, pour ses pairs, ou en d'autres termes, pour les individus occupant une position sociale semblable. Enfin, les derniers résultats obtenus se présentent sous la forme de perspectives d'analyses, dont l'identification a été rendue possible par le travail de modélisation d'un système suivant une vision holistique. En résumé, si la contribution de ce travail à la compréhension des relations entre le cadre de vie et les pratiques d'adolescents peut apparaître comme essentiellement d'ordre théorique, les résultats obtenus auront cependant permis de rappeler que théorie et méthode ne sont pas dissociables, et le problème de la multicollinéarité des analyses de régression en fournit un exemple.

Il a été tenté, au long de ce travail, de s'inscrire dans une perspective transdisciplinaire, qui consiste à articuler les savoirs issus de différentes disciplines entre eux, en cherchant à identifier les paradoxes et les complémentarités des concepts manipulés, dans un souci constant de cohérence (Ramadier, 2010, p. 10-15). Outre les travaux issus des domaines de la géographie et de la santé publique, il a ainsi été nécessaire d'explorer, dans la mesure du possible et compte tenu du temps imparti, des travaux issus de la psychologie, de l'économie ou encore de la sociologie. C'est ainsi moins une « géographie hybride » qui chercherait à dépasser une fausse dualité entre géographie quantitative et géographie culturelle (Kwan, 2004) qui est proposée au sein de cette thèse, qu'une recherche se focalisant sur un objet en particulier et qui tente d'articuler les différentes connaissances qui s'y rapportent. Le détour par la sociologie, et en particulier par les travaux de P. Bourdieu<sup>61</sup> qui invitent à une réflexivité sur les objets qui font l'objet de recherches, ont conduit à certaines lectures plus critiques quant à l'obésité en général, et à l'activité physique en particulier, dont nous exposerons quelques exemples pour conclure ce travail.

En ce qui concerne l'obésité, il a par exemple été montré que médias, et scientifiques dans une moindre mesure, avaient conjointement « jeté de l'huile sur le feu », s'entraînant mutuellement dans l'emploi de termes et de métaphores toujours plus dramatiques tels que « épidémie », « urgence » ou « guerre » (Saguy et Almeling, 2008). On peut remarquer que le même

---

61 Qui constituent par ailleurs plus qu'un détour compte tenu de la fascination qu'ils peuvent induire, et dont il est difficile de se défaire pour y apporter un regard critique.

phénomène s'est développé en France, en citant l'exemple de l'emploi du terme (d'une grande violence symbolique) de « fléau social » par un homme politique, et par ailleurs médecin (Le Guen, 2005). Additionné à une médicalisation de l'obésité, la conséquence aurait été une stigmatisation grandissante des individus par leur poids ainsi qu'une responsabilisation croissante des individus au travers de leurs comportements alimentaires et d'activité physique<sup>62</sup>, en faisant par exemple de la sédentarité (inactivité physique) « une menace sournoise » contre laquelle il faut se battre (Génolini et Clément, 2010).

En ce qui concerne la pratique sportive, il a été remarqué que la sur-valorisation (médiatique notamment) de la compétition aurait conduit à une aliénation (au sens marxiste d'une dépossession) aussi bien des pratiquants, au travers d'une rationalisation complète de la pratique qui la dépossède de son caractère ludique, que des non-pratiquants, au travers d'un sentiment de culpabilité (Laberge, 1995). On peut poser l'hypothèse que ces processus, rendus possibles par les étroites connexions du monde sportif avec le monde économique (mis par exemple en évidence par l'emploi d'un vocabulaire similaire, tel que « compétition » ou « rendement », *ibid*), sont les mêmes que l'on retrouve à l'œuvre dans la santé publique, où l'argument du coût économique des maladies, amené comme une urgence sociétale, semble éluder aujourd'hui un questionnement sur les conditions de production des inégalités de santé. Enfin, d'un point de vue réflexif sur les conditions dans lesquelles ces recherches ont été menées, on notera que le travail de déconstruction des « lieux communs » et autres catégories de pensée, ou en somme, d'indépendance de la recherche, a été rendu probablement d'autant plus difficile que l'objet d'étude est depuis plusieurs années déjà, et aujourd'hui encore, fortement politisé et médiatisé.

---

62 A laquelle ce travail participe probablement aussi.



## Notice bibliographique

Abel T. (2008), « Cultural capital and social inequality in health », *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 62, n°7, pp. e13-e13.

Aitken S.C. et Bjorklund E.M. (1988), « Transactional and transformational Theories in Behavioral Geography », *The Professional Geographer*, vol. 40, n°1, pp. 54-64.

Ajzen I. (1991), « The theory of planned behavior », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 50, n°2, pp. 179-211.

Ben-Akiva M., McFadden D., Gärling T., Gopinath D., Walker J., Bolduc D., Börsch-Supan A., Delquié P., Larichev O., Morikawa T., Polydoropoulou A. et Rao V. (1999), « Extended Framework for Modeling Choice Behavior », *Marketing Letters*, vol. 10, n°3, pp. 187-203.

Alam S.J., Hillebrandt F. et Schillo M. (2005), « Sociological implications of gift exchange in multiagent systems », *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 8, n°3.

Albert S.M. (2012), « Time to specify mechanisms of community health benefit or harm », *Preventive medicine*, vol. 55, n°6, pp. 563-564.

Altman I. et Rogoff B. (1987), « World views in psychology: Trait, interactional, organismic, and transactional perspectives », in *Handbook of environmental psychology*, New-York, Wiley, pp. 7-40.

Amblard F. (2003), *Comprendre le fonctionnement de simulations sociales individus-centrées: application à des modèles de dynamiques d'opinions*, Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II.

Amblard F., Rouchier J., Bommel P., Varenne F. et Phan D. (2006), « Evaluation et validation de modeles multi-agents », in *Modelisation et simulation multi-agents : applications aux Sciences de l'Homme et de la Societe / Amblard Frederic, Phan Denis*, Paris, Hermes Science Publications, pp. 103-140.

Amouroux E., Desvaux S. et Drogoul A. (2008), « Towards Virtual Epidemiology: An Agent-Based Approach to the Modeling of H5N1 Propagation and Persistence in North-Vietnam », in The Duy Bui, Tuong Vinh Ho et Quang Thuy Ha (dir.), *Intelligent Agents and Multi-Agent Systems*, Springer Berlin Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science, pp. 26-33.

Andrews G.J., Hall E., Evans B. et Colls R. (2012), « Moving beyond walkability: On the potential of health geography », *Social Science & Medicine*, vol. 75, n°11, pp. 1925-1932.

Arentze T., Pelizaro C. et Timmermans H. (2010), « An agent-based micro-simulation framework for modelling of dynamic activity–travel rescheduling decisions », *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 24, n°8, pp. 1149-1170.

Argent N.M. et Walmsley D.J. (2009), « From the Inside Looking out and the Outside Looking in: Whatever Happened to 'Behavioural Geography'? », *Geographical Research*, vol. 47, n°2, pp. 192-203.

Auchincloss A.H. et Diez Roux A.V. (2008), « A New Tool for Epidemiology: The Usefulness of Dynamic-Agent Models in Understanding Place Effects on Health », *Am. J. Epidemiol.*, vol. 168, n°1, pp. 1-8.

Auchincloss A.H., Riolo R.L., Brown D.G., Cook J. et Diez Roux A.V. (2011), « An Agent-Based Model of Income Inequalities in Diet in the Context of Residential Segregation », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 40, n°3, pp. 303-311.

Ball K., Jeffery R.W., Crawford D.A., Roberts R.J., Salmon J. et Timperio A.F. (2008), « Mismatch between perceived and objective measures of physical activity environments », *Preventive Medicine*, vol. 47, n°3, pp. 294-298.

Ball K., Timperio A. et Crawford D. (2006), « Understanding environmental influences on nutrition and physical activity behaviors: where should we look and what should we count? », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 3, n°1, pp. 33.

Bandura A. (1991), « Social cognitive theory of self-regulation », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 50, n°2, pp. 248-287.

Banos A. (2001), « A propos de l'analyse spatiale exploratoire des données », *Cybergeog : European Journal of Geography*.

Bauman A.E., Reis R.S., Sallis J.F., Wells J.C., Loos R.J. et Martin B.W. (2012), « Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? », *The Lancet*, vol. 380, n°9838, pp. 258-271.

Blacksher E. et Lovasi G.S. (2012), « Place-focused physical activity research, human agency, and social justice in public health: Taking agency seriously in studies of the built environment », *Health & Place*, vol. 18, n°2, pp. 172-179.

Boltanski L. (1971), « Les usages sociaux du corps », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, vol. 26, n°1, pp. 205-233.

Booth S.L., Sallis J.F., Ritenbaugh C., Hill J.O., Birch L.L., Frank L.D., Glanz K., Himmelgreen D.A., Mudd M., Popkin B.M., Rickard K.A., St Jeor S. et Hays N.P. (2001), « Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points », *Nutrition Reviews*, vol. 59, n°3 Pt 2, pp. S21-39; discussion S57-65.

Borja S., Cretin A., Depraz S., Fleury A., Iost D., Kwaschik A. et Ramadier T. (2010), « Figurer l'espace en sciences sociales », *Transeo*, vol. 02-03.

Bourdeaudhuij I. De, Simon C., Meester F.D., Lenthe F.V., Spittaels H., Lien N., Faggiano F., Mercken L., Moore L. et Haerens L. (2011), « Are physical activity interventions equally effective in adolescents of low and high socio-economic status (SES): results from the European Teenage project », *Health Education Research*, vol. 26, n°1, pp. 119-130.

- Bourdieu P. (1976), « Le champ scientifique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 2, n°2, pp. 88-104.
- Bourdieu P. (1977), « Sur le pouvoir symbolique », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, vol. 32, n°3, pp. 405-411.
- Bourdieu P. (1978), « Sport and social class », *Social Science Information*, vol. 17, n°6, pp. 819-840.
- Bourdieu P. (1979a), *La distinction: critique sociale du jugement*, Paris, Les Éditions de Minuit, Coll. Le sens commun.
- Bourdieu P. (1979b), « Les trois états du capital culturel », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 30, n°1, pp. 3-6.
- Bourdieu P. (1980a), *Le Sens pratique*, Paris, Les Éditions de Minuit, Coll. Le sens commun.
- Bourdieu P. (1980b), « Le capital social », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 31, n°1, pp. 2-3.
- Bourdieu P. (1984), « Espace social et genèse des “classes” », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 52, n°52-53, pp. 3-14.
- Bourdieu P. (1993), « Effets de lieu », in *La misère du monde*, Paris, France, pp. 159-167.
- Browne-Yung K., Ziersch A. et Baum F. (2013), « ‘Faking til you make it’: Social capital accumulation of individuals on low incomes living in contrasting socio-economic neighbourhoods and its implications for health and wellbeing », *Social Science & Medicine*, vol. 85, pp. 9-17.
- Brunsdon C., Fotheringham A.S. et Charlton M.E. (1996), « Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity », *Geographical Analysis*, vol. 28, n°4, pp. 281–298.
- Burke D.S., Epstein J.M., Cummings D.A.T., Parker J.I., Cline K.C., Singa R.M. et Chakravarty S. (2006), « Individual-based Computational Modeling of Smallpox Epidemic Control Strategies », *Academic Emergency Medicine*, vol. 13, n°11, pp. 1142–1149.
- Burke N.J., Joseph G., Pasick R.J. et Barker J.C. (2009), « Theorizing social context: rethinking behavioral theory », *Health Education & Behavior: The Official Publication of the Society for Public Health Education*, vol. 36, n°5 Suppl, pp. 55S-70S.
- Butland B., Jebb S., Kopelman P., McPherson K., Thomas S., Mardell J. et Parry V. (2007), « Foresight. Tackling obesities: future choices. Project report. », , pp. 155 pp.
- Cailly L. (2004), *Pratiques spatiales, identités sociales et processus d’individualisation. Etude sur la constitution des identités spatiales individuelles au sein des classes moyennes salariées du secteur public hospitalier dans une ville intermédiaire: l’exemple de Tours*, Thèse de Doctorat, Tours, France, Université François Rabelais.

- Cantillo V. et Ortúzar J. de D. (2006), « Implications of Thresholds in Discrete Choice Modelling », *Transport Reviews*, vol. 26, n°6, pp. 667-691.
- Carpiano R.M. (2007), « Neighborhood social capital and adult health: An empirical test of a Bourdieu-based model », *Health & Place*, vol. 13, n°3, pp. 639-655.
- Chaix B. (2009), « Geographic Life Environments and Coronary Heart Disease: A Literature Review, Theoretical Contributions, Methodological Updates, and a Research Agenda », *Annual Review of Public Health*, vol. 30, n°1, pp. 81-105.
- Chamboredon J.-C. et Lemaire M. (1970), « Proximité spatiale et distance sociale. Les grands ensembles et leur peuplement », *Revue Française de Sociologie*, vol. 11, n°1, pp. 3.
- Chamboredon J.-C., Mathy J.-P., Méjean A. et Weber F. (1984), « L'appartenance territoriale comme principe de classement et d'identification », *Sociologie du Sud-est*, vol. 41, pp. 61-85.
- Charles M.-A., Eschwège E. et Basdevant A. (2008), « Monitoring the obesity epidemic in France: the Obepi surveys 1997-2006 », *Obesity (Silver Spring, Md.)*, vol. 16, n°9, pp. 2182-6.
- Christaller W. (1966), *Central places in southern Germany*, Prentice-Hall.
- Cliff A. et Ord K. (1972), « Testing for Spatial Autocorrelation Among Regression Residuals », *Geographical Analysis*, vol. 4, n°3, pp. 267-284.
- Cockerham W.C. (2005), « Health Lifestyle Theory and the Convergence of Agency and Structure », *Journal of Health and Social Behavior*, vol. 46, n°1, pp. 51-67.
- Communauté Urbaine de Strasbourg (2011), « Pour une politique de santé dans la Communauté Urbaine », Document de diagnostic et d'orientations communautaires.
- Conte R., Edmonds B., Moss S. et Sawyer R.K. (2001), « Sociology and Social Theory in Agent Based Social Simulation: A Symposium », *Computational & Mathematical Organization Theory*, vol. 7, n°3, pp. 183-205.
- Craggs C., Corder K., Sluijs E.M.F. van et Griffin S.J. (2011), « Determinants of Change in Physical Activity in Children and Adolescents: A Systematic Review », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 40, n°6, pp. 645-658.
- Cummins S. (2007), « Commentary: Investigating neighbourhood effects on health--avoiding the "Local Trap" », *International Journal of Epidemiology*, vol. 36, n°2, pp. 355-357.
- Cummins S., Curtis S., Diez-Roux A.V. et Macintyre S. (2007), « Understanding and representing "place" in health research: A relational approach », *Social Science & Medicine*, vol. 65, n°9, pp. 1825-1838.
- Cummins S. et Macintyre S. (2006), « Food environments and obesity—neighbourhood or nation? », *International Journal of Epidemiology*, vol. 35, n°1, pp. 100-104.

- Dagkas S. et Stathi A. (2007), « Exploring Social and Environmental Factors Affecting Adolescents' Participation in Physical Activity », *European Physical Education Review*, vol. 13, n°3, pp. 369-384.
- Davison K. et Lawson C. (2006), « Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 3, n°1, pp. 19.
- Defrance J. et Pociello C. (1993), « Structure and Evolution of the Field of Sports in France (1960-1990) A "functional" , historical and prospective analytical essay », *International Review for the Sociology of Sport*, vol. 28, n°1, pp. 1-21.
- Depeau S. (2008), « Radioscopie des territoires de la mobilité des enfants en milieu urbain. Comparaison entre Paris intra-muros et banlieue parisienne », *Enfances, Familles, Générations* :, n°8, pp. 0.
- Dewulf B., Neutens T., Dyck D. Van, Bourdeaudhuij I. de et Weghe N. Van de (2012), « Correspondence between objective and perceived walking times to urban destinations: Influence of physical activity, neighbourhood walkability, and socio-demographics », *International Journal of Health Geographics*, vol. 11, n°1, pp. 43.
- Diez Roux A.V. (2007), « Integrating Social and Biologic Factors in Health Research: A Systems View », *Annals of Epidemiology*, vol. 17, n°7, pp. 569-574.
- Dijst M., Farag S. et Schwanen T. (2008), « A comparative study of attitude theory and other theoretical models for understanding travel behaviour », *Environment and Planning A*, vol. 40, n°4, pp. 831-847.
- Ding D., Sallis J.F., Kerr J., Lee S. et Rosenberg D.E. (2011), « Neighborhood Environment and Physical Activity Among Youth: A Review », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 41, n°4, pp. 442-455.
- DREIF (2004), « Les déplacements des franciliens en 2001 - 2002. Enquête Globale de Transport »,.
- Edmonds B. et Moss S. (2005), « From KISS to KIDS – an 'anti-simplistic' modeling approach », Working Paper, Manchester Metropolitan University.
- El-Sayed A., Scarborough P., Seemann L. et Galea S. (2012), « Social network analysis and agent-based modeling in social epidemiology », *Epidemiologic Perspectives & Innovations*, vol. 9, n°1, pp. 1.
- Engström L.-M. (2008), « Who is physically active? Cultural capital and sports participation from adolescence to middle age—a 38-year follow-up study », *Physical Education & Sport Pedagogy*, vol. 13, n°4, pp. 319-343.
- Epstein J.M. (1999), « Agent-based computational models and generative social science », *Complexity*, vol. 4, n°5, pp. 41-60.

- Facione P.A. (2000), « The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill », *Informal Logic*, vol. 20, n°1.
- Faulkner G.E.J., Buliung R.N., Flora P.K. et Fusco C. (2009), « Active school transport, physical activity levels and body weight of children and youth: A systematic review », *Preventive Medicine*, vol. 48, n°1, pp. 3-8.
- Ferreira I., Horst K. van der, Wendel-Vos W., Kremers S., Lenthe F.J. van et Brug J. (2007), « Environmental correlates of physical activity in youth a review and update », *Obesity Reviews*, vol. 8, n°2, pp. 129-154.
- Firdion J.-M., Marpsat M. et Bozon M. (2000), « Est-il légitime de mener des enquêtes statistiques auprès des sans-domicile? », *La rue et le foyer: une recherche sur les sans-domicile et les mal-logés dans les années 1990*, vol. 144, pp. 127.
- Fol S. (2010), « Mobilité et ancrage dans les quartiers pauvres », *Regards sociologiques*, n°40, pp. 27-43.
- Fox J. (2005), « Getting started with the R commander: A basic-statistics graphical user interface to R », *Journal of Statistical Software*, vol. 14, n°9, pp. 1-42.
- Frie K.G. et Janssen C. (2009), « Social inequality, lifestyles and health – a non-linear canonical correlation analysis based on the approach of Pierre Bourdieu », *International Journal of Public Health*, vol. 54, n°4, pp. 213-221.
- Frohlich K.L., Corin E. et Potvin L. (2001), « A theoretical proposal for the relationship between context and disease », *Sociology of Health & Illness*, vol. 23, n°6, pp. 776-797.
- Frohlich K.L., Dunn J.R., McLaren L., Shiell A., Potvin L., Hawe P., Dassa C. et Thurston W.E. (2007), « Understanding place and health: A heuristic for using administrative data », *Health & Place*, vol. 13, n°2, pp. 299-309.
- Galea S., Hall C. et Kaplan G.A. (2009), « Social epidemiology and complex system dynamic modelling as applied to health behaviour and drug use research », *International Journal of Drug Policy*, vol. 20, n°3, pp. 209-216.
- Gärling T. et Axhausen K. (2003), « Introduction: Habitual travel choice », *Transportation*, vol. 30, n°1, pp. 1-11.
- Gasparini W. (2000), « L'envers de l'institution sportive locale: L'exemple du jeu des associations sportives strasbourgeoises », *Regards sociologiques*, n°20, pp. 143-152.
- Gatrell A.C., Popay J. et Thomas C. (2004), « Mapping the determinants of health inequalities in social space: can Bourdieu help us? », *Health & Place*, vol. 10, n°3, pp. 245-257.
- Gebel K., Bauman A.E., Sugiyama T. et Owen N. (2011), « Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: Prospective relationships with walking and weight gain », *Health & Place*, vol. 17, n°2, pp. 519-524.

- Génolini J.-P. et Clément J.-P. (2010), « Lutter contre la sédentarité : L'incorporation d'une nouvelle morale de l'effort », *Sciences sociales et sport*, vol. N° 3, n°1, pp. 133-156.
- Giles-Corti B., Kelty S.F., Zubrick S.R. et Villanueva K.P. (2009), « Encouraging walking for transport and physical activity in children and adolescents: how important is the built environment? », *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, vol. 39, n°12, pp. 995-1009.
- Giles-Corti B., Timperio A., Bull F. et Pikora T. (2005), « Understanding physical activity environmental correlates: increased specificity for ecological models », *Exercise and sport sciences reviews*, vol. 33, n°4, pp. 175-181.
- Goffman E. (1975), « Stigmates », *Les usages sociaux des handicaps*, Paris, Minuit.
- Goodwin P.B. (1977), « Habit and Hysteresis in Mode Choice », *Urban Studies*, vol. 14, n°1, pp. 95-98.
- Gorman D.M., Mezic J., Mezic I. et Gruenewald P.J. (2006), « Agent-Based Modeling of Drinking Behavior: A Preliminary Model and Potential Applications to Theory and Practice », *Am J Public Health*, vol. 96, n°11, pp. 2055-2060.
- Grimm V., Berger U., Bastiansen F., Eliassen S., Ginot V., Giske J., Goss-Custard J., Grand T., Heinz S.K., Huse G., Huth A., Jepsen J.U., Jørgensen C., Mooij W.M., Müller B., Pe'er G., Piou C., Railsback S.F., Robbins A.M., Robbins M.M., Rossmanith E., Rüger N., Strand E., Souissi S., Stillman R.A., Vabø R., Visser U. et DeAngelis D.L. (2006), « A standard protocol for describing individual-based and agent-based models », *Ecological Modelling*, vol. 198, n°1-2, pp. 115-126.
- Grimm V., Berger U., DeAngelis D.L., Polhill J.G., Giske J. et Railsback S.F. (2010), « The ODD protocol: A review and first update », *Ecological Modelling*, vol. 221, n°23, pp. 2760-2768.
- Guen J.-M.L. Le (2005), *Obésité, le nouveau mal français: Pour une réponse politique à un fléau social*, Armand Colin.
- Hägerstrand T. (1970), « What about people in Regional Science? », *Papers of the Regional Science Association*, vol. 24, n°1, pp. 6-21.
- Hammond R.A. (2009), « Complex Systems Modeling for Obesity Research », *Preventing Chronic Disease*, vol. 6, n°3, pp. A97.
- Handy S.L., Boarnet M.G., Ewing R. et Killingsworth R.E. (2002), « How the built environment affects physical activity: views from urban planning », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 23, n°2 Suppl, pp. 64-73.
- Hanson M.D. et Chen E. (2007), « Socioeconomic Status and Health Behaviors in Adolescence: A Review of the Literature », *Journal of Behavioral Medicine*, vol. 30, n°3, pp. 263-285.

- Hearst M.O., Patnode C.D., Sirard J.R., Farbakhsh K. et Lytle L.A. (2012), « Multilevel predictors of adolescent physical activity: a longitudinal analysis », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 9, n°1, pp. 8.
- Hill J.O. et Peters J.C. (1998), « Environmental Contributions to the Obesity Epidemic », *Science*, vol. 280, n°5368, pp. 1371-1374.
- Huang C.-Y., Sun C.-T., Hsieh J.-L. et Lin H. (2004), « Simulating SARS: Small-World Epidemiological Modeling and Public Health Policy Assessments », *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 7, n°4.
- Huang T.T., Drewnowski A., Kumanyika S.K. et Glass T.A. (2009), « A Systems-Oriented Multilevel Framework for Addressing Obesity in the 21st Century », *Preventing Chronic Disease*, vol. 6, n°3, pp. A82.
- Huang T.T.-K. et Glass T.A. (2008), « Transforming Research Strategies for Understanding and Preventing Obesity », *JAMA*, vol. 300, n°15, pp. 1811-1813.
- Humphreys D.K. et Ogilvie D. (2013), « Synthesising evidence for equity impacts of population-based physical activity interventions: a pilot study », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 10, n°1, pp. 76.
- Hurvitz P.M. et Moudon A.V. (2012), « Home Versus Nonhome Neighborhood: Quantifying Differences in Exposure to the Built Environment », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 42, n°4, pp. 411-417.
- Ittelson W.H. (1973), « Environment perception and contemporary perceptual theory », *Environment and cognition*, pp. 1-19.
- Kang J., Ha S.-Y., Jeong E. et Kang K.K. (2011), « How do cultural classes emerge from assimilation and distinction? An extension of the Cucker-Smale flocking Model », *J. Math. Sociol.*
- Karusisi N., Thomas F., Méline J. et Chaix B. (2013), « Spatial accessibility to specific sport facilities and corresponding sport practice: the RECORD Study », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 10, n°1, pp. 48.
- Kaufmann V., Bergman M.M. et Joye D. (2004), « Motility: mobility as capital », *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 28, n°4, pp. 745-756.
- Kaufmann V., Maksim H., Borja S., Courty G. et Ramadier T. (2012), « La Mobilité comme capital ? », *Forum Vies Mobiles*.
- Kestens Y., Lebel A., Daniel M., Thériault M. et Pampalon R. (2010), « Using experienced activity spaces to measure foodscape exposure », *Health & Place*, vol. 16, n°6, pp. 1094-1103.
- King A.C. et Sallis J.F. (2009), « Why and how to improve physical activity promotion: Lessons from behavioral science and related fields », *Preventive Medicine*, vol. 49, n°4, pp. 286-288.

- King A.C., Satariano W.A., Marti J. et Zhu W. (2008), « Multilevel Modeling of Walking Behavior », *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 40, n°Supplement, pp. S584-S593.
- Kirtland K.A., Porter D.E., Addy C.L., Neet M.J., Williams J.E., Sharpe P.A., Neff L.J., Kimsey C.D. et Ainsworth B.E. (2003), « Environmental measures of physical activity supports: Perception versus reality », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 24, n°4, pp. 323-331.
- Kremers S.P., Bruijn G.-J. de, Visscher T.L., Mechelen W. van, Vries N.K. de et Brug J. (2006), « Environmental influences on energy balance-related behaviors: A dual-process view », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 3, n°1, pp. 9.
- Krenn P.J., Titze S., Oja P., Jones A. et Ogilvie D. (2011), « Use of Global Positioning Systems to Study Physical Activity and the Environment: A Systematic Review », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 41, n°5, pp. 508-515.
- Kwan M.-P. (2004), « Beyond Difference: From Canonical Geography to Hybrid Geographies », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 94, n°4, pp. 756-763.
- Kwan M.P. (1998), « Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework », *Geographical Analysis*, vol. 30, n°3, pp. 191-216.
- Kwan M.P. (1999), « Gender and individual access to urban opportunities: a study using space-time measures », *Professional Geographer*, vol. 51, n°2, pp. 210-227.
- Laberge S. (1995), « Sports et activités physiques : modes d'aliénation et pratiques émancipatoires », *Sociologie et sociétés*, vol. 27, n°1, pp. 53.
- Lahire B. (1998), *L'homme pluriel : les ressorts de l'action*, Paris, Nathan.
- Lahire B. (2003), « From the habitus to an individual heritage of dispositions. Towards a sociology at the level of the individual », *Poetics*, vol. 31, n°5-6, pp. 329-355.
- Landis D., Triandis H.C. et Adamopoulos J. (1978), « Habit and behavioral intentions as predictors of social behaviors », *Journal of Social Psychology*, vol. 106, n°2, pp. 227.
- Laperrière V. (2009), *Apport de la modélisation individu-centrée spatialement explicite à la compréhension de L'expression d'une maladie transmissible : la peste bubonique à Madagascar*, Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Laperrière V., Badariotti D., Banos A. et Müller J.-P. (2009), « Structural validation of an individual-based model for plague epidemics simulation », *Ecological Complexity*, vol. 6, n°2, pp. 102-112.
- Lee J., Macdonald D. et Wright J. (2009), « Young Men's Physical Activity Choices The Impact of Capital, Masculinities, and Location », *Journal of Sport & Social Issues*, vol. 33, n°1, pp. 59-77.

- Limstrand T. (2008), « Environmental characteristics relevant to young people's use of sports facilities: a review », *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, vol. 18, n°3, pp. 275–287.
- Lioret S., Touvier M., Dubuisson C., Dufour A., Calamassi-Tran G., Lafay L., Volatier J.-L. et Maire B. (2009), « Trends in Child Overweight Rates and Energy Intake in France From 1999 to 2007: Relationships With Socioeconomic Status », *Obesity*, vol. 17, n°5, pp. 1092-1100.
- Louveau C. (2007), « Le corps sportif : un capital rentable pour tous ? », *Actuel Marx*, vol. n° 41, n°1, pp. 55-70.
- Massot M.-H. et Zaffran J. (2007), « Auto-mobilité urbaine des adolescents franciliens » Jean-Pierre Bondue et Dominique Royoux (dir.), *Espace populations sociétés*, n°2007/2-3, pp. 227-241.
- Mauger G. (1991), « Enquêter en milieu populaire », *Genèses*, vol. 6, n°1, pp. 125-143.
- McGinn A.P., Evenson K.R., Herring A.H., Huston S.L. et Rodriguez D.A. (2007), « Exploring Associations between Physical Activity and Perceived and Objective Measures of the Built Environment », *Journal of Urban Health*, vol. 84, n°2, pp. 162-184.
- McNally M.G. et Rindt C.R. (2000), « The Activity-Based Approach », in *Handbook of Transport Modelling*, Amsterdam, Pergamon, pp. 53-69.
- Ministère de la Jeunesse et des Sports et Institut National du Sport et de l'Éducation Physique (2004), *Les adolescents et le sport : enquête 2001*, Paris, France.
- Mokhtarian P.L. et Salomon I. (2001), « How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 35, n°8, pp. 695-719.
- Monteiro C.A., Conde W.L., Lu B. et Popkin B.M. (2004), « Obesity and inequities in health in the developing world », *International Journal of Obesity*, vol. 28, n°9, pp. 1181-1186.
- Must A. et Strauss R.S. (1999), « Risks and consequences of childhood and adolescent obesity », *International Journal of Obesity*, vol. 23, n°S2, pp. s2-s11.
- Northridge D.M.E., Sclar D.E.D. et Biswas M.P. (2003), « Sorting out the connections between the built environment and health: A conceptual framework for navigating pathways and planning healthy cities », *Journal of Urban Health*, vol. 80, n°4, pp. 556-568.
- Oakes J.M. (2008), « Invited Commentary: Rescuing Robinson Crusoe », *Am. J. Epidemiol.*, vol. 168, n°1, pp. 9-12.
- ObEpi (2009), « ObEpi-Roche, enquête épidémiologique de référence sur l'évolution de l'obésité et du surpoids en France »,.
- ObEpi (2012), « ObEpi-Roche, enquête épidémiologique de référence sur l'évolution de l'obésité et du surpoids en France »,.

- Oppenheim N. (2009), « Mobilités quotidiennes et ségrégation : le cas des adolescents de Zones Urbaines Sensibles franciliennes », *Espace Population Société*, n°2, pp. 215-226.
- Oppenheim N. (2010), « La mobilité comme accessibilité, dispositions et épreuve : trois paradigmes expliquant le caractère éprouvant des déplacements à Paris », *Articulo - Journal of Urban Research*, n°7.
- Painter J. (2000), « Pierre Bourdieu », in *Thinking space*, London, Routledge, pp. 239-259.
- Panther J., Jones A. et Sluijs E. van (2008), « Environmental determinants of active travel in youth: A review and framework for future research », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 5, n°1, pp. 34.
- Paradeise C. (1981), « Bourdieu Pierre, Le sens pratique. », *Revue française de sociologie*, vol. 22, n°4, pp. 636-642.
- Parunak H.V.D., Savit R. et Riolo R.L. (1998), « Agent-Based Modeling vs. Equation-Based Modeling: A Case Study and Users' Guide », in Jaime Simão Sichman, Rosaria Conte et Nigel Gilbert (dir.), *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, Springer Berlin Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science, pp. 10-25.
- Patlolla P., Gunupudi V., Mikler A. et Jacob R. (2006), « Agent-Based Simulation Tools in Computational Epidemiology », in *Innovative Internet Community Systems*, pp. 212-223.
- Peneau S., Salanave B., Maillard-Teyssier L., Rolland-Cachera M.-F., Vergnaud A.-C., Mejean C., Czernichow S., Vol S., Tichet J., Castetbon K. et Hercberg S. (2009), « Prevalence of overweight in 6- to 15-year-old children in central/western France from 1996 to 2006: trends toward stabilization », *Int J Obes*, vol. 33, n°4, pp. 401-407.
- Peretti-Watel P., Riandey B., Dray-Spira R., Bouhnik A.-D., Sitta R., Obadia Y. et Obadia Y. (2005), « Comment enquêter la population séropositive en France ? », *Population*, vol. Vol. 60, n°4, pp. 525-550.
- Petit J. (2003), « Cinq logiques de mobilité et leurs conséquences sur la planification des déplacements urbains », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, vol. 43, pp. 35-58.
- Picheral H. (1983), « Complexes et systèmes pathogènes: approche géographique », *de l'épidémiologie à la géographie humaine, travaux et documents de géographie tropicale Volume*, vol. 48, pp. 5-22.
- Pinçon-Charlot M., Preteceille E. et Rendu P. (1986), *Ségrégation urbaine : classes sociales et équipements collectifs en région parisienne*, Paris, France.
- Pinçon-Charlot M. et Rendu P. (1982), « Distance spatiale, distance sociale aux équipements collectifs en Ile-de-France: des conditions de la pratique aux pratiques », *Revue Française de Sociologie*, vol. 23, n°4, pp. 667.
- Pont K., Ziviani J., Wadley D., Bennett S. et Abbott R. (2009), « Environmental correlates of children's active transportation: A systematic literature review », *Health & Place*, vol. 15, n°3, pp. 849-862.

- Pred A. (1984), « Place as Historically Contingent Process: Structuration and the Time-Geography of Becoming Places », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 74, n°2, pp. 279-297.
- Putnam R. (1993), « The Prosperous Community: Social Capital and Public Life », *The American Prospect*, n°13, pp. 35-42.
- Ramadier T. (2009), « Capital culturel, lisibilité sociale de l'espace urbain et mobilité quotidienne », in *Les mondes de la mobilité*, Presses Universitaires de Rennes, pp. 137-160.
- Ramadier T. (2010), *La géométrie socio-cognitive de la mobilité quotidienne : distinction et continuité spatiale en milieu urbain*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Nîmes.
- Ramadier T. (2011), « L'accessibilité socio-cognitive », *Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l'accessibilité en questions / 11ème colloque du groupe de travail « Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale » de l'AISLF*.
- Ramadier T., Carpentier S., Depeau S., Després C., Enaux C., Hamza K., Fortin A., Lannoy P. et Martin-Roy S. (2007), « Les mobilités quotidiennes : Représentation et pratiques. Vers l'identité de déplacement ».
- R. Development Core Team (2005), « R: A language and environment for statistical computing », ISBN 3-900051-07-0. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. url: <http://www.R-project.org>.
- Reilly J.J., Methven E., McDowell Z.C., Hacking B., Alexander D., Stewart L. et Kelnar C.J.H. (2003), « Health consequences of obesity », *Arch Dis Child*, vol. 88, n°9, pp. 748-752.
- Rhodes R.E., Macdonald H.M. et McKay H.A. (2006), « Predicting physical activity intention and behaviour among children in a longitudinal sample », *Social Science & Medicine*, vol. 62, n°12, pp. 3146-3156.
- Richard L., Gauvin L. et Raine K. (2011), « Ecological Models Revisited: Their Uses and Evolution in Health Promotion Over Two Decades », *Annual Review of Public Health*, vol. 32, n°1, pp. 307-26.
- Ripoll F. (2012), « Attention, un espace peut en cacher un autre », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. n° 195, n°5, pp. 112-121.
- Rolland-Cachera M.-F. et Thibault H. (2002), « Définition et évolution de l'obésité infantile », *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, vol. 15, n°8, pp. 448-453.
- Rupp J.C.C. (1995), « Les classes populaires dans un espace social à deux dimensions », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 109, n°1, pp. 93-98.
- Saarloos D., Kim J.-E. et Timmermans H. (2009), « The Built Environment and Health: Introducing Individual Space-Time Behavior », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 6, n°6, pp. 1724-1743.

- Saguy A.C. et Almeling R. (2008), « Fat in the Fire? Science, the News Media, and the “Obesity Epidemic” », *Sociological Forum*, vol. 23, n°1, pp. 53–83.
- Salanave B., Peneau S., Rolland-Cachera M.-F., Hercberg S. et Castetbon K. (2009), « Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007 », *International Journal of Pediatric Obesity*, vol. 4, n°2, pp. 66-72.
- Sallis J.F., Owen N. et Fisher E.B. (2008), « Ecological models of health behavior », in *Health behavior and health education: Theory, research, and practice (4th ed.)*, San Francisco, CA, US, Jossey-Bass, pp. 465-485.
- Sallis J.F., Story M. et Lou D. (2009), « Study Designs and Analytic Strategies for Environmental and Policy Research on Obesity, Physical Activity, and Diet: Recommendations from a Meeting of Experts », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 36, n°2, Supplement 1, pp. S72-S77.
- Sallis J.F., Prochaska J.J. et Taylor W.C. (2000), « A review of correlates of physical activity of children and adolescents », *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 32, n°5, pp. 963-975.
- Salze P., Banos A., Oppert J.-M., Charreire H., Casey R., Simon C., Chaix B., Badariotti D. et Weber C. (2011), « Estimating spatial accessibility to facilities on the regional scale: an extended commuting-based interaction potential model », *International Journal of Health Geographics*, vol. 10, n°1, pp. 2.
- Salze P., Badariotti D., Banos A., Charreire H., Oppert J.-M., Casey R., Simon C., Chaix B. et Weber C. (2009), « Entre dasymétrie et choroplète : typologie de l'espace adaptée à l'étude des relations entre santé et environnement », *Actes des Neuvièmes Rencontres de Théo Quant*.
- Sawyer R.K. (2003), « Artificial Societies Multiagent Systems and the Micro-Macro Link in Sociological Theory », *Sociological Methods & Research*, vol. 31, n°3, pp. 325-363.
- Schillo M., Allen S., Fischer K. et Klein C.T. (2000), « Socially competent business agents with attitude », *Proceedings of the Starting from Society Symposium at AISB*, vol. 2001.
- Sheeran P. (2002), « Intention—Behavior Relations: A Conceptual and Empirical Review », *European Review of Social Psychology*, vol. 12, n°1, pp. 1-36.
- Silverman B.W. (1986), *Density estimation for statistics and data analysis*, London, Chapman and Hall.
- Simon C., Schweitzer B., Triby E., Hausser F., Copin N., Kellou N., Platat C. et Blanc S. (2011), « Promouvoir l'activité physique, lutter contre la sédentarité et prévenir le surpoids chez l'adolescent, c'est possible : les leçons d'ICAPS », *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, vol. 46, n°3, pp. 130-136.
- Simon C., Schweitzer B., Oujaa M., Wagner A., Arveiler D., Triby E., Copin N., Blanc S. et Platat C. (2008), « Successful overweight prevention in adolescents by increasing physical activity: a 4-year randomized controlled intervention », *International Journal of Obesity*, vol. 32, n°10, pp. 1489-1498.

Simon C., Wagner A., DiVita C., Rauscher E., Klein-Platat C., Arveiler D., Schweitzer B. et Tribby E. (2004), « Intervention centred on adolescents' physical activity and sedentary behaviour (ICAPS): concept and 6-month results », *International Journal of Obesity*, vol. 28, n°S3, pp. S96-S103.

Simon C., Wagner A., Platat C., Arveiler D., Schweitzer B., Schlienger J. et Tribby E. (2006), « ICAPS: a multilevel program to improve physical activity in adolescents », *Diabetes & Metabolism*, vol. 32, n°1, pp. 41-49.

Simon H.A. (1972), « Theories of bounded rationality », in *Decision and Organization*, Amsterdam, North-Holland.

Smith E.R. et Conrey F.R. (2007), « Agent-Based Modeling: A New Approach for Theory Building in Social Psychology », *Personality and Social Psychology Review*, vol. 11, n°1, pp. 87-104.

Sorre M. (1933), « Complexes pathogènes et géographie médicale », *Annales de Géographie*, vol. 42, n°235, pp. 1-18.

Spence J.C. et Lee R.E. (2003), « Toward a comprehensive model of physical activity », *Psychology of Sport and Exercise*, vol. 4, n°1, pp. 7-24.

Stalsberg R. et Pedersen A.V. (2010), « Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence », *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, vol. 20, n°3, pp. 368-383.

Stempel C. (2005), « Adult Participation Sports as Cultural Capital A Test of Bourdieu's Theory of the Field of Sports », *International Review for the Sociology of Sport*, vol. 40, n°4, pp. 411-432.

Stokols D. (1996), « Translating social ecological theory into guidelines for community health promotion », *American Journal of Health Promotion: AJHP*, vol. 10, n°4, pp. 282-298.

Stokols D. (1992), « Establishing and maintaining healthy environments: Toward a social ecology of health promotion », *American Psychologist*, vol. 47, n°1, pp. 6-22.

Suaud C. (1989), « Espace des sports, espace social et effets d'âge », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 79, n°1, pp. 2-20.

Tissot S. (2005), « Les sociologues et la banlieue : construction savante du problème des « quartiers sensibles » », *Genèses*, vol. n° 60, n°3, pp. 57-75.

Tversky A. (1972), « Elimination by aspects: A theory of choice », *Psychological Review*, vol. 79, n°4, pp. 281-299.

Veenstra G. (2007), « Social space, social class and Bourdieu: Health inequalities in British Columbia, Canada », *Health & Place*, vol. 13, n°1, pp. 14-31.

Vernez Moudon A., Lee C., Cheadle A.D., Garvin C., Johnson D., Schmid T.L., Weathers R.D. et Lin L. (2006), « Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and

Empirical Insights. », *Journal of Physical Activity & Health*, vol. 3, n°Suppl. 1, pp. S99 - S117.

Villanueva K., Giles-Corti B., Bulsara M., McCormack G.R., Timperio A., Middleton N., Beesley B. et Trapp G. (2012), « How far do children travel from their homes? Exploring children's activity spaces in their neighborhood », *Health & Place*, vol. 18, n°2, pp. 263-273.

Visscher T.L. et Seidell J.C. (2001), « The Public Health Impact of Obesity », *Annual Review of Public Health*, vol. 22, n°1, pp. 355-375.

Whalen K.E., Páez A. et Carrasco J.A. (2013), « Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel », *Journal of Transport Geography*, vol. 31, pp. 132-142.

Wicker A.W. (1969), « Attitudes versus Actions: The Relationship of Verbal and Overt Behavioral Responses to Attitude Objects », *Journal of Social Issues*, vol. 25, n°4, pp. 41-78.

Widener M.J., Metcalf S.S. et Bar-Yam Y. (2013), « Agent-based modeling of policies to improve urban food access for low-income populations », *Applied Geography*, vol. 40, pp. 1-10.

Wilenski U. (1999), *NetLogo*, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Williams S.J. (1995), « Theorising class, health and lifestyles: can Bourdieu help us? », *Sociology of Health & Illness*, vol. 17, n°5, pp. 577-604.

Wilson T.C. (2002), « The Paradox of Social Class and Sports Involvement The Roles of Cultural and Economic Capital », *International Review for the Sociology of Sport*, vol. 37, n°1, pp. 5-16.

World Health Organization (2000), « Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation », WHO technical report series n°894, Genève.

Yang Y. et Diez-Roux A.V. (2013), « Using an agent-based model to simulate children's active travel to school », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 10, n°1, pp. 67.

Yang Y., Diez Roux A.V., Auchincloss A.H., Rodriguez D.A. et Brown D.G. (2011), « A Spatial Agent-Based Model for the Simulation of Adults' Daily Walking Within a City », *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 40, n°3, pp. 353-361.

Yang Y., Diez Roux A.V., Auchincloss A.H., Rodriguez D.A. et Brown D.G. (2012), « Exploring walking differences by socioeconomic status using a spatial agent-based model », *Health & Place*, vol. 18, n°1, pp. 96-99.

Zhu W., Nedovic-Budic Z., Olshansky R.B., Marti J., Gao Y., Park Y., McAuley E. et Chodzko-Zajko W. (2013), « Agent-based modeling of physical activity behavior and environmental correlations: an introduction and illustration », *Journal of physical activity & health*, vol. 10, n°3, pp. 309-322.



# Table des matières

Remerciements.....	3
Résumé.....	4
Résumé en anglais.....	5
Sommaire.....	7
Liste des tableaux.....	11
Liste des figures.....	13
Introduction générale.....	15
Première partie	
L'approche socio-écologique : influence du cadre de vie sur les comportements.....	21
Introduction de la première partie.....	23
Chapitre 1. Étude des relations entre environnement et activité physique.....	25
1.1 Synthèse de la littérature.....	25
1.2 Des limites méthodologiques comme explication à l'absence de résultats tranchés.....	29
1.3 La modélisation à base d'agents : une piste méthodologique à explorer.....	31
Conclusion du premier chapitre.....	35
Chapitre 2. Une application au cas d'adolescents bas-rhinois : catégories sociales, accessibilité spatiale et pratiques d'activité physique, quelles associations ?.....	37
2.1 Données disponibles et données utilisées.....	37
2.1.1 Étude ICAPS : caractériser les individus.....	37
2.1.1.1 Présentation de l'étude.....	37
2.1.1.2 Présentation des données recueillies.....	39
2.1.1.3 Procédure de géoréférencement.....	41
2.1.2 Données contextuelles en lien avec l'activité physique : caractériser le cadre de vie résidentiel.....	43
2.1.2.1 Contexte géographique et socio-économique du lieu de résidence.....	43
2.1.2.2 Base de données RES : lieux de pratiques sportives.....	43
2.1.2.3 Données relatives au transport.....	45
2.1.3 Construction et description des variables utilisées.....	46

2.1.3.1 Type d'environnement de résidence.....	46
2.1.3.2 Position sociale.....	46
2.1.3.3 Pratiques d'activités sportives et de mobilité.....	48
2.1.3.4 Perception de l'accessibilité spatiale.....	48
2.1.3.5 Distance au collège et temps de trajet.....	49
2.1.3.6 Accessibilité spatiale aux lieux de pratiques sportives.....	49
2.2 Analyses et résultats.....	50
2.2.1 Description socio-démographique et distribution spatiale de l'échantillon.....	50
2.2.2 Disparités sociales et socio-spatiales des pratiques : analyses descriptives.....	52
2.2.2.1 Relations entre pratiques et caractéristiques socio-démographiques.....	52
2.2.2.2 Relation entre pratiques et contexte socio-spatial.....	53
2.2.3 Relation entre accessibilité spatiale et activité physique.....	54
2.2.3.1 Distance au collège et pratiques de mobilité.....	54
2.2.3.2 Perception de l'accessibilité spatiale et pratiques sportives.....	61
2.2.3.3 Accessibilité spatiale potentielle et pratiques sportives.....	63
Conclusion du deuxième chapitre.....	65
Conclusion de la première partie.....	67
Deuxième partie	
Un modèle à base d'agents dans une perspective relationnelle.....	69
Introduction de la deuxième partie.....	71
Chapitre 3. Un changement de position épistémologique et une proposition de schéma conceptuel.....	
3.1 Les limites théoriques du modèle socio-écologique et le choix de l'approche relationnelle.....	73
3.2 Théorie de la pratique : classes sociales, pratiques et santé.....	76
3.3 Position et dispositions sociales, mobilité spatiale et activités : proposition d'un schéma conceptuel .....	81
Conclusion du troisième chapitre.....	86
Chapitre 4. Développement de trois modèles incrémentaux : des agents dispositionnels dans l'espace et le temps .....	
4.1 Modèle 1 : une dynamique de dispositions dans un espace social.....	90
4.1.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps.....	90

4.1.2 Entités : espace social et individus.....	91
4.1.3 Caractéristiques des individus : dispositions et pratiques.....	92
4.1.4 Caractéristiques de l'espace social : conditions sociales de la pratique.....	93
4.1.5 Description des processus : prise de décision et intériorisation des conditions.....	98
4.1.6 Procédures d'initialisation : structure de la population et distribution des pratiques .....	99
4.2 Modèle 2 : une dynamique de dispositions dans l'espace géographique.....	100
4.2.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps.....	100
4.2.2 Entités et échelles spatiales.....	101
4.2.3 Description du processus de décision : une maximisation de l'accessibilité.....	102
4.2.4 Procédures d'initialisation : distributions spatiales, caractéristiques des individus et définition des conditions spatiales.....	103
4.3 Modèle 3 : une dynamique des dispositions dans le contexte d'un programme d'activités situées dans le temps et l'espace.....	105
4.3.1 Objectif, entrées et sorties du modèle et gestion du temps.....	105
4.3.2 Entités modélisées et caractéristiques.....	106
4.3.3 Description du processus de décision.....	106
4.3.4 Procédures d'initialisation : lieux d'activités et accessibilité spatio-temporelle.....	108
4.4 Paramétrage des modèles.....	111
4.4.1 Paramètres liés à la population.....	111
4.4.1.1 Taille et structure de la population.....	111
4.4.1.2 Distribution sociale des pratiques.....	112
4.4.1.3 Distribution spatiale.....	113
4.4.2 Paramètres liés à l'environnement.....	113
4.4.2.1 Localisation des arrêts de transports en commun.....	113
4.4.2.2 Distribution des équipements sportifs.....	114
4.4.2.3 Paramètres relatifs à l'espace social et aux conditions de la pratique.....	115
4.4.3 Autres paramètres.....	116
4.4.3.1 Vitesses associées aux modes de transport et fonction d'accessibilité spatiale .....	116
4.4.3.2 Temps disponible.....	118

4.4.3.3 Processus de décision : transformation des dispositions en probabilités de pratique.....	120
Conclusion du quatrième chapitre.....	120
Conclusion de la deuxième partie.....	121
Troisième partie	
Exploration des modèles, exploration des données : résultats et perspectives.....	123
Introduction de la troisième partie.....	125
Chapitre 5. Analyse des simulations : premiers résultats.....	127
5.1 Plan d'analyse.....	127
5.2 Analyses descriptives des sorties des modèles.....	128
5.2.1 Modèle 1.....	128
5.2.2 Modèle 2.....	131
5.2.3 Modèle 3.....	138
5.3 Conclusions préliminaires, limites et perspectives d'analyses.....	144
Conclusion du cinquième chapitre.....	146
Chapitre 6. Autres résultats : retour sur les données et pistes de recherche.....	147
6.1 Exploration des données ICAPS : à propos de la distance entre enquêteur et enquêté	147
6.1.1 Perception de l'accessibilité spatiale : distance sociale et catégories de pensée....	147
6.1.2 Réponses et non-réponses au questionnaire : la « distance sociale » est-elle socio-spatiale ?.....	152
6.2 La modélisation comme outil heuristique : ouverture de perspectives d'analyses et de modélisation.....	155
Conclusion du sixième chapitre.....	159
Conclusion de la troisième partie.....	161
Conclusion générale.....	163
Notice bibliographique.....	169
Table des matières.....	185
Résumé.....	190
Résumé en anglais.....	190



# Activité sportive et mobilité quotidienne chez les adolescents

Un modèle à base d'agents pour explorer le rôle du cadre  
de vie dans les dynamiques socio-spatiales des pratiques

## Résumé

Inscrite dans le courant de recherches actuelles portant sur les déterminants des comportements en lien avec la santé, cette thèse a pour objectif de contribuer, au travers du développement d'un modèle à base d'agents, à une meilleure connaissance des relations entre le cadre de vie d'adolescents et leurs pratiques d'activité physique. Questionnant les fondements théoriques et empiriques du modèle socio-écologique qui guide la majorité des études actuelles, ce travail a conduit à l'élaboration d'un schéma conceptuel relationnel intégrant les notions de positions et dispositions sociales, ainsi que les liens entre pratiques de mobilité quotidienne et pratiques d'activités situées dans le temps et l'espace géographique. L'implémentation de ce schéma conceptuel a abouti à la réalisation de trois modèles à base d'agents de complexité croissante, dont l'originalité réside dans la non-inclusion explicite d'interactions. Ce travail, bien qu'inachevé en ce qui concerne l'exploration des propriétés des modèles, a permis de souligner l'intérêt heuristique de la modélisation, permettant d'un côté d'ouvrir de nouvelles perspectives d'analyses, et d'un autre côté, d'offrir un retour sur les données utilisées.

Mots-clés : adolescents, pratiques d'activité physique, modèle à base d'agents, approche relationnelle, dynamiques socio-spatiales

## Résumé en anglais

Embedded in current research on determinants of health-related behaviours, this thesis develops an agent-based model to further explore and explain the links between living environment and physical activity in adolescents. Challenging the theoretical and empirical basis of the socio-ecological model that underpins most of current studies, this work leads to a relational conceptual framework that integrates social positions and dispositions with daily mobility and physical activity in both a spatial and temporal perspective. Three increasingly complex agent-based models are developed on this unusual framework that does not explicitly include interactions. Although further investigation is required to fully understand the properties of the models, the study highlights the benefits of this modelling approach that identifies new ways of thinking and analytical opportunities and gives feedback on the data used.

Keywords: adolescents, physical activity practices, agent-based model, relational approach, socio-spatial dynamics