

PREDIT GO6 « politiques de transport »
*Dynamiques de localisation et mobilité à l'horizon 2025 Prospective,
politiques et outils*

LOC-EX :

Choix de localisation, congestion urbaine et coûts des transports : études expérimentales

Rapport final

Version définitive

Laurent Denant-Boemont, *Professeur, Université de Rennes 1 & CREM-CNRS, responsable
scientifique du projet*

Michiel Bliemer, *Professor, ITLS & University of Sydney*

Aurélie Bonein, *Maître de conférences, Université de Rennes 1 & CREM CNRS*

Henri Busson *Doctorant, allocataire-moniteur, Université de Rennes 1 & CREM CNRS*

Carl Gagné, *Directeur de recherches, SMART LERECO INRA*

Sabrina Hammiche, *Maître de conférences, Université de Rennes 1 & CREM CNRS*

David Hensher, *Professor, ITLS & University of Sydney*

Fabien Moizeau, *Professeur, Université de Rennes 1 & CREM CNRS*

Corinne Mulley, *Chair in Public Transport, ITLS & University of Sydney*

Elven Priour, *Assistant-ingénieur CNRS, CREM CNRS*

Stéphane Turolla, *Chercheur INRA, UMR SMART LERECO*

Pour le compte du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

Direction de la Recherche et de l'Innovation, Pôle contrats et innovation

Convention n°11-MT-PREDIT-GO6-3-CVS-023-Chorus n° 2100500913 (2011-2014)

Décembre 2014

Remerciements

L'équipe associée à cette recherche, et son coordinateur en particulier, remercient le PREDIT et tout spécialement Gérard Brun pour son écoute toujours attentive et ses remarques stimulantes tout au long de la réalisation des travaux. Nous remercions également les participants des différents séminaires de restitution du PREDIT, en particulier Yves Crozet, pour les échanges que nous avons pu avoir, notamment avec d'autres spécialistes de la question urbaine et des transports, qu'ils soient géographes, sociologues ou économistes. Enfin, nous remercions tout particulièrement les deux rapporteurs qui ont lu avec attention ce rapport et nous ont permis de l'améliorer significativement. Bien évidemment, selon l'usage, toutes les erreurs, approximations ou points de vue discutables sont de notre responsabilité. Par ailleurs, la réalisation des expérimentations en laboratoire décrites dans ce rapport a représenté une véritable gageure d'un point de vue technique et logistique, et nous tenons à remercier Elven Priour, responsable technique du LABEX-EM pour son apport essentiel dans la réalisation de ces expérimentations. Enfin, je remercie tous les membres de l'ITLS de l'University of Sydney Business School, et spécialement David Hensher, pour leur accueil et leur disponibilité pendant le semestre passé par plusieurs des contributeurs dans le cadre de la réalisation de ce projet LOCEX.

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1. Propos introductifs liminaires relatifs à la méthode de l'économie expérimentale et synthèse des résultats.....	5
1.1. Propos introductifs liminaires.....	5
1.2. Avantages et limites de l'expérimentation économique en laboratoire.....	5
2.....	10
3.....	10
5.....	10
8.....	10
1.3. Synthèse des principaux résultats.....	10
Chapitre 2. Revue de littérature : économie urbaine, économie géographique et choix de localisation des agents.....	12
2.1 Introduction.....	12
2.2. L'arbitrage microéconomique entre choix de localisation et coût des transports.....	12
2.3. Les expérimentations en économie urbaine et en économie géographique.....	13
Chapitre 3. Pourquoi le centre de Paris est-il riche et celui de Detroit pauvre ? Un test expérimental de l'income sorting.....	14
3.1. Principe et motivation.....	14
3.2. Background théorique : le modèle monocentrique avec ménages hétérogènes.....	14
3.3. Design expérimental.....	15
3.3.1. Traitements et conditions expérimentales.....	15
3.3.2. Prédictions théoriques.....	16
3.4. Résultats expérimentaux.....	17
3.5. Eléments de conclusion.....	21
Chapitre 4. Ville compacte, politique de densification et coût social des transports.....	22
4.1. Introduction.....	22
4.2. Modélisation théorique.....	23
a) Localisation, déplacements et émissions en l'absence de régulation.....	24
b) Régulation faible.....	25

c) Régulation forte.....	25
4.2.3. <i>Illustration de la statique comparative du modèle</i>	26
4.3. Design expérimental.....	27
4.3.1. <i>Le principe du jeu</i>	27
4.3.2. <i>Le prix d'achat des logements et l'enchère de second prix</i>	28
4.3.3. <i>Les gains expérimentaux</i>	30
4.3.4. <i>Les traitements expérimentaux</i>	30
4.3.5. <i>Prédictions théoriques</i>	31
4.4. Résultats expérimentaux.....	31
4.4.2. <i>La frontière des villes et les déplacements</i>	32
4.4.2. <i>Les rentes foncières et les enchères observées</i>	32
4.5. Eléments de discussion.....	35
Chapitre 5. Structure urbaine et équilibre de localisation : de la ville monocentrique à la ville polycentrique.....	37
5.1. Introduction.....	37
5.2. Principe de l'expérience.....	37
5.3. Modélisation théorique.....	37
5.3.1. <i>Les préférences des agents et les frontières de la ville</i>	37
5.3.2. <i>Les salaires d'équilibre et la structure urbaine</i>	39
5.4. Design expérimental.....	40
5.4.1. <i>Le jeu de localisation</i>	40
5411. Les préférences des firmes.....	40
5412. Les préférences des ménages.....	41
5413. Le jeu.....	41
5.4.2. <i>La nature du jeu de localisation</i>	43
5.4.3. <i>Les traitements expérimentaux</i>	43
5431. Traitement benchmark : la ville polycentrique.....	43
5432. Le cas de la ville monocentrique.....	43
5433. La ville hiérarchique.....	43
5.5. Résultats expérimentaux.....	44
5.6. Eléments de discussion.....	46
Chapitre 6. Synthèse et éléments conclusifs.....	47
6.1. Eléments de synthèse.....	47
6.2. Discussion et perspectives en termes d'aide à la décision publique.....	47
Chapitre 7. Réalisations et valorisations.....	48

Colloques, workshops et séminaires.....	48
Why Central Paris is rich and Downtown Detroit poor? A laboratory experiment (Henri Busson and Laurent Denant-Boemont).....	48
Transport costs and the structure of cities: A laboratory experiment (Michiel Bliemer, Laurent Denant-Boemont, Sabrina Hammiche, David Hensher and Corinne Mulley).....	48
Does History fully determine the spatial repartition of human capital? (Henri Busson).....	48
Agglomeration and Trade, a laboratory experiment (Henri Busson).....	48
<i>c) Session contributive, Congrès de l'AFSE, 22-24 juin 2015 « Urban structure, transportation and the environment ».....</i>	<i>48</i>
Chapitres d'ouvrage et publications.....	49
Financements et moyens additionnels.....	49
Chapitre 8. Bibliographie.....	50
Chapitre 9. Annexes.....	55
9.1. Inégalités spatiales et anticipations des salariés : le rôle de l'hétérogénéité des qualifications dans le modèle de Krugman.....	55
9.2. Les choix de localisation des entreprises en présence d'incertitude sur la demande des consommateurs : une expérimentation à la Hotelling.....	56
9.3. Phénomènes d'agglomération et commerce : une expérimentation.....	57
9.3.3. <i>Premières observations.....</i>	<i>58</i>
Chapitre 10. Matériel expérimental.....	59
10.1. Instructions de l'expérience décrite dans le chapitre 3 (ville américaine vs ville européenne).....	59
10.2. Instructions de l'expérience du chapitre 5 (ville compacte).....	64
10.3. Instructions de l'expérimentation réalisée à l'Université de Sydney (chapitre 5, Polycentric City Experiment).....	77
10.4. Dossier de candidature auprès du Comité d'Ethique de l'University of Sydney au titre de l'expérimentation réalisée à Sydney.....	87
10.5. Instructions de l'expérimentation réalisée au LABEX-EM sur la Nouvelle Economie Géographique (préférence pour la diversité et localisation des consommateurs, annexe 9.3.)..	138

Chapitre 1. Propos introductifs liminaires relatifs à la méthode de l'économie expérimentale et synthèse des résultats

1.1. Propos introductifs liminaires

L'objectif de l'étude LOCEX était d'utiliser les méthodes d'économie expérimentale pour expliquer les choix de localisation des différents agents au sein des agglomérations urbaines. Pour ce faire, différentes contributions ont été réalisées, théoriques et empiriques, et un accent a été mis sur le rôle des politiques publiques, qu'elles soient de transport ou d'aménagement, comme déterminant les choix de localisation.

Il faut noter l'ampleur et l'ambition du travail réalisé, qui couvre aussi bien des réflexions théoriques qu'empiriques, et qui porte autant sur les choix de localisation des entreprises, des ménages que sur l'interaction éventuelle de ces choix entre eux. Par ailleurs, l'utilisation de l'économie expérimentale comme outil d'investigation de la question des choix de localisation en laboratoire est une première mondiale, surtout si on considère l'ampleur de l'étude (5 études expérimentales soit environ 1200 participants).

Plusieurs thématiques sont couvertes par l'étude LOCEX, avec des lieux d'intersection entre ces problématiques :

- la dynamique intra-urbaine et l'évolution vers des structures urbaines polycentriques,
- la dynamique urbaine et l'attractivité des territoires,

- la relation entre densité urbaine et environnement,
- l'accès à la consommation et la concurrence imparfaite impliquée par les frictions spatiales,
- la ségrégation urbaine et les inégalités entre les ménages.

Du point de vue de la méthode d'investigation, elle est bien sûr essentiellement empirique et plus particulièrement expérimentale (voir l'encadré ci-dessous sur les méthodes d'économie expérimentale, utilisées dans nos études). L'étude LOCEX comprend à ce jour 5 expérimentations en laboratoire intégralement réalisées (dont 2 à l'état de documents de travail), et une étude théorique.

1.2. Avantages et limites de l'expérimentation économique en laboratoire

1.2.1. Les avantages des expérimentations de laboratoire

La progression de la connaissance scientifique repose de manière cruciale sur le test des théories. Le chercheur peut disposer de différentes sources de données pour réaliser ces tests. Comme Friedman and Sunder (1994) le montrent, ces sources peuvent être classées grossièrement selon deux dimensions, une concernant la nature des données produites (expérimentalement ou de manière fortuite), l'autre concernant le type de terrain où elles sont produites (le laboratoire ou le terrain).

Dans le domaine de l'économie des transports et de l'économie urbaine ou géographique, les données les plus communément utilisées sont les données produites de manière fortuite sur le terrain (*happenstance data*), comme par exemple le trafic observé pour chaque mode, les prix fonciers, les distances parcourues par les ménages entre leur domicile et leur travail, les motifs de déplacement, etc.

Compte tenu de la richesse des données de terrain fortuites, pourquoi devrait-on consacrer du temps et de l'argent à générer ses propres données et à réaliser des expérimentations, qui plus est des expérimentations économiques dans lesquelles on paie les participants ? (voir encadré 1 pour quelques précisions de méthode)

Encadré 1. Qu'est-ce que l'économie expérimentale ?

L'économie expérimentale est une méthode d'investigation empirique qui consiste à étudier les comportements économiques des individus en les mettant dans une situation de choix, ces choix ayant des conséquences monétaires pour eux. Cette méthode a été fondée, dans les années 50, conjointement par Vernon Smith, Prix Nobel d'économie 2002, et Reinhardt Selten, également prix Nobel d'économie en 1994. Elle a connu un grand développement dans les années 2000. En France, à l'heure actuelle, 7 laboratoires d'économie expérimentale peuvent être recensés, dont le LABEX-EM (LABoratoire d'EXpérimentation en Economie et Management de l'Université Rennes 1, voir <http://labex.crem.univ-rennes1.fr/old/index.php>).

Typiquement, un laboratoire d'économie expérimentale sera constitué de plusieurs ordinateurs connectés en réseau, chaque participant étant isolé dans un box pour garantir **l'anonymat** et la confidentialité des données recueillies, et saisit ses choix sur l'ordinateur qui lui fait face. Ces participants peuvent décider seuls ou être en interaction avec d'autres participants. A l'issue de la session expérimentale, qui dure en général moins de deux heures, les participants sont **rémunérés** en fonction de leurs choix et de ceux de leurs partenaires éventuels.

Les domaines typiques d'investigation de l'économie expérimentale sont le fonctionnement des marchés, la théorie des jeux et la théorie de la décision. L'objectif de l'économie expérimentale est triple : tester les **théories économiques**, observer des **comportements** dans des situations où la théorie n'existe pas ou n'est pas suffisamment discriminante, et **aider à la décision** (par exemple en isolant clairement l'impact d'une politique publique sur les comportements).

Les méthodes d'économie expérimentale peuvent être appliquées en laboratoire (Vernon Smith, Charles Plott, Charles Holt, Ernst Fehr pour n'en citer que quelques uns) ou sur le terrain (John List, Esther Dufflo), l'important étant de garantir un **contrôle** suffisant pour l'expérimentateur des conditions et de l'environnement dans lequel les comportements sont observés.

A quel besoin l'économie expérimentale vient-elle répondre dans le domaine des transports et de l'urbanisme ?

Dans le domaine des transports, comme dans tous les domaines qu'investit la science économique, la grande question est celle de la connaissance des **comportements**. Cette connaissance du comportement des usagers est l'élément déterminant qui permettra d'avoir par exemple des modèles de prévision de trafic plus pertinents et une évaluation des politiques publiques plus réaliste. L'utilisation de méthodes d'investigation empirique telle l'économie expérimentale est prometteur dans la mesure où l'état du système de transport, ses dysfonctionnements par exemple, résulte souvent de la capacité des usagers du transport à se coordonner sur tel ou tel type « d'équilibre » (c'est-à-dire une situation stable dans laquelle, toutes choses égales par ailleurs, aucun usager n'a d'intérêt à modifier ses choix), certains équilibres pouvant être plus efficaces que d'autres, ou de l'impossibilité que la coordination spontanée des comportements donne une situation efficace pour la société (où on minimise par exemples les coûts de transport). L'économie expérimentale permet d'investiguer d'autres hypothèses de comportements que la rationalité parfaite décrite souvent par les économistes, mais également de mettre en évidence le rôle des **préférences sociales** que peuvent avoir certains usagers sur l'état du système de transport.

Pour prendre un exemple concret, il y a quelques années, nous avons réalisé pour le PREDIT une étude sur la congestion routière et sur l'impact de l'information aux usagers au moyen d'expérimentations de laboratoire. Nous avons pu mettre en évidence qu'une information précise donnée sur les situations passées de congestion à tous les usagers n'améliorait en rien le niveau de coordination des comportements et ne diminuait pas la congestion.

Quels enseignements généraux peut-on tirer des expériences concrètes : capacité d'évolution des comportements, impact des mesures coercitives, etc. ?

Plusieurs enseignements peuvent en être tirés : tout d'abord, les individus sont affectés, positivement ou négativement, par les choix d'autres individus, et pas seulement par les conséquences directes ou indirectes de ces choix sur leur propre situation. En d'autres termes, les expérimentations ont révélé l'importance des **préférences sociales** comme composante du choix individuel. Par exemple, dans les jeux de négociation, ou dans les jeux de contribution au bien public, on a pu observer que les individus sont prêts à subir des coûts monétaires pour « punir » d'autres individus qui, de leur point de vue, n'ont pas un comportement équitable (« fairness »). Ou encore, que les individus sont sensibles au regard

d'autrui, et peuvent par exemple modifier leur comportement s'ils se savent observés par des pairs. Les dimensions d'altruisme, de réciprocité, d'aversion à l'inégalité ont été clairement mises en évidence par les expérimentations de laboratoire.

Le second apport de l'économie expérimentale est donc la mise en évidence de nombreux **biais dans les comportements individuels**, qui écartent nécessairement de la représentation du comportement individuel au sein de la théorie économique, très majoritairement considéré comme le produit d'une optimisation (i.e., une maximisation ou minimisation sous contrainte) dans lequel l'agent connaît parfaitement ses contraintes tout comme sa fonction-objectif.

D'autres dimensions, plus individuelles, ont donc été également mises en évidence : l'asymétrie dans la manière de considérer les gains et les pertes, l'effet de dotation, l'effet de contexte, les phénomènes de sur-confiance, la surestimation des petites probabilités (et la sous-estimation des grandes probabilités), la forme hyperbolique de l'impatience qui pousse à la procrastination, le biais des coûts irrécouvrables, etc. Par ailleurs, les individus apprennent au cours du temps, et parfois la dynamique de leur apprentissage semble beaucoup plus simple que prévu par la théorie économique, avec peu de composantes stratégiques par exemple. De manière générale, les expérimentations ont permis d'identifier dans quelles situations ou quels cas concrets la théorie économique décrivait correctement les comportements et les issues probables, et dans quels autres cas la théorie économique existante était insuffisante. Par exemple, elle a permis de montrer que l'équilibre sur les marchés tel qu'il est décrit par la théorie économique n'est pas une chimère. Par ailleurs, le rôle des institutions est central pour expliquer les équilibres issus de l'interaction entre les différents agents économiques. A contrario, l'économie expérimentale a mis en évidence les grandes défaillances de la représentation habituelle des choix individuels face au risque (utilité espérée notamment) par rapport aux comportements observés.

Clairement, l'économie expérimentale a conduit l'économiste à construire des modèles plus pertinents pour décrire les comportements économiques tels qu'ils peuvent être adoptés dans la réalité.

Un exemple peut permettre d'illustrer les avantages potentiels d'une expérimentation économique en laboratoire. Prenons l'exemple de la théorie des tournois en économie du travail.

Les incitations dans un tournoi représentent le fait que les salariés sont en compétition pour obtenir un prix, exactement comme dans une compétition sportive. Le salarié qui réalise la meilleure performance gagne le prix, par exemple un bonus salarial ou une promotion. Selon la théorie des tournois, l'effort d'équilibre du salarié doit être choisi de manière à ce les coûts marginaux de l'effort égalisent ses gains marginaux. Les gains dépendent de la magnitude du prix en jeu et des chances de remporter le prix (Lazear and Rosen, 1981). Par conséquent, compte tenu du choix d'effort d'équilibre par le salarié, il est possible de calculer le montant optimal du prix.

Un test empirique de cette théorie requiert de la part du chercheur la connaissance d'informations importantes : le nombre de salariés en compétition, les fonctions de coût d'effort pour les salariés, le niveau exact du prix, les fonctions de coût de production de l'entreprise et comment l'effort y intervient, sans compter la nature du terme d'erreur. Des paramètres additionnels doivent aussi être connus, comme les fonctions de gains de l'entreprise et les contraintes de participation des salariés. Toutes ces informations doivent être connues du chercheur pour qu'il soit capable de fixer le montant optimal du prix et envisager de manière rigoureuse l'impact potentiel d'une modification de la politique de rémunération de l'entreprise sur les variables de résultat, i.e., l'effort des salariés, les bénéfices et les coûts de l'entreprise. Si le chercheur connaît ces paramètres, il peut établir une prédiction théorique précise et tester cette prédiction en observant en laboratoire les niveaux d'effort choisis par les salariés compte tenu de différents niveaux de prix ou de chances de l'obtenir.

Avec des données produites de manière fortuite sur le terrain, il semble tout simplement impossible de tester cette théorie. En effet, le chercheur ne peut connaître tous les paramètres mentionnés plus haut avec une précision suffisante pour établir une prédiction théorique précise sur la base de données de terrain. Plus encore, il ne peut être sûr que l'environnement dans lequel les décisions d'effort sont choisies par les salariés est comparable avec l'environnement supposé par la théorie. Par exemple, il est bien connu que, si le salarié peut s'engager dans des activités de sabotage, le niveau optimal d'effort et du prix sont différents de ceux qui peuvent être prédits dans un environnement dans lequel le salarié ne peut s'engager dans ces activités de sabotage. Dans le même ordre d'idée, le chercheur qui utilise des données de terrain sait peu de choses sur l'interaction existante entre l'entreprise et le salarié. Est-elle répétée ou unique ? Or, dans les jeux répétés, les prédictions théoriques sont le plus souvent assez différentes de celles qui peuvent être établies dans les jeux « one shot ».

D'autres facteurs peuvent être aussi très importants. Par exemple, les salariés se connaissent-ils bien ? Communiquent-ils souvent entre eux et subissent-ils une forme de pression des pairs, qui pourrait amener à des phénomènes de collusion ? Quel est le degré d'anonymat de leur interaction ? Tous ces facteurs et bien d'autres caractéristiques inconnues de leur environnement affectent profondément leur comportement sur le terrain de manière incontrôlée.

Dans une expérimentation de laboratoire, ces facteurs environnementaux peuvent être contrôlés et étudiés d'une manière systématique. De manière comparable, il est très aisé de contrôler la nature des interactions entre les salariés en répétant l'interaction dans un des traitements expérimentaux et pas dans un autre traitement. Ou encore, d'étudier l'impact de la nature de la communication en jouant sur une communication anonyme et structurée, par l'intermédiaire d'un ordinateur, ou en face-à-face et totalement libre au contraire.

Bien évidemment, l'existence de ce degré de contrôle très supérieur dans le cas des expérimentations de laboratoire par rapport aux données de terrain s'applique à beaucoup d'autres exemples, et pas seulement à la théorie des tournois. Par exemple, il est presque impossible sur la base de données de terrain de juger si oui ou non il existe du chômage involontaire, puisqu'il faudrait pouvoir observer si des chômeurs seraient disposés à payer pour un montant moindre que le salaire en vigueur (Falk and Fehr, 2003).

Pour enfoncer le clou et illustrer l'intérêt de cette démarche expérimentale dans le domaine des choix de localisation en milieu urbain en comparaison des données de terrain, prenons un exemple précis, le modèle d'Alonso (1964). Ce modèle repose sur l'idée que les ménages arbitrent entre coûts de transport et rente foncière pour choisir leur localisation et déterminer leur enchère foncière (i.e., la *Disposition A Payer* par m² pour une certaine localisation plus ou moins distante du CBD, ce en maximisant la surface de logement obtenue (pour plus de détails, voir les chapitres 2 et 3).

Pour construire un test empirique (expérimental) rigoureux du modèle d'Alonso dans sa version la plus basique, il faut connaître (ou fixer) les préférences des agents pour le logement, connaître leurs revenus, le prix des autres biens, leur coûts de transport (y compris la valeur du temps) et s'assurer que leur environnement de décision correspond à une compétition par enchères (*bid rent theory*) en supposant que le marché foncier fonctionne de manière parfaitement concurrentielle (Voir Fujita, 1989), supposer que les emplois sont totalement localisés dans le centre ville, etc. Une simplification possible est de supposer (comme le fait Alonso dans le modèle théorique de base) que le problème de production des logements ne se pose pas. Bien évidemment, d'un point de vue de la réalité du marché foncier, cette hypothèse

n'a aucune pertinence, et rend par conséquent très difficile un test direct du modèle théorique (Voir Orzoni, 2007).

Un exemple récent de discussion empirique du modèle d'Alonso est l'article de Coulombel et Leurent (2013). Ceux-ci testent la pertinence d'une des implications du modèle monocentrique d'Alonso, relative à la fongibilité (au moins partielle) des coûts de transport et des coûts fonciers dans le revenu des ménages. Pour ce faire, ils utilisent les données de l'enquête globale des transports pour les années 2001-2002 pour tester ce modèle théorique. Le test est matérialisé par le niveau de significativité de la variable coût du transport dans l'équation de la dépense de logement. Ces auteurs concluent : « *ces résultats amènent à rejeter l'existence d'un arbitrage entre coût du logement et coût du transport.* ». Si cette conclusion n'est pas à remettre en cause d'un point de vue empirique pour l'Ile de France (ce n'est pas le point qui nous intéresse ici), elle ne peut constituer en rien un rejet un rejet de l'hypothèse de fongibilité dans le modèle monocentrique à la Alonso. En effet, cette hypothèse de fongibilité faite par Alonso est congruente à d'autres hypothèses faites, comme le fait que tous les emplois soient localisés dans le CBD, entre autres (avec dans le modèle de base, des ménages homogènes en revenu et en préférences). Par ailleurs, cette fongibilité est obtenue à l'équilibre de Nash des localisations (Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme Conseil général des Ponts et Chaussées - Ministère de l'Économie et des Finances Direction de la Prévision, 1997).

Pour tester rigoureusement d'un point de vue empirique ce modèle théorique d'Alonso, il faut respecter les conditions nécessaires à l'obtention de cette fongibilité, i.e. dans le laboratoire doter les participants de manière identique, construire une fonction de gain dans laquelle l'expérimentateur induit certaines préférences, construire une institution d'enchère dans laquelle les participants vont proposer des prix au m², etc. Pour dire les choses plus clairement, il n'y a peut-être pas de fongibilité observée dans les données de terrain sur l'agglomération parisienne, mais cela n'est en rien un test direct du modèle théorique. Les implications peuvent être en termes de politiques publiques (par exemple simuler des scénarios de développement urbain dans l'agglomération parisienne sur la base de ménages respectant la fongibilité n'est sans doute pas pertinent), mais elles ne sont pas une remise en cause du modèle théorique. Tout simplement, les données de terrain ont été 'produites' dans un environnement de décision qui n'est pas comparable à celui qui est supposé dans le modèle théorique, et il est donc injuste de le rejeter puisque le test empirique est totalement biaisé. En l'occurrence, une hypothèse importante et potentiellement discutable du test économétrique

proposé par Coulombel et Leurent (2013) est par définition de supposer que les emplois sont concentrés dans Paris ou la dans la petite couronne, *i.e.* le fameux CBD. Or, en 2001, seuls 30% des emplois totaux en Ile de France sont localisés dans Paris et 65% seulement dans Paris et petite couronne (IAURIF, 2007). *A contrario*, nos travaux expérimentaux mettent en évidence que la fongibilité des dépenses de transport et des dépenses de logement dans le revenu des ménages est cohérente avec le modèle d'Alonso, et que la relation est bien négative entre ces deux dépenses. Nous estimons que notre conclusion, même si elle ne peut guère être transposée à une quelconque situation observée dans la réalité, est un test robuste car un test direct et rigoureux de l'hypothèse de fongibilité faite dans le modèle monocentrique. *Stricto sensu*, l'Ile de France n'étant pas dans la configuration abstraite d'une ville monocentrique à la Alonso, il est de ce fait très difficile de considérer toute analyse économétrique comme un test direct d'un quelconque modèle théorique¹, ou d'une des ses implications ou de ses hypothèses. Par contre, au sein d'un laboratoire d'expérimentation, il est possible de se mettre dans des conditions de choix et d'environnement les plus proches possibles de la réalité abstraite décrite par le modèle théorique. Par ailleurs, les expérimentations en laboratoire permettent de simuler un grand nombre de périodes de temps en répétant l'interaction entre les sujets, et donc de s'attacher éventuellement à la dynamique des effets à l'œuvre sur le moyen et long terme.

1.2.2. Limites des expérimentations de laboratoire

L'objection la plus courante est relative au biais lié au pool de sujets utilisés, en général des étudiants. L'argument est que les étudiants en question n'ont pas, à la différence des professionnels, de ménages, ou de chefs d'entreprises réels, une expérience des situations étudiées (par exemple l'achat d'un logement). L'autre argument est que les enjeux pour un participant sont limités par la magnitude des gains monétaires, et que par conséquent, le problème de décision ne peut être traité de manière très sérieuse par ce participant. Enfin, la troisième objection est celle du nombre limité de participants. Ces trois objections sont bien évidemment justifiées et doivent être traitées avec attention, mais elles ne sont pas

¹ Plus précisément, sauf à considérer un modèle économétrique linéaire et séparable, il n'est pas possible d'attribuer strictement la variation d'une variable expliquée à la variation d'une seule variable explicative (voir Falk and Heckman, 2009).

fondamentales car, précisément, elles peuvent être circonscrites au moyen d'expérimentations soignées.

Concernant la première objection relative au biais du pool de sujets, il n'y a effectivement pas d'autre raison que la commodité pour utiliser d'autres participants que les étudiants, et les sujets non-étudiants sont de plus en plus utilisés. Par ailleurs, ce recours à des sujets non-étudiants permet précisément de mettre en lumière des différences de comportements intéressantes. Cooper et al (1999) comparent l'ampleur de l'effet de cliquet dans les dispositifs de paiement à la pièce en recourant à des étudiants et à des managers chinois. List (2003) cherche à savoir si l'effet de dotation est robuste pour des intervenants dont la profession est d'échanger sur des marchés de biens.

Cooper et al. (1999) observent que les comportements des étudiants et des non-étudiants convergent lentement vers l'équilibre, de sorte que les différences comportementales disparaissent entre les catégories de participants. Si les instructions ne sont pas contextualisées et sont assez abstraites, la convergence est assez rapide, alors que si les instructions sont faites autour d'un contexte proche de la réalité professionnelle, les managers convergent alors beaucoup plus rapidement vers l'équilibre.

List (2003) observe aussi l'effet de dotation pour des professionnels des marchés peu expérimentés, mais ne l'observe pas pour des professionnels aguerris.

Tous ces exemples montrent que les différences de comportement des différents pools de sujets possibles peuvent être réelles, mais qu'elles sont rarement fondamentales (voir encadré 2 également).

Encadré 2. Représentativité des sujets expérimentaux et biais de sélection

Une des critiques souvent faites aux expérimentations de laboratoire est qu'elles recourent presque systématiquement à des participants étudiants pour obtenir des données empiriques sur les comportements. Dès lors, la question du parallélisme et de la représentativité de ces comportements issus d'une population très particulière peut se poser. Ce débat existe depuis que l'économie expérimentale existe. Récemment, Heinrich et al. (2010) ont avancé que la plupart des résultats expérimentaux connus sont issus d'une part marginale de la population, en l'occurrence des étudiants WEIRD (*Western, Educated, Industrialized, Rich and Democrats*), pour lesquels l'hétérogénéité des comportements reste relativement limitée.

Dès lors, la dimension universelle de ces faits stylisés reste à établir. En fait, deux dimensions sont à considérer lorsqu'on utilise des données expérimentales en prétendant avoir une portée explicative suffisamment large : la variabilité des comportements entre les pays et les cultures, et la variabilité des comportements au sein d'un même pays ou d'une même culture. Selon que l'on s'intéresse aux **préférences sociales** ou aux **biais de rationalité individuelle**, les résultats ne sont pas identiques. En matière de **préférences sociales**, le premier type de variabilité a été mis en évidence par des études expérimentales, par exemple concernant les niveaux de coopération (Voir Cardenas and Carpenter, 2008 ; Hermann et al., 2008). Dans les pays en développement, les niveaux de coopération sont souvent plus élevés que dans les pays développés, encore qu'il soit difficile d'établir une relation statistique claire entre le niveau de coopération et le PIB par habitant par exemple (Heinrich and Smith, 2004). Le second type de variabilité est observé quand on compare les étudiants d'une même culture ou d'un même pays aux autres participants. Cet effet est significatif, les étudiants coopérant par exemple moins que le reste de la population si on s'attache aux préférences sociales. En ce qui concerne les différences intra-culturelles ou intra-pays en matière de préférences sociales, List (2004) et Gaechter et al. (2004) montrent que c'est en fait un effet d'âge qui explique majoritairement les niveaux de coopération, et pas un effet de statut étudiant.

Pour synthétiser, on peut dire que les étudiants utilisés comme participants tendent à avoir des attitudes pro-sociales un peu moins fortes que le reste de la population. Ce n'est toutefois pas un argument pour rejeter l'utilisation de ces données expérimentales, bien au contraire. En effet, rappelons que, dans le cadre de la rationalité économique standard, ces préférences sociales n'existent pas ou ne sont pas considérées directement. Dès lors, observer l'existence de ces préférences avec des participants étudiants revient à adopter une attitude conservatrice, dans la mesure où ils révèlent des préférences sociales moins marquées. Par conséquent, observer ou mesurer ce type de préférences en laboratoire est d'autant plus méritoire que l'on sait qu'elles sont sous-estimées.

Par contre, quand on s'attache aux **biais de rationalité individuelle**, il n'y a que peu de différence entre les comportements des étudiants et le reste de la population. Toutefois, si les biais de rationalité s'observent de manière assez systématique quel que soit le type de population, il n'en est pas de même pour les préférences individuelles, qui reflètent clairement l'hétérogénéité des populations. Par exemple, en matière d'aversion au risque, il y a une relation nette entre goût pour le risque et PIB par habitant. De même, il semble y avoir une

relation inverse nette entre degré de patience (mesurée par le taux d'escompte) et PIB par habitant.

En fait, un débat fondamental est celui du **biais de sélection** : il s'agit moins de savoir si les étudiants sont représentatifs par rapport au reste de la population que d'établir dans quelle mesure le fait d'être volontaire pour participer à des expériences, que l'on soit étudiant ou pas, induit certains comportements et donc certains faits stylisés. Bien évidemment, ce point est difficile à trancher, dans la mesure où, par définition, les données comportementales concernant des individus qui ne veulent pas participer aux études expérimentales sont inexistantes, ce qui rend la comparaison quasi-impossible. Comme le soulignent Exadaktylos et al. (2013), même le fait de rendre certaines expérimentations obligatoires dans le cadre de cours ou de TD n'élimine pas les **effets de demande expérimentale**. Toutefois, tout en restant très prudent vu le nombre d'études qui traitent rigoureusement de ces problèmes (Anderson et al., in press ; Bellemare and Kröger, 2007), il ressort que les différences entre volontaires et non-volontaires sont peu significatives. L'expérimentation la plus significative concernant les différences entre étudiants et non-étudiants, volontaires et non-volontaires, est celle menée par Exadaktylos et al. (2013) sur plus de 800 participants âgés de 16 à 91 ans, pour lesquels un contrôle de différentes variables socio-démographiques (âge, genre, revenu, niveau d'éducation) est conduit ainsi qu'une élicitation de différents traits de personnalité (attitude vis-à-vis du risque et du temps, capital social, capacités cognitives). Les comportements étudiés sont relatifs à des jeux bien connus, le jeu du dictateur, le jeu de l'ultimatum et le jeu de la confiance. Pour simplifier, ces jeux permettent de mesurer respectivement le degré d'altruisme, le degré de réciprocité positive et négative et le degré de confiance. A l'issue d'une série de tests et d'analyses statistiques visant à isoler les effets, notamment en comparant les étudiants volontaires aux autres participants, Exadaktylos et al. (2013) concluent à une absence de différence significative dans les comportements².

La seconde objection, relative au fait que les enjeux pour les participants sont trop limités, est aussi à ne pas négliger. Camerer and Hogarth (1999) ont notamment montré que la dispersion des comportements était plus limitée quand les gains étaient plus élevés. Par ailleurs, sur la

² Exadaktylos et al. (2013) écrivent : « *That said, we suggest that the findings do not discredit the use of self-selected students in experiments measuring social preferences. Rather the opposite: the convenient sample of self-selected college students that allowed a boom in human experimentation in both social and natural sciences produces qualitatively and quantitatively accurate results.* ».

base de dizaines d'études expérimentales examinant l'effet de magnitude des gains, ils concluent que cet effet n'est pas de nature à remettre en cause les faits stylisés fondamentaux en matière de comportements (une exception notable est l'étude de Holt and Laury 2002, qui montre que l'aversion au risque est significativement plus forte quand la taille des gains augmente). Par exemple, l'ampleur des phénomènes de réciprocité entre les sujets n'est pas affectée par la taille des gains (Camerer, 1999 ; Slonim and Roth, 1998).

Toutefois, en dépit de ce que semble établir la littérature expérimentale, si l'expérimentateur éprouve un doute quant à l'existence d'un effet de magnitude des gains sur les comportements, il est toujours possible de conduire une série de traitements expérimentaux afin de l'évaluer.

La troisième objection est relative au nombre limité des participants et des observations statistiques tirées des expérimentations en laboratoire en comparaison du nombre d'observations issues d'enquêtes ou de données de terrain. Il ne s'agit pas là d'une limitation intrinsèque de la méthode d'expérimentation en laboratoire, mais plutôt le fruit d'une contrainte budgétaire. Il est toujours possible d'accroître le nombre d'observations générées dans le laboratoire. Du reste, il est aussi possible de conduire des expérimentations à très large échelle, voire à l'échelle nationale. Par exemple Harrison, Llau and Williams (2005) ont mesuré l'impatience et les préférences temporelles d'un échantillon représentatif de la population danoise. Bellemare and Kröger (2003) ont mesuré la propension à la confiance d'une partie de la population néerlandaise. Le nombre limité des observations expérimentales n'est en rien par conséquent un dérivé de la méthode expérimentale.

Un autre point souvent évoqué également concernant les expérimentations économiques en laboratoire est celui de leur validité externe. La question serait de savoir si l'expérience capte l'essentiel des conditions qui prévalent dans la réalité. Toutefois, il y a alors une incompréhension quant à l'objet de la méthode expérimentale. Il ne s'agit pas de recréer en laboratoire une « réalité », mais au contraire de mettre en évidence les interactions existant entre un nombre limité de variables de l'environnement des décisions. Dès lors, l'abstraction et la simplification du cadre expérimental n'est pas un défaut mais au contraire une vertu. Si un des objectifs est de tester une théorie, alors, comme l'écrit Plott (1982) :

« The art of posing questions rests on an ability to make the study of simple special cases relevant to an understanding of the complex. General theories and models by definition apply to all special cases. Therefore, general theories and models should be expected to work in the special cases of laboratory markets. As models fail to capture what is observed in the special cases, they can be modified or rejected in light of experience. The relevance of experimental methods is thereby established. »

S'il est vrai que l'expérimentation de laboratoire met en œuvre une réalité simplifiée et épurée, il est tout à fait possible, en dépit de la nécessaire simplification, d'induire un contexte spécifique pour rendre le problème de décision plus familier aux participants. Ce fut en large mesure le cas pour le projet LOCEX, dans lequel, le plus souvent, les instructions et l'interface expérimentale faisaient explicitement référence à des coûts de déplacement et à l'acquisition de biens marchands (pas forcément uniquement fonciers) pour mettre le participant dans des situations familières. D'autre part, pour contrôler un minimum ce que le participant apporte en laboratoire (i.e., ses goûts, ses convictions, sa situation particulière à un moment donné du temps), un questionnaire post expérimental est toujours réalisé à l'issue d'une expérimentation. Ce questionnaire permet de connaître les caractéristiques des participants en termes d'âge, de provenance, de situation ou de genre, mais aussi les raisons particulières qui l'ont amené à décider d'une certaine manière pendant l'expérimentation, ce qu'il a pensé du comportement des autres participants, ce qu'il pense de l'objet de l'étude expérimentale, etc. Le plus souvent également, des mesures hypothétiques ou au moyen d'incitations réelles sont réalisées pour mesurer son aversion au risque, ou encore sur ses préférences sociales. Ces mesures et les réponses aux questions sont en général directement utilisées dans les régressions économétriques qui cherchent à expliquer les décisions finales par des variables explicatives propres à la situation expérimentale mais aussi donc aux caractéristiques et aux goûts des participants. Ce travail a donné une impulsion forte aux études sur l'effet de genre (Voir Croson and Gneezy, 2009).

Un dernier point est que les expérimentations économiques en laboratoire, même si elles proposent en général un cadre très simple en comparaison de processus de décision intervenant naturellement, représentent un processus réel de décision dans le sens où elles impliquent de véritables personnes qui participent pour obtenir de véritables et réels gains et qui pour ce faire doivent suivre de véritables règles choisies par l'expérimentateur. Même si on est au sein d'un laboratoire, c'est de réalité dont il s'agit, et c'est précisément cela qui rend l'approche intéressante (voir encadré 3).

Encadré 3. L'art du design expérimental

Pour illustrer l'intérêt de la méthode expérimentale, l'anecdote de Cassar and Friedman (1999) est éclairante. Pour illustrer la critique qu'il fait du débat entre Monétaristes et keynesiens dans les années 70, Leamer explique que tout le monde accepte la proposition selon laquelle certaines catégories de plantes poussent plus facilement à côté des arbres. Toutefois, un camp, celui des Aviophiles, soutient que la raison est à trouver dans le largage d'excréments par les oiseaux, tandis que le camp des Luministes soutient que c'est à l'ombre procurée par les arbres que l'on doit ce résultat. Comme les excréments d'oiseaux sont étroitement corrélés à l'ombre des arbres, l'évidence empirique ne permet pas de trancher le débat. Dans le cas d'une approche expérimentale, il serait facile d'isoler les différents facteurs explicatifs : on ferait un traitement « ombre avec excréments », « pas d'ombre avec excréments », « ombre sans excréments » et « pas d'ombre, pas d'excréments », ce qui permettrait d'isoler clairement le rôle des différents facteurs et de trancher la controverse.

Quelques définitions :

- * **traitement** : un environnement unique ou une configuration spécifique des variables de traitement,
- * **session** : une série de périodes de jeux, de jeux ou d'autres problèmes décisionnels impliquant le même groupe de participants le même jour,
- * **condition** : soit un traitement, soit une série de traitements les uns à la suite des autres selon un certain ordre,
- * **observations** : un ensemble de sessions ayant les mêmes conditions expérimentales.

Les différentes options pour conduire une expérimentation en laboratoire sont les suivantes :

1) *le design avec randomisation complète*. Compte tenu des traitements qui ont été définis précisément, pour chaque session, un traitement est tiré au sort parmi les traitements possibles, et ce avec remplacement. Si cette procédure est efficace, elle n'est pas forcément compatible avec la contrainte budgétaire de l'expérimentateur. Supposons par exemple que, dans une expérience, des groupes de 20 participants interagissent selon différents traitements possibles. L'expérimentateur a identifié quatre traitements à mettre en œuvre. Si un des traitements n'est tiré qu'une fois au sort, et que les trois autres traitements sont tirés 10 fois (sachant qu'il y a au total 4 traitements à mettre en œuvre), alors il est impossible de conduire

des comparaisons statistiquement significatives entre le premier traitement et les autres. Dans le premier traitement, seule une session expérimentale a été réalisée, donnant une observation statistiquement indépendante, alors que, dans les trois autres traitements, 10 observations statistiquement indépendantes ont été récoltées, et ce pour chaque traitement.

2) *le design factoriel (total)* : ce design est comparable à la randomisation complète, si ce n'est que le tirage au sort des traitements se fait sans remplacement. A moindre titre toutefois que la randomisation complète, ce design fait croître très rapidement le nombre de sessions si le nombre de variables de traitement augmente. Si par exemple, il y a 2 variables de traitement (f1 et f2 par exemple), pour deux niveaux examinés (respectivement *a* et *b* pour f1 et *c* et *d* pour f2) pour chaque variable, on a un design factoriel total de $2^2 = 4$ traitements (soit *a x c*, *a x d*, *b x c*, *b x d*). Si le nombre de niveaux examinés pour chaque facteur passe à 3, on a un design factoriel de $3^2 = 9$ traitements. Plus généralement, un design factoriel total qui implique *k* variables d'étude (facteurs) avec *n* niveaux pour chaque facteur implique n^k conditions expérimentales. Si chaque observation indépendante est constituée par un groupe de 20 participants, le premier design (en supposant que l'on cherche à avoir 10 observations indépendantes par traitement), implique la participation de $4 \times 20 \times 10 = 800$ sujets, quand le second nécessitera $9 \times 20 \times 10 = 1800$ sujets (soit une augmentation du nombre total de participants de 125% pour un niveau additionnel d'une des variables de traitement).

3) *Le design factoriel partiel (ou fractionnel).*

Ce type de design est un cas particulier du design factoriel total. Il implique de réaliser uniquement une fraction (1/2 ou 1/4 par exemple) du design factoriel total. Ce type de design est équilibré d'un point de vue statistique si le nombre d'observations est identique par condition expérimentale, ce qui signifie que chaque niveau possible pour un facteur d'étude apparaît le même nombre de fois pour chaque niveau possible des autres facteurs. Par exemple, si on a 3 facteurs pour 2 niveaux, un design factoriel total impliquerait 2^3 traitements expérimentaux, soit 8 types de sessions. Si on a trois facteurs X1, X2 et X3 qui peuvent tous être à un niveau + ou -, un design fractionnel total consisterait à réaliser le tableau de conditions expérimentales suivant :

Tableau A.1. Design factoriel partiel (exemple)

Traitements	Facteurs	X1	X2	X3
1		-	-	-
2		+	-	-
3		-	-	+
4		+	-	+
5		-	+	-
6		+	+	-
7		-	+	+
8		+	+	+

Il est possible de conduire seulement un nombre limité à 4 conditions expérimentales dans lesquelles chaque niveau pour chaque facteur apparaîtra avec la même fréquence, ici les conditions 2, 3 5 et 8 (ce design implique 2 fois le niveau - pour X1 et 2 fois le niveau + pour X1, tout comme pour X2 et X3. Ce design sera qualifié de fractionnel au niveau $\frac{1}{2}$.

4) *Le design avec croisement de traitements* : ce type de design consiste à exposer un ou plusieurs participants à plus d'un traitement (il est donc strictement équivalent à un design within-subject, voir plus bas). L'intérêt est double. D'une part, si les traitements ne sont pas répétés, il permet de répéter à moindre coût les observations, et ce dans des environnements différents. D'autre part, il permet d'éviter dans la variabilité des réponses aux traitements une part de la variabilité due à l'hétérogénéité des participants, celle issue de l'hétérogénéité dans la composition des différentes sessions expérimentales. L'inconvénient est lui aussi double : d'une part, il implique que la réponse d'un sujet particulier à un traitement B qui a été exposé à un traitement A dans le passé peut dépendre de la réponse passée à ce traitement A (« carry-over effect »). L'autre problème est que le participant étant sujet à des effets d'apprentissage, la réponse qu'il peut avoir dans les différents traitements peut dépendre

de la position temporelle de ces traitements. Il est par conséquent nécessaire d'alterner l'ordre des traitements pour limiter ces effets.

5) *Le design within subject ou between subject.* Face à la nécessité de mesurer l'effet d'un traitement sur une population par rapport à un contrôle sur une population de référence, l'expérimentateur peut procéder de deux manières. Dans le premier cas, la population « contrôle » qui subit le traitement de référence (benchmark) est différente de la population traitée, et on parle de design between-subject, ce qui signifie que les sujets diffèrent d'un traitement à l'autre ou du traitement vis à vis du contrôle. Dans le second cas, les populations « contrôle » et « traitées » sont identiques (i.e., sont exposées au traitement *benchmark* et au traitement étudié) de manière à permettre des comparaisons intra-populations, d'où le terme de within-subject.

6) *Le design en partner matching ou en stranger-matching :* dans le cas d'une expérience impliquant des interactions répétées entre les participants, la question qui peut se poser est celle de l'opportunité de garder les groupes de participants constants d'une période à l'autre (partner-matching design) ou de reformer les groupes de manière aléatoire avant chaque interaction (stranger-matching design). L'avantage du partner-matching est d'avoir une certaine stabilité de l'environnement de choix d'un participant, puisqu'il reste apparié avec les mêmes autres participants. L'inconvénient est que les participants peuvent être tentés de construire une réputation au sein de leur groupe afin d'en tirer profit, par exemple sur les dernières périodes d'interaction (se faire passer pour un coopérateur, puis se comporter en free rider à l'ultime fin du jeu pour en retirer un gain marginal significatif). Pour éviter ce problème de construction endogène de réputation, on peut alors utiliser le stranger matching design, dans lequel la composition du groupe est redéfinie avant chaque interaction.

Toutefois, pour accroître le réalisme des situations de choix, une des voies de plus en plus empruntées est l'expérimentation de terrain qui permet d'étudier les comportements réels au sein de leur environnement naturel. Cette possibilité, en complément des expérimentations de laboratoire, est de plus en plus utilisée, notamment au sein d'expérimentations sociales reposant sur la méthode d'évaluation aléatoire (Banerjee and Dufflo, 2009). Une autre manière d'accroître le réalisme est de faire des expérimentations reposant sur des efforts réels des participants, plutôt que de baser l'expérience sur une fonction de coût pour laquelle le participant choisit un certain niveau qui est associé à un coût.

Ces possibilités n'ont pas été utilisées dans le présent rapport pour deux raisons. La première est qu'une expérimentation de terrain est potentiellement beaucoup plus coûteuse et lourde qu'une expérimentation de laboratoire et qu'une certaine perte de contrôle sur l'environnement des décisions est présente. Concernant la possibilité d'effort réel, si cela apporte réellement un plus dans le domaine de l'économie du travail et du personnel (dans lesquelles le salarié choisit de manière privilégiée un certain niveau d'effort dans le cadre d'une production jointe de facteurs de production), cela semble moins pertinent dans le cas de l'économie urbaine et géographique. En effet, un des points centraux de ce corpus théorique est de supposer un processus d'enchères sur des lieux de localisation, qui se prêtent par conséquent particulièrement bien à des jeux d'enchères expérimentales.

A ce jour, plus de 1200 participants ont été mobilisés pour l'étude LOCEX, ce qui représente une ampleur peu commune sur un sujet encore largement inexploré du point de vue de l'économie expérimentale. Par ailleurs, le fait qu'une partie de ces expérimentations ait été réalisée à l'étranger doit être également souligné, dans la mesure où les résultats obtenus ne sont pas le produit d'effets culturels ou d'un biais propre aux participants retenus finalement pour les sessions.

1.3. Synthèse des principaux résultats

L'ensemble des expérimentations menées montre de manière nette que les **incitations économiques** sont un élément clé des choix de localisation. Cette conclusion est d'autant plus forte que les expérimentations menées ont été variées dans leur nature et dans leurs procédures, s'intéressant autant aux localisations des ménages qu'à celles des entreprises, ou encore aux deux types de localisation en même temps.

En particulier, un des résultats est que la **tension entre les différents coûts de transport et les niveaux potentiels de rente foncière** (déterminés en grande partie par la compétition entre les agents) **fonde l'arbitrage en matière de localisation**. Par ailleurs, au-delà du modèle monocentrique développé à la suite des travaux de Alonso, si on considère les interactions possibles entre les entreprises et les ménages d'un point de vue économique, et notamment la fixation des salaires, **les coûts de**

transport peuvent profondément affecter la structure urbaine en poussant vers des formes nettement plus polycentriques. En grande partie, ces résultats confirment les approches développées d'un point de vue théorique autant en économie urbaine qu'en économie géographique, et il faut donc souligner que ces approches stylisées sont d'une grande aide pour comprendre les mécanismes à l'œuvre au sein des agglomérations. Pour contrer une remarque qui revient souvent quand on parle d'économie expérimentale, on ne retrouve pas nécessairement au sein du laboratoire ce que les modèles théoriques mettent en évidence. Des centaines d'expérimentations qui ont été menées par le passé montrent que les prédictions apportées par les modèles théoriques les plus connus ne sont pas nécessairement pertinentes. Il faut dire que ces prédictions sont souvent basées sur l'hypothèse d'une rationalité parfaite et égoïste qui n'intègre pas à la base la possibilité de préférences sociales ou de mécanismes de rationalité limitée. Par conséquent, c'est ce déficit de modélisation dont les conséquences sont observées en laboratoire le plus souvent. Force est de constater que, en ce qui concerne les expérimentations menées dans le cadre du projet LOCEX, la simplification des modèles théoriques, si elle peut laisser quelque peu insatisfait du point de vue de la comparaison avec la réalité nécessairement plus complexe, ne constitue pas une faiblesse majeure dans l'observation effective au sein du laboratoire. Cela implique que ces modèles théoriques peuvent être d'une grande aide pour la compréhension des mécanismes qui sont effectivement en œuvre. En termes de **politiques publiques**, et particulièrement de politiques de transport, il faut néanmoins insister sur le fait que les résultats expérimentaux mis en évidence dans nos travaux montrent de manière patente combien celles-ci affectent fortement à moyen et long terme l'équilibre de localisation en modifiant les **coûts de la mobilité**. Dès lors, toute analyse sérieuse de l'évolution du bien-être telle que, par exemple, une analyse coûts-bénéfices, qui se pose du reste sur des horizons assez lointains (fréquemment trente ans, voire plus pour certains projets d'infrastructure), devrait intégrer en amont l'impact sur les localisations et les rentes foncières pour boucler l'évaluation économique de manière satisfaisante. La discussion faite à la fin du document tente de poser quelques jalons en termes d'aide à la décision publique, eu égard aux résultats obtenus dans ces expérimentations de laboratoire.

La présentation de ce rapport final suit la structure suivante : une brève revue de littérature est conduite dans le chapitre 2, puis les expérimentations en laboratoire les plus avancées sont présentées de manière détaillée (chapitres 3, 4 et 5).

Le choix qui a été fait dans le présent rapport est de ne relater en détail que les projets les plus avancés voire finalisés en totalité. Mais cela ne rend pas totalement justice à la variété des travaux menés dans le cadre de cette recherche LOCEX. Pour en donner une idée, les projets les moins avancés ou qui sont plus indirectement liés au projet (comme les modèles purement théoriques) sont présentés de manière très brève en annexes.

Au sein de ce rapport, il y a une forme de progression dans la complexité des questions traitées au moyen des expérimentations de laboratoire. Aussi le chapitre 3 est-il consacré à un test expérimental du modèle théorique d'Alonso en présence de ménages hétérogènes, ce afin d'éventuellement observer en laboratoire le phénomène *d'income sorting*. Le chapitre 3 envisage plus directement la question des politiques publiques face à l'étalement urbain et à ses conséquences au moyen d'une expérimentation sur la « ville compacte ». Enfin, quand les chapitres 3 et 4 considèrent classiquement le modèle de la ville monocentrique, dans laquelle les entreprises sont toutes localisées par hypothèse dans le centre ville, l'expérimentation faisant l'objet du chapitre 5 pose précisément la question de l'émergence de structures urbaines polycentriques. Par conséquent, alors que dans les expérimentations retracées dans les chapitres 3 et 4, seuls des participants jouant le rôle de ménages devaient faire des choix de localisation, dans l'expérimentation du chapitre 5, des participants jouant le rôle d'entreprises doivent se coordonner avec d'autres participants jouant le rôle de ménages-salariés pour choisir une localisation.

Enfin, une discussion est faite de ces résultats ainsi que des perspectives en termes d'aide à la décision et de *design* des politiques publiques.

Chapitre 2. Revue de littérature :

économie urbaine, économie géographique et choix de localisation des agents

2.1 Introduction

Si une littérature foisonnante s'est développée en économie autour de la question urbaine, d'abord dans les années 60 avec la (Nouvelle) Economie Urbaine (voir l'ouvrage incontournable de Fujita, 1989), puis à nouveau dans les années 90, avec l'émergence de la Nouvelle Economie Géographique (NEG), force est de constater que peu de ces travaux ont donné lieu à des tests en laboratoire basés sur les méthodes de l'économie expérimentale.

Plus précisément, comme l'explique Thisse (2010), la théorie de la localisation s'est développée autour de trois champs d'investigation. Le premier est relatif aux théories de la concurrence spatiale, sous l'égide de Hotelling (1929), tandis que le second porte sur l'économie urbaine (Alonso, 1964), et le dernier sur l'économie géographique (Krugman, 1991).

Ces domaines d'investigation peuvent être distingués en mettant en évidence leurs principales caractéristiques. Dans la **théorie de la concurrence spatiale**, les consommateurs sont immobiles et se déplacent vers les entreprises, qui choisissent leur localisation de manière stratégique. Dans **l'économie urbaine**, c'est l'inverse, les firmes sont immobiles et localisées de manière exogène dans le Central Business District (CBD) alors que les salariés-

consommateurs sont en compétition pour obtenir un logement et se déplacer. En **économie géographique**, les consommateurs et les firmes sont mobiles et les marchandises se déplacent d'une région à une autre.

2.2. L'arbitrage microéconomique entre choix de localisation et coût des transports

La question de **l'arbitrage entre choix de localisation et coûts des transports** est au cœur des questions posées initialement par **l'économie spatiale et urbaine**, notamment à travers les modèles d'arbitrage entre rente foncière et coûts des transports, ceci afin d'expliquer le développement urbain, en particulier dans les économies développées (Alonso, 1964). Dans cette représentation théorique, les ménages arbitrent entre une localisation de plus en plus lointaine par rapport au centre urbain, qui permet une baisse de la rente foncière, et le fait de devoir subir en conséquence des coûts de transport plus importants. Dans ces modèles, à l'équilibre de localisation, des ménages supposés homogènes dans leurs préférences se caractérisent par un budget rente foncière coût de transport identique. Si les infrastructures de transport sont améliorées, et si la demande est inélastique, les niveaux absolus de la rente foncière vont diminuer. Si la demande de transport est élastique, alors la frontière de la ville va se déplacer, matérialisant un nouvel équilibre de localisation. De nombreux développements théoriques et empiriques ont été conduits sur cette question (Fujita & Thisse, 2002).

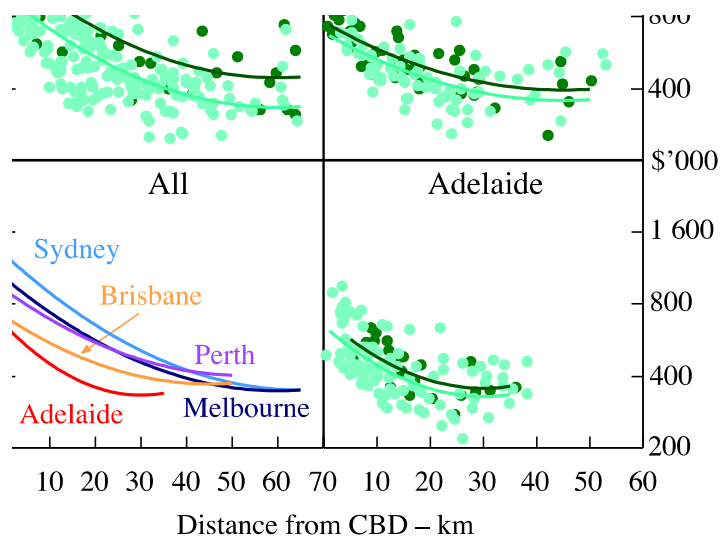
La fonction de rente foncière est un concept clé de l'analyse économique urbaine, ses origines pouvant être trouvées dans les travaux de l'économiste allemand Von Thünen (Von Thünen, 1826), lui-même s'inspirant de la théorie de la rente différentielle proposée par David Ricardo (Ricardo, 1817). Reprenant cette tradition, Alonso (1964) met en avant l'idée que, lors du choix résidentiel en milieu urbain, les ménages achetaient deux biens lors d'une même transaction : une quantité d'espace et une localisation, *i.e.* **une distance par rapport au centre**. Dans cette vision monocentrique de la ville, les ménages arbitrent par conséquent entre la quantité d'espace et la localisation qui implique une plus ou moins grande distance, c'est-à-dire un coût de transport plus ou moins élevé.

Le **modèle d'économie urbaine** qui a été développé à la suite des travaux fondateurs de Alonso (1964) et Muth (1969) considère un espace homogène représentant la ville, dans lequel tous les emplois sont supposés être localisés au centre (modèle dit monocentrique). Les résidents choisissent une localisation résidentielle dans un anneau ceinturant le centre. Ils se déplacent vers le centre pour rejoindre leur lieu de travail et supportent pour cela des coûts de transport. Le sol étant en chaque localisation attribué au plus offrant, l'existence de coûts de transport explique que le prix du sol diminue du centre vers la périphérie de la ville : les individus sont d'autant moins prêts à payer un prix élevé pour leur logement qu'ils supportent des coûts de transport plus importants. Dans le cas d'une ville linéaire, si on suppose une consommation unitaire d'espace, à l'équilibre de localisation, pour des ménages homogènes en préférences et en revenu, le total des coûts de transport représente exactement la valeur agrégée de la rente foncière. Arnott (1979, 1980) a montré la robustesse de ces résultats dans le cas d'une demande non unitaire d'espace et pour des familles de fonction d'utilité relativement larges (Fujita & Thisse, 2002).

En ce qui concerne la validation empirique du modèle d'Alonso, force est de constater, sans vouloir rentrer dans une méta-analyse de la littérature empirique très nombreuse sur cette question, que l'évidence empirique est contrastée. La principale implication du modèle d'Alonso est la condition de Muth selon laquelle la rente foncière doit décroître « doucement » avec l'éloignement au centre ville. Brueckner (1987) note que ce modèle, bien que très simple, permet d'expliquer les principales régularités empiriques des structures urbaines. Par exemple, dans le cas des grandes villes australiennes, Kulish, Richards and Gillitzer (2012) montrent que le modèle d'Alonso est cohérent avec les grands faits stylisés que l'on peut observer. En particulier, les niveaux de prix observés décroissent régulièrement avec la distance au CBD, comme le montre le graphique ci-dessous.

Graphique 1.1. Prix fonciers en 2009 - Grandes villes d'Australie

Log scale, median prices



source : Kulish et al. (2012).

Ces auteurs montrent d'ailleurs que 40 à 70% de la variation des prix médians sont captées en termes de variables explicatives par la distance du CBD et au front de mer.

Paulsen (2012) arrive aux mêmes conclusions pour les grandes villes américaines sur la période 1980-2000, et utilisant une approche en panel et en données croisées, aboutit à la conclusion que le modèle monocentrique le plus simple (i.e., dépendant de trois paramètres, population, revenu et prix des terres agricoles) explique 75% de la variation des prix fonciers. Il est dans la lignée d'une littérature qui arrivait basiquement aux mêmes conclusions (Pour une revue, voir McMillen, 200).

Toutefois, il est bien évident que le modèle monocentrique de base est peu réaliste dans ses hypothèses, et qu'il met de côté les implications économiques, sociales et environnementales qu'impliquerait une localisation exclusive des emplois au sein du CBD. Par exemple, un CBD

potentiellement très dense générerait des effets de congestion très importants. Du point de vue environnemental, une concentration des emplois et des résidences contribuerait à la création d'îlots de chaleur urbains très négatifs du point de vue du réchauffement climatique (voir par exemple IAU Ile de France, 2010 ; ONERC, 2010).

Les raisonnements de statique comparative effectués sur la base de ce modèle permettent entre autres de montrer que **la diminution des coûts de transport doit conduire à un étalement urbain** (Brueckner and Fansler, 1983)³.

En effet, la baisse des coûts de transport rend les localisations périphériques plus attractives. Des ménages sont donc incités à se délocaliser du centre vers la périphérie, ce qui réduit les densités au centre, les augmente en périphérie et accroît la superficie totale occupée par la ville. On a bien là une image typique de ce que peut être l'étalement urbain.

Ce modèle de base considère que les ménages sont insensibles au type d'environnement dans lequel ils résident et que le coût de transport est indépendant du nombre total des déplacements. Mais il peut être notamment enrichi par la prise en compte des externalités : externalités d'encombrements entre les résidents et externalités de congestion sur les réseaux de transport (Mills and de Ferranti, 1971 ; Solow and Vickrey, 1971). On montre que les externalités conduisent à des choix de localisation résidentielle sous-optimaux et que la taxation ou des contraintes sur l'utilisation des sols peuvent permettre de déboucher sur l'optimum social (Fujita, 1989, chap. 7).

Par ailleurs, ces modèles ont été complétés par des approches qui prennent en compte les interactions entre voisinages, notamment à travers les multiples sources d'externalités croisées, en particulier dans le cas des firmes (Fujita & Thisse, 2002). La multiplicité des agents, la nature différente des interactions entre eux peut justifier des démarches multi-agents qui cherchent à simuler les évolutions possibles de la morphologie urbaine à travers une calibration des différents paramètres fondée sur l'observation (Cavaillès et al., 2011). Ainsi, la démarche de modélisation par simulation prospective est devenue une des méthodes empiriques notables de l'interaction entre le système urbain et le système de transport (voir la revue de Cambien

³ Bien évidemment, les vitesses jouent un rôle important dans l'étalement. Sur le long terme, l'augmentation des vitesses est concomitante avec l'augmentation des distances moyennes de déplacement, de sorte que le budget temps de transport est approximativement constant, voire faiblement croissant (loi de Zahavi). Par ailleurs, l'évidence empirique tend à mettre en évidence une augmentation moins que proportionnelle des trafics par rapport au PIB, ce qui pourrait marquer que l'utilité marginale liée à l'augmentation des vitesses est décroissante (Crozet, 2009).

(2011) qui décrit les caractéristiques communes de ces modèles dits d'*Integrated Land-Use Transportation Interaction*).

2.3. Les expérimentations en économie urbaine et en économie géographique

Le caractère certes simplificateur mais rigoureux de ces modèles de l'économie urbaine permet toutefois d'établir des prédictions théoriques précises susceptibles d'être testées d'un point de vue empirique. Plus précisément, les expérimentations de laboratoire, développées à la suite des travaux de Vernon Smith, prix Nobel d'économie en 2002, sont devenues une méthode standard permettant à la fois de tester les prédictions théoriques des modèles et de produire de nouveaux faits stylisés fondés sur la répétition des observations en laboratoire. Par ailleurs, l'économie expérimentale a été un support important du développement d'une nouvelle spécialité en économie, l'économie comportementale (Camerer, 2002), qui met en avant les éléments de rationalité limitée de la part des agents économiques et l'existence **de préférences sociales** de la part des agents. Ces préférences sociales ont été mises en évidence clairement par les expérimentations de laboratoire : réciprocité dans les comportements, existence d'aversion à l'inégalité (Fehr & Schmidt, 1999), d'altruisme, etc. Par ailleurs, dans les situations de décision strictement individuelles (choix dans le risque ou dans le temps), les théories économiques standard basées sur l'hypothèse de rationalité parfaite ont été battues en brèche par les résultats observés en laboratoire, qui représentent de nombreux et systématiques paradoxes de la décision. De nouvelles théories du comportement des individus ont donc été proposées, comme la théorie des perspectives fondée par les travaux de Kahneman et Tversky.

La question des choix de localisation, *a fortiori* au sein des aires urbaines, est encore très peu étudiée par les économistes spécialistes d'expérimentation en laboratoire. En ce qui concerne les choix de localisation en général, la principale attention a été accordée aux choix de localisation des entreprises, essentiellement autour de la conjecture de Hotelling (d'Aspremont et al., 1979) et des effets de la concurrence entre firmes comme déterminant de leur choix de localisation. Et encore, moins d'une dizaine d'études sur ce sujet peuvent être recensées, la question cruciale d'un point de vue empirique semblant être l'impact du nombre de firmes en compétition sur l'équilibre de localisation (voir Anderson et al., 2007).

Concernant les choix de localisation des ménages en ville, dans la tradition de l'économie urbaine, à notre connaissance, seule une étude expérimentale peut être recensée, celle de Bergman et al. (2009) qui a pour objectif de tester le modèle de ville monocentrique d'Alonso (Alonso, 1964). Encore cette étude repose-t-elle sur une expérimentation pédagogique (« classroom game »), et teste le modèle d'Alonso dans sa version la plus simple, celle où tous les ménages sont homogènes du point de vue de leurs préférences, mais dans laquelle les revenus sont hétérogènes (ménages riches et ménages pauvres). Enfin, il existe à notre connaissance une seule étude expérimentale concernant l'économie géographique, celle d'Ostbye and Heen (2010) qui réalisent un test du modèle de concurrence à la Dixit-Stiglitz-Krugman dans lequel les firmes et les ménages réalisent des choix de localisation. Toutefois, le design expérimental qu'ils mettent en œuvre ne concerne que les choix des ménages-salariés, car ils supposent que les firmes « suivent » les salariés, cette hypothèse étant en fait une implication logique de certains modèles de la NEG (voir Combes et al., 2008).

Par conséquent, un tour d'horizon de la littérature, en particulier expérimentale, montre la rareté des faits stylisés en matière de choix microéconomiques de localisation des ménages ou des entreprises. En particulier, aucune étude expérimentale n'envisage la question d'un équilibre général de localisation quand firmes et ménages sont en interaction. C'est précisément un des points que nous étudions dans le cadre de cette recherche LOCEX.

Chapitre 3. Pourquoi le centre de Paris est-il riche et celui de Detroit pauvre ? Un test experimental de l'income sorting

Henri Busson (Université de Rennes et CREM CNRS)

Laurent Denant-Boemont (Université de Rennes et CREM-CNRS)

3.1. Principe et motivation

La ségrégation spatiale des ménages dans les principales agglomérations urbaines est extrêmement variée et ne semble pas répondre à une logique simple du point de vue économique ou démographique. Comme le montre Glaeser et al. (2008), les plus riches vivent dans le centre de Paris alors qu'ils vivent plutôt en périphérie lointaine dans une agglomération comme Detroit aux USA. D'un point de vue empirique, tout au plus peut-on dire que cette variété des configurations urbaines est le produit de l'hétérogénéité des ménages sur nombre de leurs caractéristiques intrinsèques.

D'un point de vue théorique, il existe en économie une explication possible de la ségrégation urbaine des ménages dans la ville, celle proposée dans le modèle de rente foncière urbaine à la Alonso-Muth-Mills (Fujita, 1989). Rappelons que dans ce modèle de base, les emplois sont localisés au centre des villes (ou CBD) et que la question est de déterminer, compte tenu d'un

arbitrage possible des ménages entre coût de la rente foncière et coût du transport (migrations domicile-travail), la forme de la fonction d'enchère urbaine.

Si on résume brièvement, l'équilibre de localisation qui va donner une forme polaire de ségrégation urbaine (les riches au centre, les pauvres en périphérie et vice-versa) dépend des préférences des ménages, et plus exactement du coût d'opportunité du temps et de la demande de logement. Dans le modèle théorique, pour un ménage donné, si la valeur du temps est plus élastique au revenu que la demande de logement, alors le ménage en question sera disposé à payer plus pour des localisations centrales. Au contraire, si la valeur du temps est moins élastique au revenu que la demande de logement, alors ce ménage sera disposé à payer plus cher pour une localisation périphérique qui lui donne l'opportunité de consommer de plus grandes quantités de logement.

En termes de politiques publiques, la modification des caractéristiques du système de transport aura pour conséquence d'en modifier les coûts pour les usagers, et par conséquent de modifier l'équilibre de localisation urbain qui résulte de l'arbitrage entre coût du temps de transport et demande de logement. Il est donc d'un intérêt crucial de savoir si cet arbitrage renvoie à quelque chose de réaliste du point de vue des politiques urbaines. Pour répondre à cette question, l'expérimentation de laboratoire est intéressante dans la mesure où elle permet d'isoler clairement les effets d'une modification de l'environnement des choix des agents sur les décisions finalement prises. Ceci est très difficile à réaliser en se basant sur des données de terrain pour lesquelles de nombreux paramètres inconnus peuvent affecter les choix observés et parce que l'on connaît parfois très mal les caractéristiques des agents en situation de choix.

3.2. Background théorique : le modèle monocentrique avec ménages hétérogènes

Supposons qu'il existe deux types de ménages, chaque ménage i pouvant être ou riche (R) et pauvre (P). Chaque ménage de type $i=(R, P)$ obtient un certain niveau d'utilité provenant de la consommation d'un bien composite obtenu en quantité Z , dont le prix est normé à 1, de la consommation de logement dont la taille est notée q pour un prix unitaire de $R(x)$, x étant la distance au CBD dans lequel tous les emplois sont par hypothèse localisés.

La fonction d'utilité du ménage i s'écrit par conséquent :

$$U_i = U_i(z, q) \quad (3.1)$$

Sachant que le ménage doit aussi considérer les coûts de transport afférents aux déplacements du CBD vers son domicile localisé à la distance x , la contrainte budgétaire peut s'écrire :

$$R_i(x, y) = \frac{Y_i - T_i(x) - z_i}{q_i} \quad (3.2)$$

Où $R_i(x, y)$ est le niveau de rente foncière en x pour un ménage i doté d'un revenu y , Y_i le revenu du ménage i , $T_i(x)$ le coût de transport subi par i .

A l'équilibre résidentiel, si on suppose un coût de transport linéaire, t_i étant le coût unitaire de transport subi par i , chaque ménage est disposé à payer une rente foncière unitaire qui est au maximum de :

$$R_i^*(x, y) = \max_q \left(\frac{Y_i - t_i x - z_i^*(\bar{U}_i, q_i)}{q_i} \right) \quad (3.3)$$

Et pour laquelle il obtient un niveau d'utilité donné (Wheaton, 1977 ; Fujita, 1989).

Si on suppose que (1) le coût de transport est linéaire (ce qui est le cas dans l'équation ci-dessus) et que, par conséquent, le coût marginal de transport dépend uniquement du type i du ménage considéré, et que (2) la consommation de logement est également une fonction du revenu, i.e., du type du ménage i , alors la dérivée première de la fonction de rente par rapport à la distance s'écrit (voir Madariaga et al., 2011 ; Glaeser et al., 2008) :

$$\frac{\partial R_i^*(x, y)}{\partial x} = \frac{-t_i(Y)}{q_i(Y)} \quad (3.4)$$

Cette équation met en évidence les deux forces opposées qui s'exercent sur un ménage lors du choix de sa localisation par rapport à son revenu. Les ménages riches qui consomment

beaucoup de logement sont attirés par les localisations périphériques dans lesquelles les coûts de la consommation de logement sont plus réduits. Mais ils ont aussi un coût d'opportunité du temps plus élevé. Par conséquent, la pente de la fonction d'enchère foncière au regard du revenu dépend du ratio coût de transport sur consommation de logement. Si ce ratio décroît avec le niveau de revenu, les ménages les plus riches se localiseront dans les banlieues, alors que si ce ratio s'accroît avec le revenu, ils préféreront les localisations les plus centrales. Plus précisément, si on calcule la dérivée de la pente au regard cette fois du revenu, on obtient :

$$\frac{\partial^2 R_i^*(x, y)}{\partial x \partial y} = \frac{-t_i}{q_i(Y)Y_i} [\epsilon_y^t - \epsilon_y^q] \quad (3.5)$$

Où ϵ_y^t et ϵ_y^q désignent respectivement l'élasticité du coût marginal de transport au revenu et l'élasticité de la consommation de logement au revenu. En conséquence, si l'élasticité du coût de transport est plus grande que l'élasticité du logement, les riches tendront à se localiser dans le centre (la pente de la fonction d'enchère pour les riches étant plus importante que pour les pauvres), alors que, dans le cas contraire, ce sont les ménages pauvres qui se localiseront dans les centres villes (la pente de la fonction d'enchère étant plus faible pour les riches que pour les pauvres).

3.3. Design expérimental

3.3.1. Traitements et conditions expérimentales

Le principe de l'expérimentation est assez simple. L'objectif est d'obtenir les deux configurations polaires possibles de ville monocentrique, celle qualifiée de nord-américaine (dans laquelle tous les pauvres sont localisés des zones proches du centre ville, et à partir d'une certaine distance au centre, tous les riches se localisent), et l'autre qualifiée d'européenne (dans laquelle la configuration spatiale inverse se met en place). Pour obtenir ces équilibres de localisation contrastés, la théorie de la ville monocentrique dit qu'il suffit a minima de jouer sur les niveaux de revenus, sur les coûts de transport pour chaque catégorie de ménage et sur une demande contrastée de logement selon les catégories de ménages.

Pour observer ces configurations, les participants sont divisés en deux types, les « riches » et les « pauvres », qui sont caractérisés par des dotations initiales différentes (plus importantes pour les riches) et des coûts de transport unitaires différents (plus importants pour les riches que pour les pauvres).

Par conséquent, si on fixe les niveaux d'utilité pour chaque ménage à l'équilibre de localisation (qui ne sont pas nécessairement identiques selon les ménages, mais qui doivent être nécessairement égaux pour un type donné de ménages), le revenu et le coût de transport unitaire étant également des paramètres exogènes, il est possible d'en inférer les niveaux d'enchères foncières pour chaque niveau de distance, en utilisant l'équation (3) ci-dessus.

La situation de jeu qui est construite est la suivante. Elle consiste à mettre en compétition des participants ayant des niveaux de dotation (revenus) et des coûts de transport différents pour l'achat de slots de localisation.

On suppose que la fonction d'utilité de chaque participant i est caractérisée par une fonction Cobb-Douglas dans laquelle intervient la consommation d'espace q et de bien composite Z , i.e., :

$$U_i = U_i(q_i, z_i) = q_i^{0,5} z_i^{0,5} \quad (3.6)$$

Leur contrainte budgétaire est la suivante :

$$Y_i - t_i x - z_i = q_i R_i \quad (3.7)$$

Avec les mêmes notations que précédemment.

Pour rendre la situation de choix la plus simple possible, les participants n'ont pas à choisir leur consommation de bien composite. Celle-ci est fixée de manière exogène compte tenu du niveau d'utilité atteint à l'équilibre. Plus précisément, chaque participant, connaissant sa dotation et ses coûts de transport, doit faire des propositions d'enchères par unité d'espace et une quantité d'espace qu'il souhaite consommer. Par conséquent, compte tenu des propositions de quantités d'espace qu'il souhaite consommer, et pour une distance x donnée,

sa quantité optimale de bien composite, pour chaque consommation possible d'espace, est définie par :

$$z_i^* = \left(\frac{\bar{U}_i}{q^{0.5}} \right)^2 \quad (3.8)$$

Ce qui traduit le phénomène de substitution entre les deux types de consommation.

Dès lors, pour chaque proposition de consommation d'espace et de prix unitaire gagnante, on retire la valeur expérimentale de la consommation de bien composite à l'équilibre. Les instructions expliquent aux participants que ce « coût » représente un coût d'administration des ventes de logement, qui diffère selon la taille du logement et le type du participant (riche ou pauvre).

On se focalise sur deux classes homogènes, les riches et les pauvres au sein de groupes de 8 participants qui vont interagir à plusieurs reprises (en l'occurrence 10).

Deux traitements expérimentaux sont étudiés, l'un qualifié de « ville américaine » et l'autre de « ville européenne ».

Chaque traitement est défini par le jeu de paramètres suivants⁴ :

Tableau 3.1. Caractéristiques des traitements expérimentaux

Variables de traitements Type des sujets dans chaque traitement	Niveau d'utilité à l'équilibre résidentiel	Niveau de revenu	Niveau de coût de transport
Pauvres (Traitements « ville nord-américaine » & « ville européenne »)	3	120	5
Riches (traitement « ville américaine »)	10	160	10
Riches (traitement « ville européenne »)	10	400	20

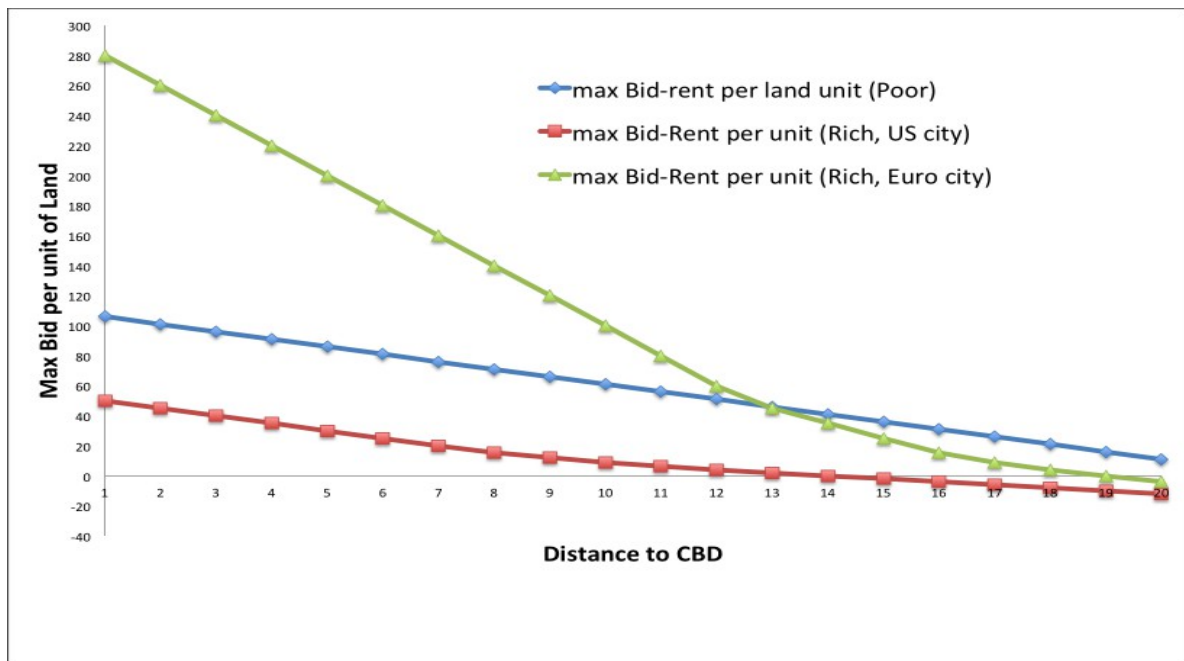
3.3.2. Prédictions théoriques

Pour chacun de ces traitements, les prédictions théoriques sont dérivées d'un modèle de choix individuel dans lequel le ménage consomme du logement et un bien composite sous contrainte

⁴ Tout comme les participants n'entendent jamais parler de consommation de bien composite, ils n'entendent jamais parler d'utilité ou de fonction d'utilité ou d'utilité à l'équilibre (voir instructions expérimentales jointes en annexes).

de revenu, ses préférences ayant une forme de fonction d'utilité à la Cobb-Douglas. Dans le traitement « ville américaine » (voir graphique 1 ci-dessous), les paramètres choisis de revenu et de coût de transport devraient donner une disposition à payer pour les pauvres (courbe en bleu) plus importante que pour les riches (courbe en rouge), en particulier pour les localisations centrales, bien qu'ils disposent d'un revenu plus faible. Dans le traitement « ville européenne », seuls les paramètres de dotation et de coût de transport sont augmentés, ce afin de donner une disposition à payer plus forte pour les riches (courbe en vert), notamment concernant les localisations centrales que pour les pauvres (courbe en bleu).

Figure 3.1. Prédictions théoriques du modèle d'enchères foncières urbaines



Du point de vue purement expérimental, au sein d'une période d'interaction, on organise la compétition sur les logements entre les ménages au travers d'un jeu d'enchère au second prix (enchère de Vickrey) sous pli scellé. Les propositions faites par les participants consistent à saisir des couples « quantité de logement - prix unitaire », la règle étant que le plus haut prix unitaire gagne les quantités qu'il a proposées, tout en payant le prix immédiatement inférieur (prix unitaire du premier perdant). L'enchère est séquentielle : le premier gagnant gagne une certaine quantité d'espace en partant du centre ville, puis les slots restants sont mis aux enchères après avoir éliminé ce premier gagnant. Pour chaque étape, on élimine un gagnant, jusqu'à ce que, à la dernière étape, le dernier participant qui n'a pas encore gagné se trouve en

compétition face à l'ordinateur sur la base d'une procédure BDM (Becker-De Groot-Marschak). L'ensemble de ce dispositif d'enchères (Vickrey + BDM) est là pour assurer que les enchères proposées soient révélatrices des dispositions à payer réelles des participants.

Les participants répètent alors ce jeu lors de 5 reprises en étant d'abord confrontés au premier traitement (soit « ville américaine », soit « ville européenne ») puis au second traitement non implémenté (design « intra-sujets », avec contrôle de l'effet d'ordre). 224 sujets ont participé à cette expérimentation (soit 14 sessions de 16 participants) au cours de l'année 2012 et 2013.

Encadré 4. L'art du design expérimental... appliqué à l'expérimentation sur le modèle monocentrique

* **traitement** : deux variables de traitement, le revenu et le coût de transport (respectivement faible médian ou élevé), ce qui impliquerait en théorie 6 traitements (2 variables de traitements X 3 niveaux). Ici, comme il n'est pas pertinent d'envisager la configuration revenu bas /coût de transport élevé et revenu élevé / coût de transport faible, seul un design factoriel partiel peut être retenu, soit encore 4 traitements,

* **session** : 14 sessions de 16 participants chacune, soit deux groupes de 8 joueurs en interaction les uns avec les autres,

* **condition** : deux conditions sont étudiées, avec 2 traitements par condition. La condition « Ville US-Ville Euro » pour la moitié des sessions expérimentales, et la condition « ville Euro-ville US » pour l'autre moitié. Ceci permet de contrôler de possibles effets d'ordre, tout en ayant l'avantage de minimiser les problèmes de différences entre traitements dues à une hétérogénéité des participants,

* **observations** : pour chaque condition, on a 14 observations indépendantes (14 groupes), ce qui permet des comparaisons robustes entre traitements, aussi bien en within subject qu'en between subject.

Les caractéristiques du design expérimental choisi pour cette expérimentation particulière sont :

1) *Un design factoriel fractionnel* : c'est ce type de design qui a été retenu, puisque 2 variables de traitement existent, à savoir le revenu (bas, élevé ou très élevé) et le coût de transport (bas, élevé ou très élevé). Par conséquent, en théorie, pour un design factoriel total, il aurait fallu mettre en œuvre 9 traitements (3^2). Sachant que l'on souhaite avoir 14 observations

(groupes) par traitement pour des groupes de 8 participants en interaction, cela aurait impliqué $9 \times 14 \times 8 = 896$ participants. Comme il semblait peu pertinent d'envisager des situations dans lesquelles on a des participants riches avec des coûts de transport bas vs des participants pauvres à coût de transport très élevé (ce qui n'est d'ailleurs pas l'hypothèse faite dans le modèle d'Alonso - Muth - Mills), nous avons seulement des couples de niveaux pour les variables de traitement (revenu élevé avec coût de transport élevé ou très élevé vs revenu faible avec coût de transport bas), ce qui semblait plus pertinent et surtout plus économe en participants et en moyens. Toutefois, le coût de ce design est de perdre en contrôle donc en significativité statistique. Au final, on a un design factoriel 1/3 (3 conditions sur les 9 possibles).

2) *Un design avec croisement de traitements* : c'est ce type de design qui a été mis en œuvre, car il a l'avantage de diminuer le biais d'hétérogénéité, mais a l'inconvénient de générer des effets d'ordre et de carry-over.

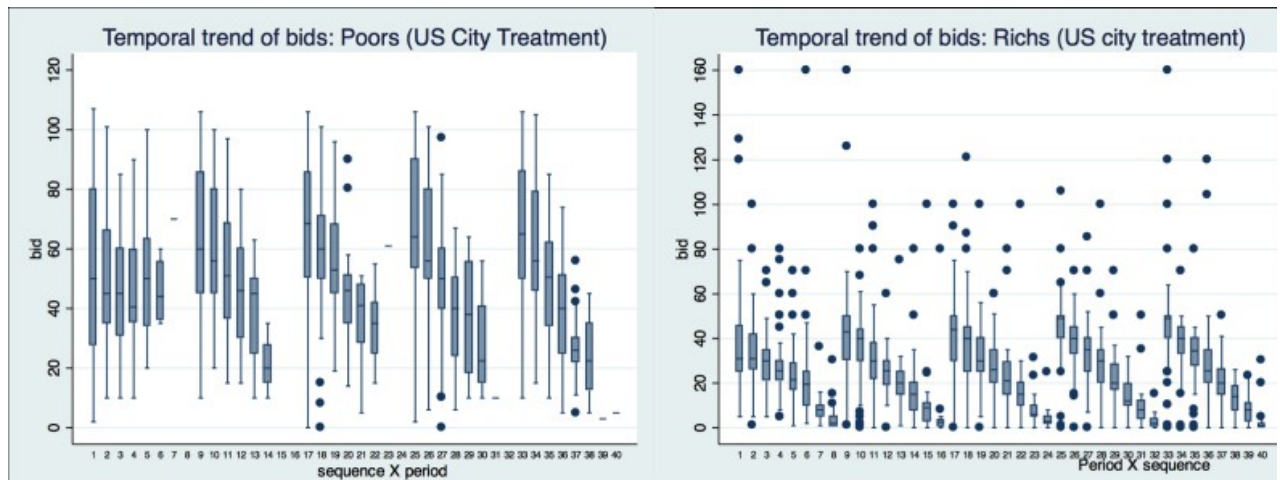
3) *Un design within subject* : c'est cette option qui a été retenue (voir ci-dessus).

4) *Un design en partner matching* : les groupes restent constant tout au long des interactions répétées.

3.4. Résultats expérimentaux

Les résultats attendus consistent principalement en une **décroissance des enchères en fonction de la distance au CBD**, et c'est bien ce qui est observé dans les données expérimentales. Le graphique 4.2 ci-dessous reporte les données expérimentales dans le traitement « ville américaine ».

Figure 3.2. Distribution des enchères observées au cours du temps (par période-séquence), traitement « Ville américaine » et « ville européenne »



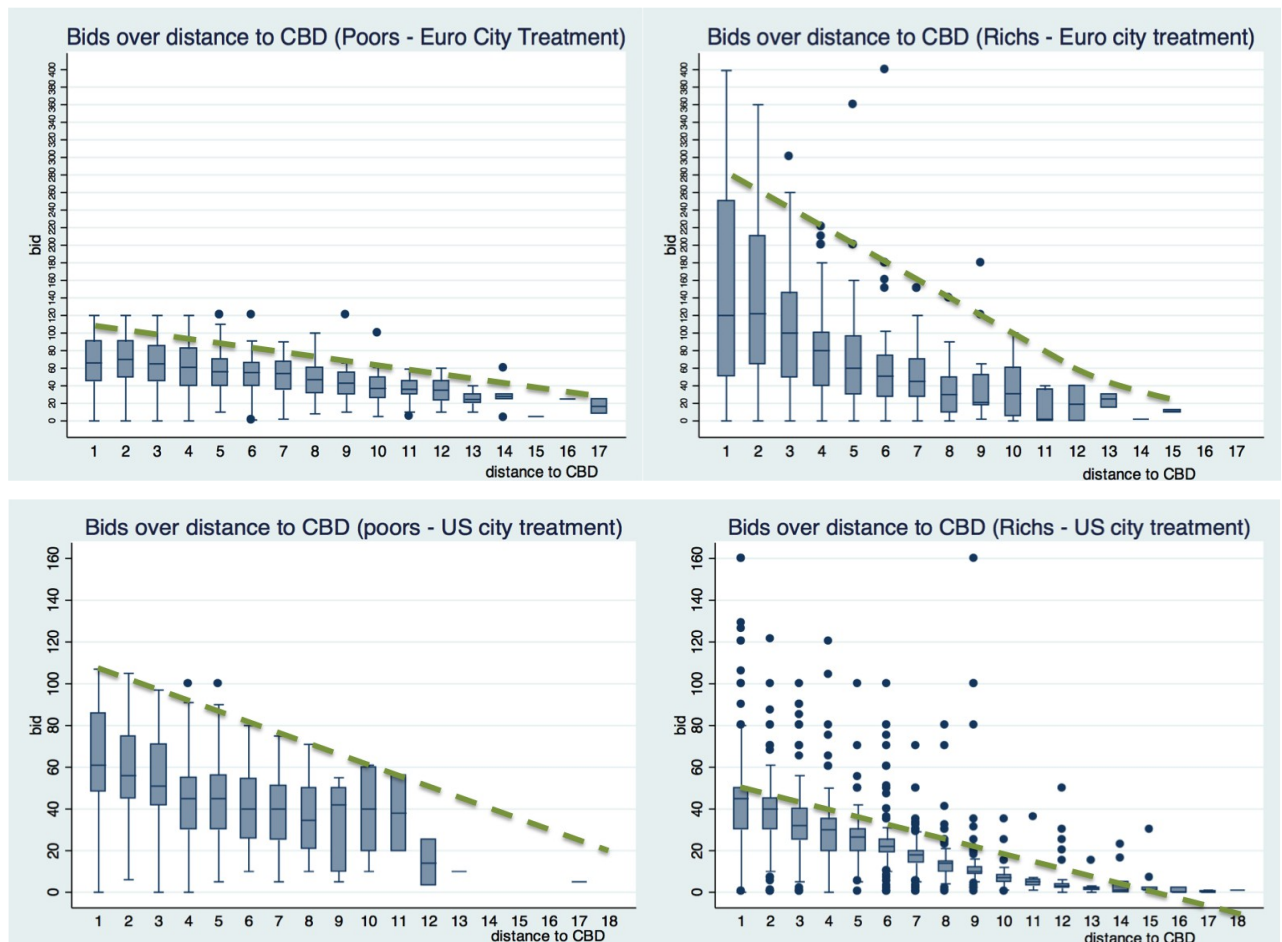
NB : les 40 périodes séquences sont simplement le produit des 8 itérations au cours d'une période par le nombre total de périodes d'interactions dans un traitement, à savoir 5.

A gauche sont reportées les enchères dans le traitement « ville américaine » et à droite les enchères dans le traitement « ville européenne », ce sur l'ensemble des interactions possibles entre les groupes, à savoir 40 (5 périodes, chaque période étant décomposée en 8 séquences d'enchères pour attribuer les lots). Deux observations peuvent être faites sur la base de ces graphiques. *La première* est que, au sein d'une période, les enchères décroissent au fur et à mesure que des lots plus éloignés du CBD sont mis en vente, ce qui est cohérent avec le modèle théorique de rente foncière urbaine. *La seconde* est qu'il existe un **phénomène d'apprentissage** clair des joueurs qui se traduit de deux manières. En premier lieu, la répétition du jeu d'enchères conduit les joueurs à augmenter le niveau moyen d'enchères au cours du temps (les enchères moyennes de la première période sont significativement inférieures aux enchères moyennes de la 5^{ème} période quel que soit le traitement). En second lieu, à l'intérieur d'une période, il est visible que la décroissance des enchères au fur et à mesure de l'éloignement du CBD devient plus forte avec la répétition des jeux.

Si maintenant on compare les deux graphiques, un des résultats clés apparaît : **la fonction d'enchères des riches est en dessous de la fonction d'enchères des pauvres**, ce qui signifie que les pauvres accèdent aux localisations plus centrales dans ce traitement, délaissant les localisations périphériques qui sont obtenues par les riches. Les graphiques 4.3 ci-dessous reportent les principaux moments statistiques (médiane, écart

interquartile et écart absolu) de la distribution des enchères en fonction de la distance au centre-ville ainsi que la prédiction théorique (en pointillés verts) dans les deux traitements (« ville européenne » en haut, ville américaine en bas), et ce pour les deux catégories de participants (pauvres à gauche et riches à droite).

Figure 3.3. Distribution des enchères observées par les ménages riches et les ménages pauvres en fonction de l'éloignement vis à vis du CBD, traitement « Ville européenne » et « ville américaine »



Le premier résultat expérimental concerne donc la décroissance nette des rentes foncières avec la distance.

Le second résultat important est l'observation en laboratoire du phénomène d'income sorting (tri par les revenus). Les participants riches (ayant une dotation élevée et des coûts de transport élevés) gagnent la compétition par enchères contre les participants pauvres (ayant une dotation et des coûts de transport bas) dans le traitement « ville européenne » car ils proposent des prix plus importants. Le phénomène inverse est observé dans le traitement « ville américaine », les

participants pauvres réussissant à gagner les slots les plus proches du CBD contre les participants « riches ». Ce phénomène est particulièrement marqué pour les slots les plus proches du CBD, où les écarts d'enchères sont très significatifs. Ce résultat

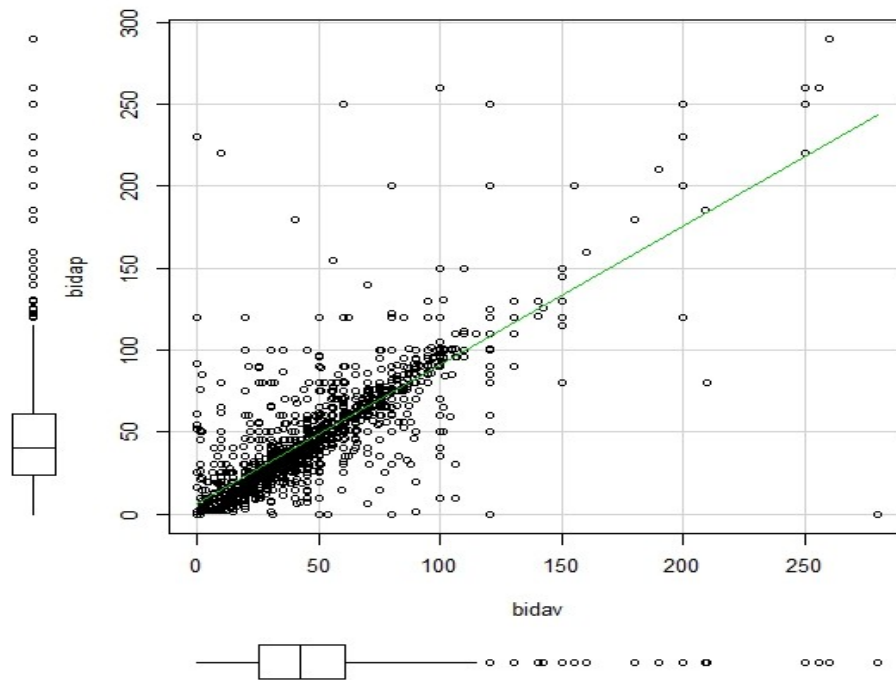
Un des principaux résultats est la proximité forte avec les prédictions théoriques, en dehors du fait que presque toujours, les participants ont tendance à enchérir moins fortement que le niveau établi à l'aide des prédictions théoriques⁵.

L'évidence empirique est retracée notamment sur les graphiques ci-dessus. Si on compare les graphiques de gauche à ceux de droite, on observe que dans le traitement « ville européenne », les riches obtiennent les localisations les plus centrales et les pauvres les plus périphériques, alors que, dans le traitement « ville américaine », c'est l'inverse qui se produit. C'est précisément ce que dit le modèle d'Alonso-Muth-Mills. La forme de la ségrégation urbaine entre ménages pauvres et ménages riches dépend crucialement du coût d'opportunité du temps et des préférences en matière de logement.

Par ailleurs, l'inertie des comportements est relativement forte. Le graphique suivant décrit une simple régression linéaire sur l'ensemble des observations d'enchères entre l'enchère individuelle effectuée à la période t et l'enchère individuelle effectuée à la période $t-1$.

⁵ Ces prédictions théoriques sur la forme des fonctions d'enchères foncières sont établies en supposant que les joueurs sont neutres vis-à-vis du risque. Dès lors, on pourrait en conclure que la différence entre les enchères observées et les enchères théoriques réside dans le fait qu'il y ait peu de chances que les participants soient neutres vis à vis du risque. C'est le cas en présence d'enchères de premier prix, dans lesquelles un niveau d'aversion au risque plus élevé pour un individu le pousse à proposer des enchères plus élevées (Kagel and Levin, 2008 ; Kagel, 1993). En effet, d'un point de vue théorique, l'aversion au risque fait augmenter le niveau des enchères. Toutefois, dans le cas d'enchères de second prix (ou enchères de Vickrey), il est bien connu que, d'un point de vue théorique, l'aversion au risque ne joue pas : quel que soit le niveau d'aversion au risque d'un individu, sa stratégie faiblement dominante est de miser à la hauteur de sa disposition à payer réelle (Krishna, 2002). Par conséquent, nous estimons que, dans le cas d'enchères foncières au second prix mises en œuvre ici, la même conclusion s'applique. Bien évidemment, cela implique que nous supposons que nos participants sont parfaitement rationnels au sens de la théorie des enchères. Toutefois, l'évidence expérimentale va plutôt dans le sens d'une surenchère faible mais persistante en cas d'enchères au second prix (Cooper and Fang, 2008).

Figure 3.4. Enchères faites à la période t (ordonnées) et enchères faites à la période précédente (abscisses)



Les participants ne modifient que de manière marginale leur stratégie d'enchères au cours de l'expérience, même quand les coûts de transports changent.

De manière plus générale, des estimations par régression linéaire multiple de la forme suivante ont été réalisées :

$$Bid_t = a_1 Period + a_2 Order + a_3 SizeApp_t + a_4 Distance_t + a_5 YsStudy + a_6 Sexe + Intercept$$

Dans laquelle « *Order* » est une *dummy* égale à 1 dans le cas de l'ordre « ville US-ville euro » et 0 sinon, « *SizeAppt* » est la taille du logement obtenue par le participant en t , « *Distance* » la distance entre le CBD et l'appartement obtenu par le participant à la période t , « *YsStudy* » l'avancement du participant dans les études et « *Sexe* » pour appréhender le genre du participant.

Le résultat des régressions est donné dans le tableau ci dessous :

Tableau 3.2. OLS (Ordinary Least Squares) sur les enchères individuelles
par type de participant

Enchère type X	Ville US	Ville euro.	Enchère type Y	Ville US	Ville euro
Variable					
Distance	-1,34*** (-2,58)	-1,50*** (-3,97)	Distance	-3,27*** (-8,78)	-2,82** (-4,52)
Taille du logement	-13,81*** (3,39)	-11,65** (-2,70)	Taille du logement	0,77 (0,77)	-17,3 (-0,87)
Période	-0,73 (0,78)	-0,53 (-0,53)	Période	0,71 (1,5)	0,106 (1,62)
Constante	73,79*** (3,68)	80,92*** (9,78)	Constante	35,42** (4,96)	134,91** (2,40)
N. obs.	427	1692	N. obs.	1739	1458
R ²	0,41	0,31	R ²	0,36	0,10

NB : valeur du coefficient (T de Student), X est le type « pauvre », Y est le type « riche ». *** : significatif à 1%, ** à 5%, * à 10%.

La distance est la variable qui ressort le plus significativement (avec un signe négatif, ce qui est cohérent avec le modèle théorique d'Alonso et avec la plupart des études empiriques), mais la variable « taille du logement » a la magnitude la plus importante, les deux variables jouant négativement sur les propositions d'enchères foncières unitaires. De manière surprenante, la variable « taille du logement » ne joue pas pour les participants « riches », et seul le coût de transport joue négativement sur le prix qu'ils proposent. Il y a également pour certains d'entre eux un effet d'apprentissage qui se traduit par une augmentation des prix proposés au fur et à mesure que le jeu avance dans le temps.

Les régressions indiquent que, dans le traitement « ville européenne », l'ordonnée à l'origine des participants Y est plus importante que celles des participants X, de sorte que, même si la fonction d'enchères est plus pentue pour les participants Y, ces derniers réussissent à gagner les localisations les plus centrales. A contrario, dans le traitement « ville américaine », les enchères des pauvres partent d'un niveau plus élevé au CBD (l'ordonnée à l'origine est plus importante pour les X que pour les Y).

Cette évidence économétrique (paramétrique) est confirmée par des tests de comparaison non paramétriques. Des tests de Wilcoxon - Mann - Whitney (données d'échantillons appariées) ont été réalisés pour chaque distance et pour chaque type de participant afin de comparer les enchères moyennes par groupe.

Les tests sont construits sur la base des hypothèses suivantes :

a) Dans le traitement « ville américaine »

- H0 : pour toute distance d, l'enchère moyenne des participants X est égale à l'enchère moyenne des participants Y,
- H1 : Pour les distances les plus faibles, l'enchère moyenne des participants X est supérieure à l'enchère moyenne des participants Y.

b) Dans le traitement « ville européenne » :

- H0 : pour toute distance d, l'enchère moyenne des participants X est égale à l'enchère moyenne des participants Y,
- H1 : Pour les distances les plus faibles, l'enchère moyenne des participants X est inférieure à l'enchère moyenne des participants Y.

Les résultats des tests de Wilcoxon-Mann-Whitney sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau 3.3.a. Probabilités critiques des tests de Wilcoxon par distance, types X vs types Y pour les distances faibles

Distance au CBD	1	2	3	4	5
Traitement					
Ville US	0***	0***	0***	0***	0***
Ville euro.	0***	0***	0***	0***	0,012**

NB : *** : $p < 0,01$; ** : $p < 0,05$; * : $p < 0,1$.

Tableau 3.3.b. Probabilités critiques des tests de Wilcoxon par distance, types X vs types Y pour les distances élevées

Distance au CBD	6	7	8	9	10
Traitement					
Ville US	0***	0***	0,01**	0,02*	0***
Ville euro.	0,1*	0,08	0,20	0,53	0,41

NB : *** : $p < 0,01$; ** : $p < 0,05$; * : $p < 0,1$.

Les tests sont très significatifs pour les distances les plus faibles, mais la probabilité critique tend à s'accroître avec la distance, spécialement dans le traitement « ville européenne ». Une explication purement statistique existe pour ce résultat, dans la mesure où le nombre d'enchères n'est pas identique selon la distance. Les observations sont très nombreuses pour les faibles distances et deviennent de moins en moins nombreuses au fur et à mesure que la distance augmente⁶.

Un autre résultat expérimental est **que les enchères réalisées par les participants « pauvres », i.e., de type X, ne sont pas identiques selon les traitements**, ce qui n'est pas en cohérence avec le modèle théorique.

L'évidence pour ce résultat passe encore par des tests non paramétriques de comparaison, cette fois de Mann-Whitney, les données d'échantillon n'étant pas appariées. La construction des tests suit la logique suivante :

- H0 : pour toute distance d, l'enchère moyenne des participants X dans le traitement « ville américaine » est égale à l'enchère moyenne des participants X dans le traitement « ville européenne »,
- H1 : pour toute distance d, l'enchère moyenne des participants X dans le traitement « ville américaine » est inférieure à l'enchère moyenne des participants X dans le traitement « ville européenne ».

Le fait d'utiliser un test unilatéral permet de tester une conjecture que nous faisons, à savoir que dans un environnement concurrentiel plus fort, comme dans le cas de la ville européenne⁷, les enchères des participants pauvres devraient être plus élevées.

Tableau 3.4.a. Probabilités critiques des tests de Mann-Whitney par distance, types X pour les distances faibles

Distance au CBD	1	2	3	4	5
Type X	0***	0***	0***	0***	0***

NB : *** : $p < 0,01$; ** : $p < 0,05$; * : $p < 0,1$.

⁶ Il faut rappeler que chaque participant gagnant est éliminé du processus d'enchères de manière séquentielle. Donc, il y a 8 enchères dans l'étape 1, puis 7 dans l'étape 2, etc.

⁷ Le fait de supposer que la concurrence est plus rude dans le traitement « ville européenne » vient simplement du fait que les différences entre les dotations des participants X et Y sont plus marquées que dans le traitement « ville américaine ». Comme le jeu est de connaissance commune, cela pousse les participants X à surenchérir dans ce traitement pour tenter de gagner les localisations les plus centrales.

Tableau 3.4.b. Probabilités critiques des tests de Mann-Whitney par distance, types X vs types Y pour les distances élevées

Distance au CBD	6	7	8	9	10
Type X	0***	0***	0,01***	0,02*	0***

NB : *** : $p < 0,01$; ** : $p < 0,05$; * : $p < 0,1$.

Un dernier résultat concerne la frontière de la ville. Il faut rappeler que, dans notre design expérimental, cette frontière est endogène dans la mesure où elle dépend de l'issue du processus d'enchères et de la taille des lots obtenue par les gagnants. D'un point de vue théorique, la fonction d'enchères étant la courbe enveloppe des fonction d'enchères des participants pauvres et des participants riches, la frontière de la ville devrait être située au même endroit, ce quel que soit le traitement.

Ce n'est précisément pas le cas. Dans le traitement « ville américaine » la ville est plus étalée que dans le traitement « ville européenne ». La taille de la ville américaine est donc plus importante que celle de la ville européenne.

L'évidence empiriques est encore procurée par un test de Wilcoxon. La frontière théorique étant identique entre le traitement « ville européenne » et « ville américaine », on compare l'enchère moyenne observée à cette distance qui représente la frontière théorique. Si les enchères sont identiques selon les traitements, la taille de la ville est la même. Si l'enchère à la frontière théorique est plus faible dans le traitement « ville européenne » que dans le traitement « ville américaine », cela signifie que les participants accordaient plus d'utilité aux localisations les plus lointaines dans le traitement « ville américaine ». Le test de comparaison sur l'enchère moyenne à la frontière est rejeté à 1% ($p=0,0000$ ***).

Ce dernier résultat est cohérent avec la littérature empirique qui montre que les villes américaines sont nettement moins compactes que les villes européennes ou asiatiques. Toutefois, cette différence de taille pouvait venir de préférences des ménages différentes selon les régions du monde concernées. Dans notre expérimentation, cette explication ne peut être invoquée, puisque les préférences sont identiques pour un type particulier de participant (pauvre ou riche).

3.5. Éléments de conclusion

En termes de politiques publiques et d'aide à la décision, **cette expérimentation met en évidence que le coût du transport est un déterminant fort des choix de localisation.** Certaines conclusions intéressantes peuvent être tirées en termes de décisions publiques. Par exemple, la mise en place d'un péage urbain uniforme ne considérant pas les catégories de revenus conduirait à augmenter le coût du transport pour les ménages ayant les plus faibles revenus plus fortement que les ménages à hauts revenus. En conséquence, selon le type de ségrégation spatiale existant d'ores et déjà, les effets du péage peuvent être anti-redistributifs. Dans une configuration où les périphéries sont constituées de ménages plus pauvres, un péage de type cordon ne changerait pas nécessairement cette configuration tout en poussant potentiellement à la hausse les rentes foncières pour les localisations résidentielles les plus centrales. Dans une configuration urbaine à l'américaine, un péage d'accès au centre s'il reste modéré pourrait avoir des effets redistributifs d'un point de vue économique tout en n'affectant pas significativement l'équilibre des localisations. Toutefois, s'il est trop élevé, il pourrait pousser les ménages les plus riches à rechercher les localisations plus centrales en rejetant une partie de la population pauvre en dehors des centres villes.

Chapitre 4. Ville compacte, politique de densification et coût social des transports

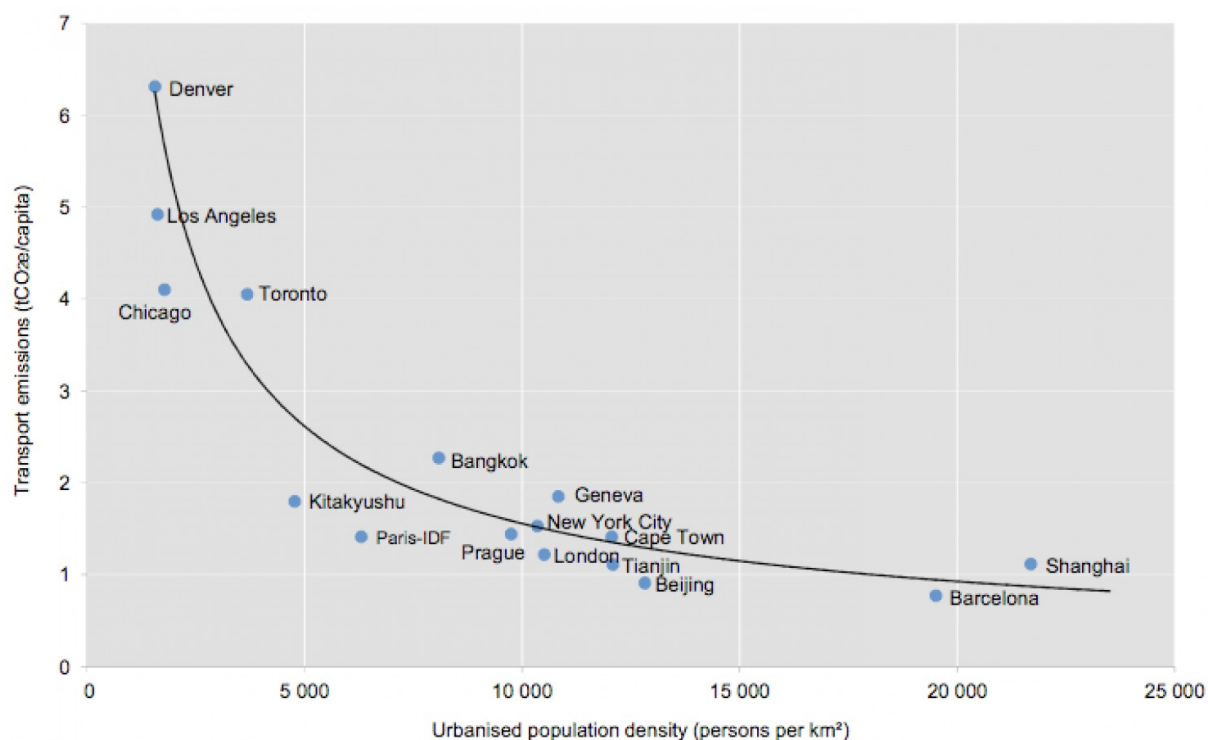
Laurent Denant-Boemont (CREM et Université de Rennes)

Carl Gaigné (SMART LERECO-INRA)

4.1. Introduction

Une des conséquences de l'étalement urbain est l'augmentation des distances moyennes de transport (Anas et al., 1998 ; EEA, 2006). Dès lors, même si la demande de transport était peu élastique, cela conduit nécessairement à une augmentation des coûts externes dus au transport, en particulier ceux dus à l'émission de polluants locaux et globaux (Sierra Club, 1998; Brueckner 2001; Glaeser and Khan, 2003). Un fait stylisé bien connu est qu'il existe une relation inverse assez nette entre densité de population et émissions de GES par habitant, comme le montre le graphique ci-dessous.

Figure 4.1. Relation entre densité de population urbaine et émissions de GES par habitant, quelques grandes villes dans le monde



Source : EEA (2009).

Une des réponses à ce problème, fréquemment discutée depuis quelques années par les aménageurs, est de promouvoir la ville compacte, caractérisée par des densités de population plus élevées afin de limiter le phénomène d'étalement urbain. Cet objectif peut être atteint en renforçant par exemple le soutien de l'offre immobilière dans les centres villes en privilégiant l'augmentation des hauteurs de construction (Bertaud and Brueckner, 2005) ou encore en limitant la taille des habitations. In fine, l'objectif de ces politiques publiques est d'aboutir à une ville compacte (Growling Cooler, 2008). Par exemple, en 2009, le Secrétaire d'Etat au Transport Ray La Hood a déclaré que les aires métropolitaines des USA devaient adopter des politiques de développement compact de manière « à faire sortir les gens de leurs voitures »⁸. Cette réflexion sur la ville compacte a été renouvelée récemment sous l'appellation de *Smart Growth*. Comme l'explique Downs en 2005, les caractéristiques indésirables de l'étalement

⁸ Traduction sans doute un peu littérale de « *coerce people out of their cars* ».

urbain sont nombreuses et les politiques de « smart growth » visent à en circonscrire les effets les plus dommageables.

Des dispositifs de politiques publiques ont en effet été construits sur la base de ces constats, et détaillés par exemple dans un rapport de l'OCDE (2012). Par exemple, en France ou au Japon, des bonus économiques afférents à la densification de l'habitat ont été instaurés (Grenelle de l'environnement en France, code de l'Urbanisme art. L 123-1-5), ou encore des pénalités financières pour des densités trop faibles (loi de finances rectificative pour l'année 2010). Au Japon, par exemple pour l'agglomération de Toyama, des subventions à la densité ont été mises en place (OECD, 2012). En Grand-Bretagne, le *London Planning Advisory Committee*, en charge de la conception du plan de développement des transports et de l'urbanisme dans le grand Londres, a fixé des contraintes de densité minimales pour accepter de nouveaux projets immobiliers. Par ailleurs, à côté de ces dispositifs réglementaires fiscaux ou juridiques cherchant à promouvoir des densités de construction plus élevées, une autre pratique, visant le même objectif, a consisté à déterminer des ceintures vertes ou des frontières urbaines explicites (Comme Rennes, la première ville en France, à définir cette ceinture verte, ou Paris un peu plus tard), que ce soit en Grande-Bretagne ou au Danemark. Bien évidemment, cet outil peut aussi s'agrémenter de zoning, un des éléments poussant au développement de la mobilité étant la spécialisation des différentes zones urbaines de la ville par grande fonction (commerciale, d'emploi, résidentielle, tertiaire, etc.).

Ces politiques de « ville compacte » ne sont pas nécessairement soutenues localement par les propriétaires fonciers, qui peuvent considérer que l'accroissement des densités résidentielles pourrait diminuer la valeur marchande de leurs propriétés foncières. Toutefois, s'il est intuitif de penser qu'un accroissement des densités de logement pourrait aboutir à une diminution des prix fonciers, l'évidence empirique est, comme le rappelle Downs (2005), que les politiques de Smart Growth peuvent également pousser les prix fonciers à la hausse. En effet, comme ces politiques conduisent à raréfier la quantité d'espace disponible (notamment en fixant par exemple une ceinture verte, ce qui empêche l'accès aux terrains dont les prix fonciers sont les plus bas en périphérie), ce qui tend à faire augmenter les prix fonciers. Ce fut le cas de Portland, qui, à partir des années 90, a mis en place une frontière urbaine dans le plan d'aménagement urbain. Les prix du foncier par unité de logement ont fortement augmenté à la suite de cette mesure de politique publique.

Au global, il est possible que l'effet d'augmentation des prix unitaires soit effacé par la diminution de la taille des logements, mais il n'est pas certain que ce soit le cas. Notre étude

permet en partie d'identifier les différents effets en œuvre des politiques de densification et d'isoler les effets sur les prix fonciers.

Du reste, si on conçoit assez aisément que ce type de politique puisse diminuer les coûts de transport privés et sociaux, par la diminution des distances parcourues, il n'est pas certain qu'à la fin elle débouche au final sur une augmentation du bien être des résidents d'une agglomération dans la mesure où les contraintes supplémentaires induites par ces politiques peuvent dégrader le bien être individuel des habitants. En effet, les effets positifs sont d'un côté afférents à la diminution de la pollution et à la diminution des coûts de transport privés. De l'autre côté, des effets négatifs peuvent se produire : diminution de la quantité de logement consommé pour les ménages et, éventuellement, augmentation du prix unitaire du logement⁹. C'est un des résultats principaux de Gaigne et al. (2012) qui développent un modèle théorique de ville monocentrique dans lequel des coûts environnementaux des déplacements sont considérés.

L'expérimentation menée ici a pour objectif de poursuivre cette investigation théorique et d'établir une évidence empirique sur les effets nets en termes de bien être de politiques de densification de l'habitat. Pour ce faire, nous développons un design expérimental dans lequel des participants achètent des logements dans différents quartiers d'une ville, chaque quartier disposant d'une quantité limitée d'espace. Ces demandes de logement s'expriment par des propositions libres de la part des individus qui associent un prix par unité d'espace et une taille souhaitée du logement. L'apurement du marché dans lequel l'offre est définie de manière exogène se fait au moyen d'une enchère au second prix généralisée, avec un certain nombre de contraintes (par exemple, un participant ne peut acheter qu'un seul logement). Nous testons ensuite l'impact sur les comportements d'achat de trois environnements, l'un correspondant à un marché libre, les deux autres correspondant à des politiques plus ou moins restrictives sur la taille maximum des logements qu'il est possible d'acquérir.

⁹ Un dernier effet négatif, qui n'est pas considéré ici, est celui d'une congestion croissante du trafic résultant d'un accroissement des densités de logement, toutes choses égales par ailleurs.

4.2. Modélisation théorique

Le modèle théorique s'appuie sur une représentation de ville monocentrique à la Alonso, dans lequel des ménages homogènes du point de vue des préférences, des revenus et des coûts de transports arbitrent entre des coûts de transport et des coûts de rente foncière (Fujita, 1989). Nous introduisons dans ce modèle une demande endogène de logement et une externalité négative liée aux déplacements domicile-travail pour les ménages se rendant dans le CBD. Nous supposons dans ce qui suit que la ville est constituée d'un seul arc gradué qui part du centre-ville¹⁰

4.2.1. Préférences et demande de logement

Les individus partagent la même fonction d'utilité, de la forme :

$$U(x) = q + \sqrt{h(x)} - \mu E \quad (4.1)$$

Dans laquelle q représente la consommation de numéraire, h la consommation de logement (x représentant comme d'habitude la distance au CBD où sont localisés tous les emplois) et E une externalité négative liée au total des émissions de polluants généré par les déplacements domicile-travail, μ capturant la désutilité de cette pollution.

Comme chaque individu travaille dans le CBD et subit un coût de transport unitaire t , la contrainte budgétaire de chaque salarié peut s'écrire :

$$w = q + \frac{R(x)}{\delta(x)} h(x) + tx \quad (4.2)$$

Où w est le salaire, $R(x)$ la rente foncière par unité de logement et δ la superficie totale de logement disponible en x .

La maximisation de l'utilité sous contrainte donne le niveau de demande de logement qui s'écrit :

$$h(x) = \frac{\delta(x)^2}{4R(x)^2} \quad (4.3)$$

Ce qui implique le niveau d'utilité indirecte suivant :

¹⁰ Ce qui n'est pas le cas dans le modèle théorique général, où $m \geq 1$ arcs de cercle sont considérés.

$$V(x) = w - tx + \frac{\delta(x)}{4R(x)} - \zeta C \quad (4.4)$$

Où C est le total des distances parcourues par les résidents de la ville et ζ un paramètre qui capture à la fois la relation technologique entre les distances et les émissions et également la désutilité des émissions pour chaque ménage¹¹.

4.2.2. Equilibre de localisation et déplacements

Si on suppose que le coût d'opportunité de la terre est $R_A > 0$, le marché foncier va s'équilibrer au point où les niveaux d'utilité sont maximum et équivalents pour tous les salariés, de sorte que l'équilibre foncier est caractérisé par $\partial V(x)/\partial x = 0$. Ceci implique que le niveau d'utilité indirecte retiré par chaque ménage à l'équilibre est égal en tout point x et égal au niveau obtenu en y , la frontière droite de la ville¹², où le niveau d'utilité est :

$$V(y) = w - ty + \frac{\delta(y)}{4R_A} - \zeta C \quad (4.5)$$

La contrainte de population s'écrit, L étant le nombre total de salariés et $l(x)$ la densité de population en x , avec $l(x) = \delta(x)/h(x)$:

$$L = \int_0^y l(x) dx \quad (4.6)$$

A l'équilibre la somme des distances parcourues est égale à :

$$C = \int_0^{y^*} xl(x) dx \quad (4.7)$$

¹¹ En clair, $\zeta \equiv \epsilon \times \mu$, où ϵ est le multiplicateur des distances pour donner le total des émissions de GES et μ la désutilité des émissions de polluants.

¹² Nous supposons ici que l'espace est formé par une demi-ligne dont l'origine est le CBD (situé en $x=0$). Supposer une série de demi-lignes en quantité m ne change strictement rien aux conclusions de statique comparative du modèle théorique.

a) Localisation, déplacements et émissions en l'absence de régulation

Si on suppose que la quantité d'espace δ est constante quelque soit x , alors la rente foncière s'écrit :

$$R^*(x) = \frac{R_A \delta}{\delta - 4t(y - x)R_A} \quad (4.8)$$

Et la demande individuelle de logement est donc :

$$h^*(x) = 4 \left[\frac{\delta}{4R_A} - t(y - x) \right]^2 \quad (4.9)$$

En utilisant l'expression (5.8) afin de résoudre l'équation (5.6), et en utilisant la définition de $l(x)$ (densité en x), on obtient :

$$y^* = \frac{\delta}{4R_A} \frac{L}{R_A + tL} \quad (4.10)$$

Dès lors, en combinant (5.10) avec respectivement (5.8) et (5.9), on obtient les expressions de la rente foncière et de la demande foncière à l'équilibre de localisation :

$$R^*(x) = \frac{R_A + tL}{1 + 4tx(R_A + tL)/\delta} \quad (4.11)$$

$$h^*(x) = 4 \left[\frac{\delta}{4} \frac{1}{R_A + tL} + tx \right]^2 \quad (4.12)$$

La distance totale parcourue par les salariés est :

$$C^* = \frac{\delta}{4t^2} \left[\ln \left(\frac{R_A + tL}{R_A} \right) - \frac{tL}{R_A + tL} \right] \quad (4.13a)$$

L'utilité indirecte obtenue à l'équilibre est :

$$V^* = w + \frac{\delta}{4} (R_A + tL)^{-1} - \zeta C^* \quad (4.13b)$$

b) Régulation faible

A partir du moment où la demande de logement croît avec la distance, une réglementation possible est de définir une quantité maximale de logement comprise entre le minimum demandé, par définition obtenu au CBD en $x=0$, et le maximum demandé, obtenu en $x=y$.

Par conséquent, la demande de logement sera exactement égale à la quantité maximale autorisée en un point particulier de l'espace, \hat{x} .

Dans un premier temps, la frontière de la ville va se rapprocher du CBD, i.e., $y^i > \hat{y}$ puisque la demande de logement va nécessairement être plus grande à la frontière que la quantité maximale autorisée. La frontière de la ville en présence de réglementation, ainsi que le point de l'espace où la demande de logement est égale à la quantité maximale autorisée s'obtiennent, après manipulation, comme étant égaux à :

$$t\bar{x} = \frac{\bar{h}^{\frac{1}{2}}}{2} - \frac{\delta}{4} \left(R_A + \frac{tL}{m} \right)^{-1} \quad (4.14a)$$

$$t\bar{y} = \bar{h}^{\frac{1}{2}} - \frac{R_A \bar{h}}{\delta} - \frac{\delta}{4} \left(R_A + \frac{tL}{m} \right)^{-1} \quad (4.14b)$$

Les rentes foncières, respectivement entre $x=0$ et $x= \hat{x}$ ($R_r(x)$) et entre $x= \hat{x}$ et $x= \hat{y}$ ($R_u(x)$) sont définies par :

$$R_r(x) = \frac{\delta t(\bar{y} - x)}{\bar{h}} + R_A$$

et

$$R_u(x) = \frac{\delta}{4} \left[-t(\bar{y} - x) - \frac{R_A \bar{h}}{\delta} + \bar{h}^{\frac{1}{2}} \right]^{-1}$$

Dans ces conditions, la distance totale parcourue par les salariés sera équivalente à :

$$\bar{C} = \frac{m\delta}{4t^2} \left[\ln \left(\frac{\bar{h}^{1/2}/2}{\bar{h}^{1/2}/2 - t\bar{x}} \right) - 2t\bar{h}^{-1/2}\bar{x} + \frac{2t^2}{\bar{h}} (\bar{y}^2 - \bar{x}^2) \right] \quad (4.15)$$

Et l'utilité indirecte obtenue est égale à :

$$\bar{V} = w + \frac{\delta}{4} \left(R_A + \frac{tL}{m} \right)^{-1} - \zeta C^*$$

c) Régulation forte

Dans ce cas, on suppose que la quantité maximale de logement autorisée est plus faible que la quantité demandée, ce quel que soit x .

La rente foncière est égale à :

$$R(x) = \frac{\delta t(\hat{y} - x)}{\bar{h}} + R_A \quad (4.16)$$

Et la frontière est déterminée par :

$$\hat{y} = \frac{\bar{h}L}{\delta m} \quad (4.17)$$

Le total des déplacements et l'utilité des ménages sont par conséquent déterminés par :

$$\hat{C} = \frac{\hat{y}^2}{2} \frac{m\delta}{\bar{h}} = \frac{\bar{h}L^2}{2\delta m} \quad (4.18)$$

$$\hat{V} = w - t \frac{\bar{h}L}{\delta m} - \frac{R_A \bar{h}}{\delta} + \bar{h}^{1/2} - \zeta \hat{C} \quad (4.19)$$

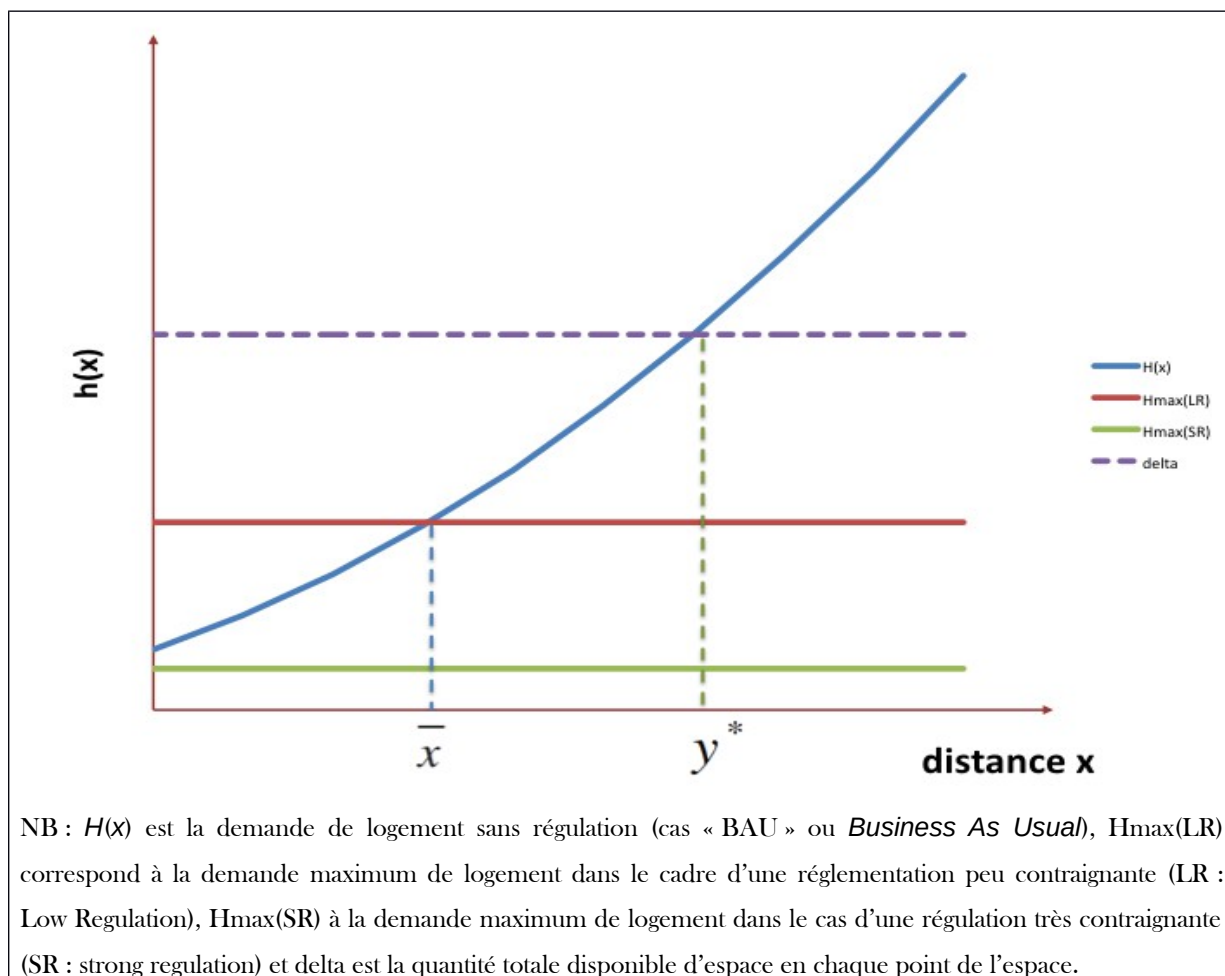
On peut vérifier que plus la régulation est forte, plus la ville devient compacte (la frontière y se rapproche du CBD). Bien évidemment, comme le modèle est à population constante, la croissance des densités de population diminue le total des distances parcourues et, par

conséquent le total des émissions. Dans le cas d'une régulation intermédiaire, la rente foncière n'est pas affectée pour les quartiers les plus centraux, mais décroît fortement à partir d'un certain seuil géographique et ce jusqu'à la frontière de la ville. Dans le cas d'une régulation forte, les rentes foncières sont fortement impactées à la baisse.

4.2.3. Illustration de la statique comparative du modèle

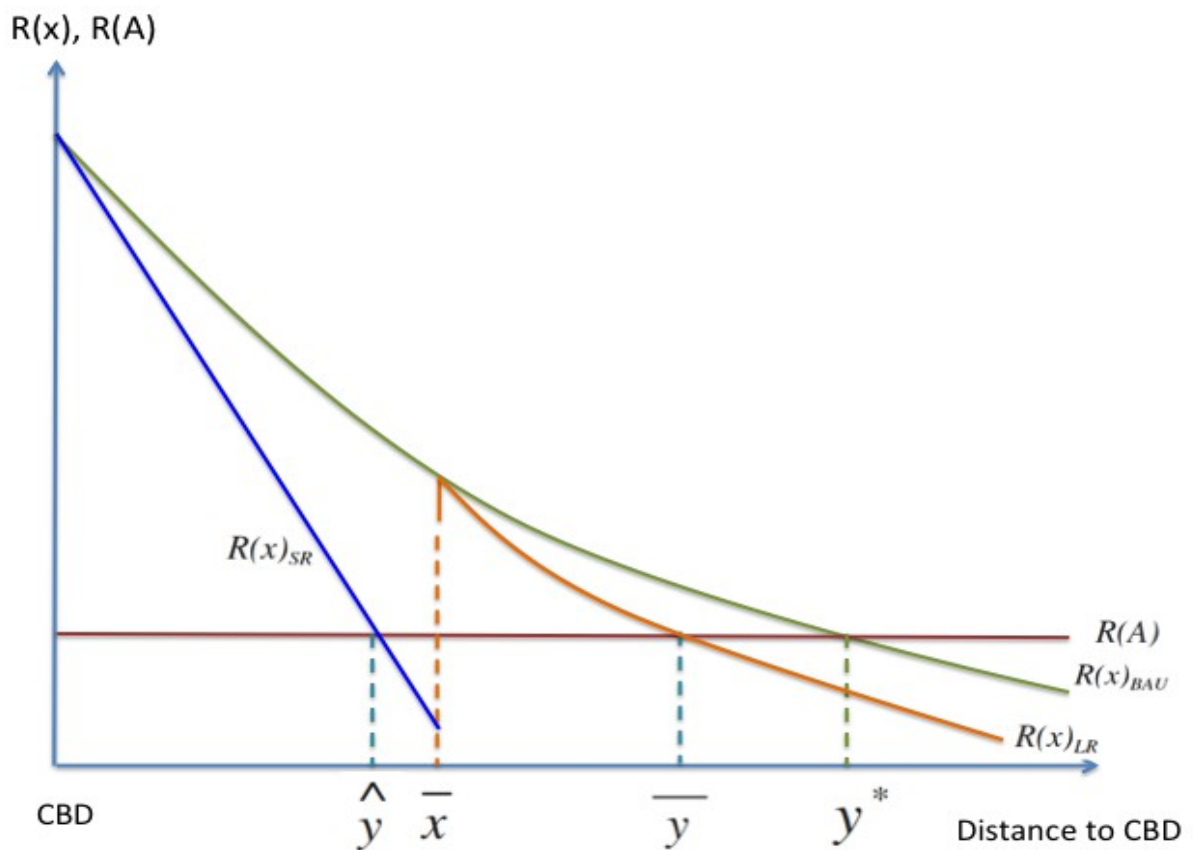
Dans le modèle théorique, la consommation de logement croît avec la distance au centre, sachant qu'une contrainte est posée, celle que le total des consommations de logement en un point X de l'espace soit égal à la surface disponible en X . La mise en place d'une politique de densification va se traduire par une contrainte publique dans laquelle la consommation de logement ne peut dépasser un certain seuil. Nous supposons d'une part que la quantité d'espace disponible par unité d'espace est la même en tout point de l'espace et, d'autre part, que la contrainte publique liée à la politique de densification définit une quantité maximale de logement consommée qui est identique en tout point de l'espace. Dès lors, à partir du moment où la puissance publique va définir le niveau maximum de consommation de logement pour chaque ménage, comme la demande de logement croît avec la distance, deux cas « polaires » peuvent être envisagés. Le premier consiste à définir un niveau de consommation de logement maximal supérieur au minimum potentiellement consommé, le niveau consommé au CBD, et inférieur au niveau maximum possible consommé à la frontière de la ville (cas d'une régulation peu contraignante, ou *Low Regulation*). Le second consiste à définir un niveau de consommation maximal très bas, inférieur au niveau minimum qui serait consommé dans le CBD (*Strong Regulation*). Le graphique suivant illustre le mécanisme de politique publique étudié dans le modèle théorique et l'expérimentation.

Figure 4.2. Evolution de la demande de logement en fonction de la distance au CBD (illustration)



Le point d'intersection entre la demande de logement $H(x)$ et le niveau maximal autorisé va définir un point particulier de la ville à partir duquel la régulation va avoir un impact sur les rentes foncières, dans la mesure où la contrainte sur la quantité de logement va véritablement jouer (elle ne joue pas entre le CBD et \bar{x} par définition). Le graphique suivant illustre l'impact potentiel des différentes réglementations sur la quantité maximale de logement sur la frontière de la ville et sur les rentes foncières.

Figure 4.3. Rentes foncières et caractéristiques de la structure urbaine en présence d'une réglementation sur la quantité de logement



NB : $R(x)$ est le niveau de la rente foncière (unitaire) en x , $R(A)$ est le niveau de la rente agricole (matérialise le coût d'opportunité de l'espace), $R(x)_{BAU}$, le niveau de la rente foncière en absence de réglementation sur la quantité de logement, $R(x)_{LR}$ et $R(x)_{SR}$ respectivement la rente foncière dans le cas d'une réglementation peu contraignante et la rente foncière dans le cas d'une réglementation très contraignante, y^* la frontière de la ville en l'absence d'une régulation des quantités de logements, \bar{y} la frontière de la ville dans le cas d'une réglementation peu contraignante (LR), \hat{y} la frontière de la ville dans le cas d'une réglementation très contraignante (SR).

L'impact d'une réglementation dépend bien évidemment de son niveau. Dans le cas d'une réglementation « médiane » (i.e., une consommation maximale de logement comprise entre le minimum consommé spontanément au CBD et maximum consommée à la frontière de la ville), la rente n'est pas impactée dans les quartiers les plus centraux tant que la contrainte n'est pas effective pour les ménages, c'est-à-dire jusqu'au point \hat{x} . A partir de cette limite géographique, la contrainte implique réellement une augmentation des densités dans les quartiers périphériques, ce qui implique une baisse des niveaux de rente foncière par unité de logement. Dans le cas d'une réglementation très forte, dans laquelle la consommation maximale de logement joue pour tous les niveaux potentiels de consommation de logement, donc pour tous les quartiers, y compris les plus centraux, la rente foncière est abaissée en tout point de l'espace, ce qui implique nécessairement que la frontière de la ville se déplace vers la gauche, donnant une ville extrêmement compacte (matérialisée par \hat{y} sur le graphique). Par ailleurs, à partir du moment où la ville devient plus compacte au fur et à mesure que la réglementation sur la quantité maximale de logement devient plus contraignante, le total des distances parcourues au titre des déplacements domicile-travail diminue, la population étant constante.

4.3. Design expérimental

4.3.1. Le principe du jeu

La ville dans laquelle 15 participants doivent acquérir un logement est composée de 9 quartiers, le quartier 0 représentant le CBD dans lequel les emplois sont localisés (ville monocentrique).

Dans chaque quartier, la quantité d'espace disponible est bornée, et limitée à 5 unités. Un participant qui réussit à acheter au moins une unité de logement dans un des 9 quartiers dans lequel il est possible d'acheter (y compris le CBD, soit du quartier 0 au quartier 8) reçoit un salaire (30 points) ainsi qu'une utilité afférente à la quantité de logement achetée. Le gain en points est d'autant plus important que la quantité de logement achetée est élevée, mais la fonction de gain est convexe, traduisant le phénomène habituel d'utilité marginale décroissante. A ces gains obtenus en cas d'achat de logement doivent être soustraits des coûts, à savoir le prix d'achat du logement mais également les coûts de transports. Ces coûts de transport sont composés d'un coût privé, qui dépend de la localisation finale du logement acheté, et d'un coût

externe supporté par chaque participant, qui est une fonction linéaire croissante du total des distances parcourues par les acheteurs de logement.

Si un participant ne parvient pas à acquérir de logement, il obtient une utilité de réserve, mais n'obtient ni salaire ni gain attaché à la consommation de logement. Par ailleurs, il ne subit pas de coût de transport privé, mais subit la part externe des coûts de transport.

Les propositions d'achat sont faites simultanément et secrètement par tous les participants sur tous les quartiers de localisation possibles. Chaque proposition consiste à demander une certaine taille de logement ainsi qu'un prix d'achat par unité de taille.

Figure 4.4. Capture de l'écran de choix des participants (enchère proposée par unité et quantité demandée) sous le client ZLEAF, LABEX-EM

Quartier	Prix proposés	Quantités demandées (entre 1 et 5)
0	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Après avoir collecté les 135 (15 x 9) propositions, l'ordinateur attribue les logements et fixe les prix d'achat finalement payés en appliquant une logique d'enchère de second prix généralisée,

le nombre d'enchérisseurs étant supérieur à 2 et la quantité de biens consommée étant supérieure potentiellement à 1 pour le(s) gagnant(s).

Le fait d'avoir une enchère au second prix garantit que les propositions de prix soit suffisamment révélatrices des dispositions à payer réelles des acheteurs (Kagel and Roth, 1993).

4.3.2. Le prix d'achat des logements et l'enchère de second prix

Un exemple simple permet d'expliquer le fonctionnement de l'algorithme utilisé pour déterminer les prix d'achat unitaires payés par chaque acheteur.

Supposons que la quantité disponible totale de biens soit de 5 unités et que 6 participants aient fait les propositions suivantes (voir tableau 5.1. ci-dessous, colonne 2, chiffres situés à gauche) :

Tableau 4.1. Exemple de détermination du prix d'achat dans une enchère de second prix

Identité du participant	Quantité de logement demandée	Prix d'achat unitaire proposé
A	3 (5) (1)	50
B	2 (5) (1)	40
C	2 (5) (1)	30
D	1 (5) (1)	20
E	2 (5) (1)	10
F	1 (5) (1)	5

Dans l'exemple ci-dessus, comme seules 5 unités de bien sont disponibles, seuls les acheteurs A et B peuvent être servis : ils sont retenus dans la mesure où ils proposent le prix unitaire le plus élevé et où leur demande totale est compatible avec l'offre disponible.

Le principe de détermination des prix d'achat est le suivant : un gagnant paye le prix d'achat proposé par les perdants, leurs propositions de prix étant classées par rang décroissant. D'un point de vue économique, comme cela est expliqué par Krishna (2002), l'idée de base est que le prix payé par un gagnant correspond à l'utilité perdue par les perdants.

Toujours en raisonnant dans le cadre de cet exemple, le premier perdant est le participant C. Il faut noter que si le participant A n'avait pas existé (ou avait proposé un prix d'achat inférieur à celui proposé par C), c'est ce participant qui aurait gagné le droit d'acheter 2 unités de

logement (qu'il demandait). Par ailleurs, le participant D est le second perdant dans l'ordre des propositions. Il faut noter que si le participant A n'avait pas existé (ou proposé un prix d'achat plus bas que celui proposé par le participant D), ce participant D aurait pu être servi (ainsi que B et C).

En conséquence, le prix d'achat payé par le premier gagnant (A) va consister à pondérer les prix d'achats proposés par les perdants à concurrence des unités que ces perdants demandaient.

Pour le participant A, le prix d'achat total pour les trois unités de logement gagnées est égal à :

$$PA(A) = (2 \times 30) + (1 \times 20) = 80$$

Pour le participant B, la même logique s'applique, et son prix d'achat total est :

$$PA(B) = (2 \times 30) = 60$$

A l'issue de ce processus d'enchères, les 5 unités d'espace sont attribuées aux deux plus hauts enchérisseurs, et les 4 enchérisseurs restants sont perdants.

Si on modifie légèrement l'exemple, en supposant que les propositions de prix d'achat restent inchangées, mais que chaque participant demande 5 unités (voir colonne 2 du tableau 5.1., chiffre central), les résultats finaux sont bien évidemment radicalement différents. Dans ce cas, seul le participant A, qui a fait la proposition la plus élevée, est gagnant puisque seules 5 unités d'espace sont disponibles. Comme le premier perdant, le participant B, demande également 5 unités, le prix payé par A est :

$$PA(A) = 5 \times 40 = 200$$

Enfin, supposons que les propositions de prix restent identiques, mais que les quantités demandées soient toutes égales à 1 (voir tableau 5.1., colonne 2, chiffre à droite). Dans ces conditions, les 5 participants ayant les propositions de prix les plus élevées gagnent le droit d'acheter une unité de bien (à savoir les participants A, B, C, D et E) et payent le prix du premier perdant, soit le participant F, soit 5 points.

Une partie essentielle des instructions a consisté à expliquer ce mécanisme complexe d'enchère au second prix généralisée.

4.3.3. Les gains expérimentaux

A l'issue de la détermination des gagnants, des perdants et des prix d'achat pour chaque acheteur, le gain d'un participant ayant réussi à acheter des biens est calculé comme suit pour une période donnée de jeu :

$$\text{Gain de l'achat (participant } i) = 30 + \text{Utilité en points fonction du nombre d'unités de logement achetées} - \text{prix d'achat logement} - 0.5 \times (\text{distance quartier de logement au Quartier 0}) - 0.5 \times (\text{total des distances parcourues par tous les acheteurs})$$

Les utilités afférentes aux quantités achetées sont données dans le tableau suivant :

Tableau 4.2. Gains afférents aux quantités de logement finalement achetées

Quantité de logement gagnée	1	2	3	4	5
Gain en points	10	30	40	45	48

Pour les participants n'ayant pas acheté de logement, leur gain est déterminé de la manière suivante :

$$\text{Gain (participant } i \text{ si non achat)} = 5 - 0.5 \times (\text{distances totales parcourues par tous les acheteurs})$$

Bien évidemment, tout cela était parfaitement transparent pour les participants, ainsi que les instructions expérimentales versées en annexe l'attestent.

4.3.4. Les traitements expérimentaux

Dans tous les traitements testés, la quantité d'espace disponible était de 5 unités pour chaque quartier de localisation possible (soit $9 \times 5 = 45$ unités de logement disponibles pour les 15 participants).

Dans le traitement *benchmark* (« Urban Boundary »), la seule contrainte imposée aux participants est qu'il existe une frontière de la ville (ici 9 quartiers d'achat possibles) et qu'il n'est pas possible de demander plus que l'espace disponible dans chaque quartier disponible, soit 5 unités. Dans le traitement « *régulation forte* », la quantité maximale qu'il est possible de demander pour chaque acheteur est d'une seule unité, alors que, dans le traitement « *régulation faible* », cette quantité maximale est de trois unités, ces deux traitements conservant la frontière exogène de la ville à $y=8$.

En terme de design expérimental, le choix a été de conduire un design *within-subject*, ce qui signifie que chaque participant a été confronté à deux traitements l'un à la suite de l'autre. Plus précisément, 6 groupes de participants ont été confrontés à l'ordre « *régulation forte* » puis « *BAU* », 5 groupes confrontés à l'ordre « *régulation forte* » puis *régulation faible*, et enfin 2 groupes confrontés à l'ordre « *BAU* » puis « *régulation forte* » (soit 195 participants¹³).

Nous avons jugé bon de commencer le plus souvent possible par le traitement « *régulation forte* » car, au vu de la complexité potentielle des choix à effectuer (interaction avec 14 autres participants, avec des propositions d'achat à deux dimensions), le traitement « *régulation forte* » présentait l'avantage de comporter des propositions d'achat à une seule dimension, puisqu'elle ne concernait qu'un prix d'achat. Dès lors, ce traitement était normalement plus simple en termes cognitifs que les traitements qui introduisaient la seconde dimension des propositions d'achat, à savoir les tailles de logement. Par ailleurs, pour garantir une bonne compréhension de la situation, nous avons commencé par trois périodes d'essai au début de l'expérience, consécutives à une série de questions de compréhension autour du calcul des gains individuels. En dehors de ces trois périodes d'essai, chaque traitement a été répété à 7 reprises, ce qui fait que chaque participant a répété une situation d'interaction à 14 reprises (+ 3 périodes d'essai).

¹³ La mise en œuvre de cette expérience complexe a également impliquée une série de pilotes plus conséquente que l'habitude. Nous avons réalisé 5 sessions pilotes avec incitations monétaires de 15 participants, soit 75 personnes au total, pour s'assurer de la compréhension de notre design et de la situation de jeu. Le principe était rigoureusement le même que celui décrit plus haut, si ce n'est que les participants pouvaient choisir d'acquérir jusqu'à 100 unités de logement au plus (au lieu de 5 dans la version finale de l'expérimentation). Nous avons jugé, au vu des remarques des participants que le jeu pouvait être simplifié en restreignant l'univers des choix de manière assez drastique. Mais, au global, cette expérimentation aura donc mobilisé en fait $195+75=270$ participants.

4.3.5. Prédiction théorique

Si on reprend le modèle théorique présenté ci-dessus, l'effet de la réglementation n'est pas ambigu du point de vue des déplacements et des limites de la structure urbaine : le total des déplacements doit s'abaisser et l'étalement des localisations résidentielles doit être moins prononcé.

Par ailleurs, l'effet sur les rentes foncières est clair : la réglementation abaisse le niveau des rentes foncières, tout en abaissant le niveau de consommation de logement pour chaque ménage, ce qui diminue son utilité.

Toutefois, dans le cadre de notre jeu de localisation, les prédictions théoriques sont légèrement différentes. En effet, en fixant la frontière de la ville dans le traitement 1 (9 quartiers sont disponibles) sans réglementer la quantité de logement maximale par participant, la concurrence sur les localisations va avoir comme conséquence d'exclure certains participants de la ville qui ne pourront dès lors pas y résider (c'est-à-dire ni y loger ni y travailler).

En effet, dans le traitement Benchmark, la frontière est fixée de manière exogène¹⁴, et le nombre de quartiers étant plus faible que le nombre de participants, si les participants logés obtiennent tous une superficie égale à la quantité disponible dans chaque quartier, le nombre de ménages logés est de 9 et les ménages exclus de la ville sont au nombre de 6. La distance totale parcourue est dans cette configuration de 36 ($0 + 1 + \dots + 8$). Par contre, dans le traitement « *weak regulation* », il existe différentes configurations d'équilibres de localisation dans laquelle le nombre de ménages exclus est plus faible.

Si par exemple chaque ménage consomme le maximum de superficie autorisée, le nombre de ménages logés est comme dans le traitement benchmark est de 9, et le total des distances de 36.

Toutefois, si, au sein de chaque quartier, 2 ménages sont logés (par exemple, si un participant A consomme 3 unités de logement et un autre participant B consomme 2 unités de logement, la contrainte totale étant saturée), alors le total des distances domicile-travail est de 49. Dès lors il existe de nombreuses configurations de coordination des participants qui donnent un total de distance supérieur au total des distances à l'équilibre dans le traitement benchmark.

Cette augmentation du total des distances est donc un effet pervers d'une réglementation trop ou contraignante sur les superficies : la réglementation diminue les surfaces par ménage, mais

¹⁴ De manière plus explicite, cela implique que dans l'expérience, la ville n'est pas une ville ouverte dans laquelle la contrainte de population est toujours respectée, mais une ville close (Voir Brueckner, 1987). Le modèle théorique ci-dessus décrit quant à lui bien une ville dans laquelle la contrainte de population est toujours respectée.

diminue également le nombre de ménages exclus de la ville (celle-ci étant close par l'introduction d'une frontière verte). Par conséquent, les distances moyennes parcourues diminuent mais comme la population logée augmente, le dernier effet l'emporte sur le premier, donnant lieu à une augmentation des distances totales parcourues dans la ville et donc des émissions de polluants.

A contrario, dans le traitement « *strong regulation* », la contrainte de superficie maximum étant très forte, l'effet population est dominé par l'effet de diminution des distances moyennes : toute la population est logée, mais la distance moyenne est très faible dans la mesure où les 15 ménages sont logés dans les trois premiers quartiers les plus proches du CBD. Le total des distances est dans cette configuration de 15.

Le tableau ci-dessous donne les principales prédictions théoriques dans chaque traitement expérimental.

Tableau 4.3. Prédictions théoriques dans les différents traitements

Variable d'intérêt	y	$R(0)$	$R'(\cdot)$	$H(0)$	$H'(\cdot)$	C	V
Traitement expérimental							
Benchmark (frontière fixée)	8	10,1	-0,58	4,26	+ 0,02	46,1	45,5
Régulation faible (frontière fixée + superficie max de 3)	8	12,5	-5/6	3	+ 0	67,5	28,75
Régulation forte (frontière fixée + superficie max de 1)	2	12,5	-2,5	1	+ 0	22,5	26,25

NB : y est la frontière de la ville, $R(0)$ est le niveau de la rente foncière unitaire au CBD, $R'(\cdot)$ est la pente de la fonction d'enchères, $H(0)$ est le niveau de demande de logement par ménage au CBD, $H'(\cdot)$ est la pente de la demande de logement, C est le total des distances parcourues et V l'utilité indirecte obtenue par chaque ménage logé à l'équilibre.

La colonne donnant le total des distances parcourues montre bien l'effet potentiellement pervers d'une réglementation trop peu contraignante des superficies couplée à une politique de frontière « verte » trop restrictive sur les émissions et les coûts de transports, ceux-ci augmentant. Par ailleurs, le niveau de bien être diminue quand la réglementation devient plus

restrictive, l'effet de diminution des quantités de logement consommées l'emportant sur les autres effets potentiellement positifs des réglementations (baisse des coûts de transport et des émissions et surtout baisse des rentes foncières).

4.4. Résultats expérimentaux

4.4.1. Les sessions expérimentales

Le tableau ci-dessous retrace les différentes sessions réalisées, pour un total de 195 participants, au sein du LABEX-EM de l'Université Rennes 1 entre octobre et novembre 2014.

Tableau 4.4. Sessions expérimentales et conditions

Nombre de sessions	Nombre de sujets	Traitement lors de l'étape 1	Traitement lors de l'étape 2
6	90	Régulation forte	Benchmark
5	75	Régulation forte	Régulation faible
2	30	Benchmark	Régulation forte

D'un point de vue expérimental, compte tenu de la complexité du jeu, nous avons décidé de commencer l'essentiel des sessions par le traitement le plus simple du point de vue du participant. Ce traitement est celui qui correspond à une régulation forte (superficie maximale de 1 unité), ce qui a l'avantage du point de vue du participant de ne faire que le choix du prix proposé pour chaque quartier. Tous les autres traitements impliquent en effet de choisir des couples (quantités demandées, prix par unité demandée proposé) et ce dans le cadre d'une compétition dans laquelle les 15 participants interagissent. Comme cela implique nécessairement un potentiel effet d'ordre, nous avons contrôlé cet effet d'ordre en organisant deux sessions dans lesquelles le traitement « régulation forte » était en seconde étape.

4.4.2. La frontière des villes et les déplacements

La frontière de la ville est définie par la distance x telle que la rente agricole est égale à la rente foncière unitaire dans le modèle théorique. Du point de vue théorique, cette frontière correspond simplement au dernier quartier dans lequel des consommations de logements sont

observées. Si, par exemple, lors d'une période donnée, le dernier participant gagnant (i.e., qui a pu acheter des quantités de logement) est localisé dans le quartier 4, alors la frontière de la ville au cours de cette période, et pour ce groupe de participants, est égale à 4.

Le modèle théorique prédit que la frontière devrait se rapprocher du CBD au fur et à mesure que la réglementation sur les quantités maximales de logement devient contraignante. Par ailleurs, un résultat concomitant à cette prédiction théorique est que le total des distances parcourues doit également s'abaisser avec le niveau de réglementation, dans la mesure où la frontière de la ville devient plus proche du centre ville dans lequel tous les emplois sont localisés. Le tableau suivant donne quelques statistiques sur les distances agrégées parcourues et sur les frontières dans chaque traitement expérimental.

*Tableau 4.5. Frontières et distances parcourues selon les traitements
(périodes d'essai exclues)*

Traitement	Variable	Frontière moyenne (écart-type)	Moyenne du total des distances parcourues (écart-type)
Benchmark		8 (0)	44 (7,1)
Quantité maximum de logement égale à 3 (LR)		8 (0,17)	51 (8,6)
Quantité maximum de logement égale à 1 (SR)		2 (0)	15 (0)

On observe bien un effet des réglementations sur les frontières et les distances parcourues, mais l'effet observé n'est pas en totale conformité avec les prédictions théoriques du modèle. En l'occurrence, une réglementation très contraignante réduit drastiquement les distances parcourues par les participants ainsi que l'extension de la structure urbaine, mais une réglementation intermédiaire génère un effet nul voire faiblement négatif : les distances s'allongent un peu et la frontière reste proche de celle obtenue en l'absence de réglementation sur les superficies des logements (quartier 8). La ville la plus compacte est obtenue bien évidemment dans le traitement où la régulation est la plus contraignante.

4.4.2. Les rentes foncières et les enchères observées

Si on se réfère aux prédictions théoriques, l'introduction d'une réglementation sur les densités (i.e., dans notre expérience d'une quantité maximale consommée de logement) doit impacter négativement les rentes foncières, en particulier dans le cas de la réglementation la plus volontariste.

Les résultats des expérimentations montrent deux choses. La première est que, plus la réglementation sur les superficies est contraignante, plus les enchères foncières unitaires sont basses. La seconde est que, plus la réglementation est contraignante, plus la pente de la fonction d'enchères foncière par rapport à la distance est forte. L'évidence expérimentale est donnée ci-dessous, notamment dans le tableau 4.5., qui donne quelques statistiques des prix et des enchères observées.

Tableau 4.6. Statistiques sur les enchères individuelles et les prix unitaires observés

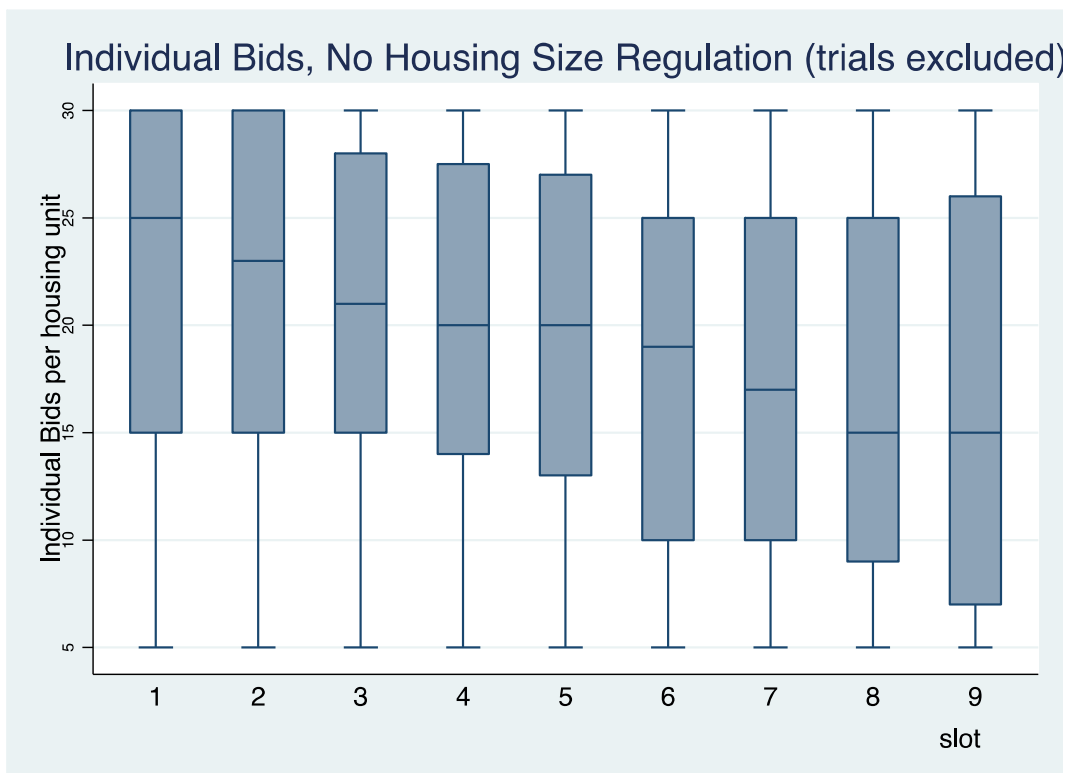
Traitement	Enchères unitaires au CBD	Prix fonciers au CBD	Enchères unitaires	Prix fonciers
Benchmark	21,6 (8,7)	5,98 (0,13)	19,01 (8,7)	4,49 (1,58)
Régulation faible	19,25 (9,6)	5,84 (0,32)	17,1 (9,58)	3,8 (1,97)
Régulation forte	16,74 (9,25)	6,74 (4,68)	13,44 (9,06)	4,10 (3,9)

Les enchères unitaires moyennes diminuent clairement quand le niveau de la réglementation augmente. Ceci est lié aux pentes des fonctions d'enchères qui deviennent plus raides quand le niveau de réglementation augmente. Par contre, contrairement aux prédictions théoriques, le niveau des enchères au CBD diminue quand la réglementation sur les superficies devient plus contraignante (voir graphique 4.3).

Le graphique 4.3 donne la valeur moyenne des enchères foncières proposées par quartier dans les différents traitements expérimentaux.

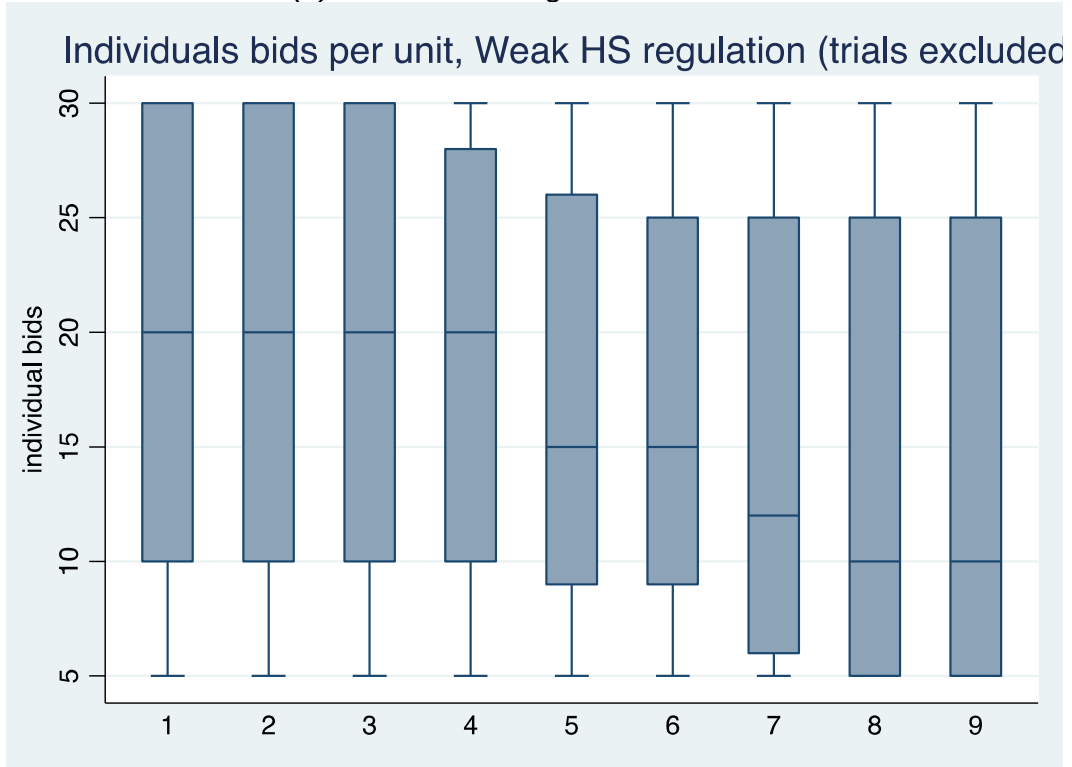
L'effet habituel du modèle monocentrique, à savoir la baisse des rentes foncières unitaire en fonction de la distance au CBD, est observé. Plus fondamental par rapport à l'objet de l'expérimentation, les enchères foncières sont d'autant plus impactées à la baisse que la réglementation sur la quantité maximale autorisée est restrictive.

Figure 4.5. Distributions des enchères foncières proposées par unité de logement en fonction du quartier de logement (box-plots)
(a) Traitement benchmark

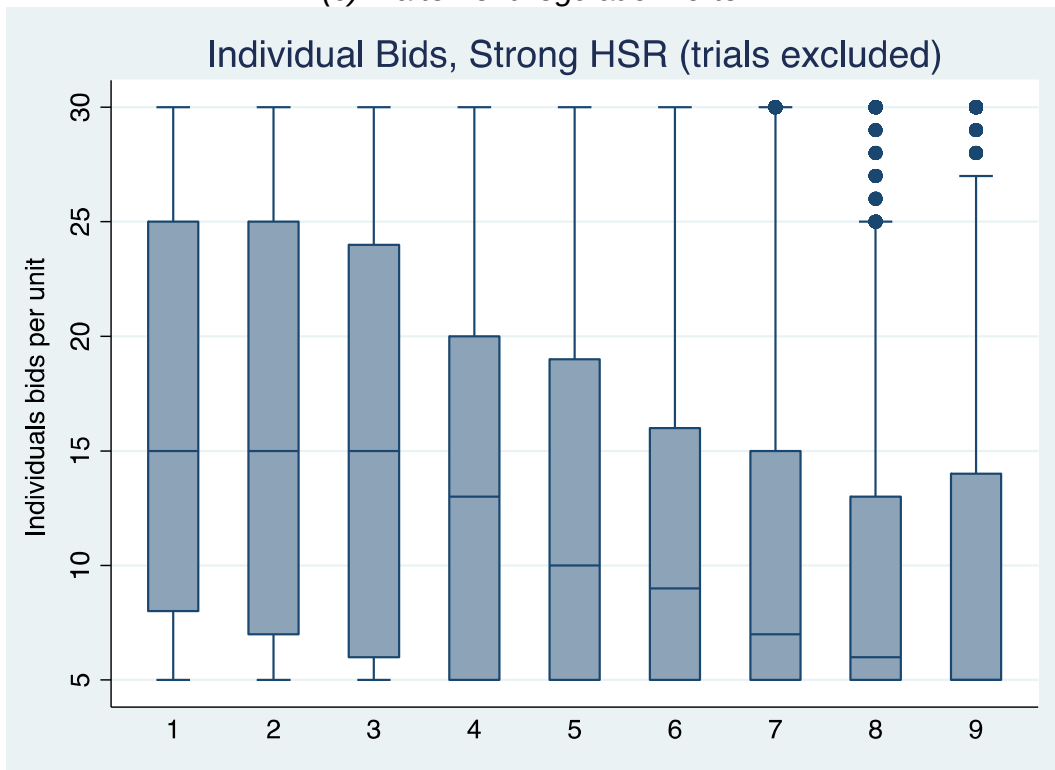


NB : le slot 1 correspond au CBD (distance = 0)

(b) traitement « régulation faible »



(c) Traitement régulation forte



Une analyse économétrique en Tobit sur les prix observés et les enchères individuelles expliquée par la distance et les traitements, tout en contrôlant l'effet de chaque groupe, est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.7. Estimation Tobit sur les enchères unitaires (*bids*) et les prix unitaires observés (*Land rents*)

VARIABLES	(1) Bids	(2) Land Rents
slot	-1.332*** (0.0308)	-0.808*** (0.0093)
group 2	3.148***	1.093***
group 3	5.777***	1.175***
group 4	7.549***	-4.469***
group 5	8.661***	-3.885***
group 6	8.735***	-3.966***
group 7	9.266***	-4.998***
group 8	6.211***	-4.959***
group 9	0.989**	-5.395***
group 10	-0.527	-5.893***
group 11	2.824***	-5.622***
group 12	12.13***	-3.013***
group 13	10.94***	-3.170***
traitement 3	8.220*** (0.261)	3.849*** (0.0596)
traitement 5	6.581*** (0.202)	1.298*** (0.0522)
Constant	12.02*** (0.331)	8.532*** (0.0612)
Observations	29 835	26 955

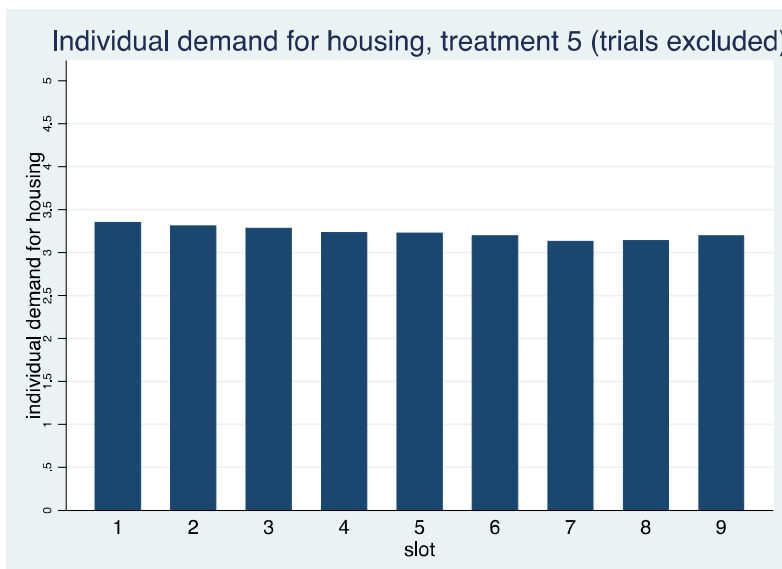
Standard errors in parentheses
 *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

NB : « slot » est la distance au CBD, « traitement 3 » est une *dummy* pour le traitement « régulation faible » et « traitement 5 » une *dummy* pour le traitement benchmark

Les effets de traitement étant contrôlés par l'intermédiaire des variables « traitement 3 » et « traitement 5 », la variable slot joue négativement sur les enchères et les prix payés par les participants.

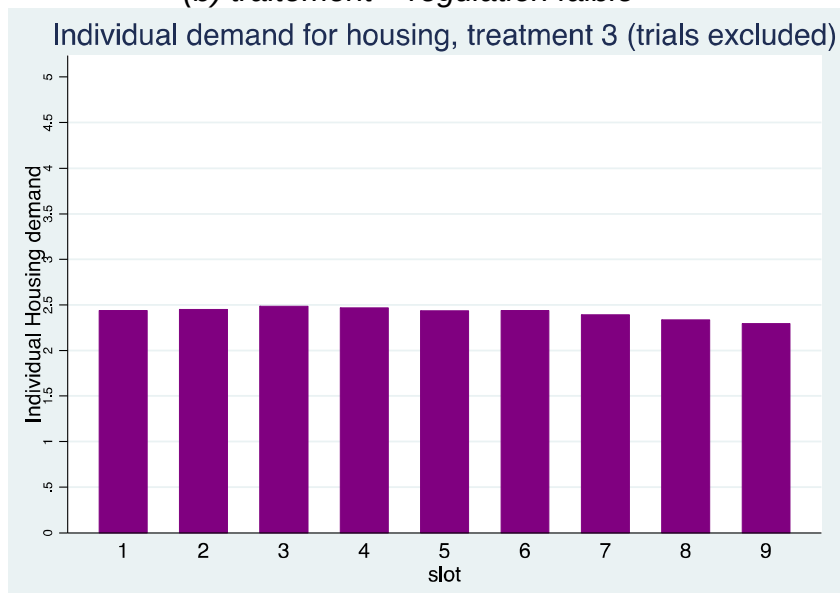
4.4.4. Quantités de logements et densités expérimentales

Figure 4.6. Demandes individuelles de logement en fonction de l'éloignement au CBD par traitement¹⁵
(a) Traitement benchmark



NB : le slot 1 correspond au CBD (distance = 0)

(b) traitement « régulation faible »

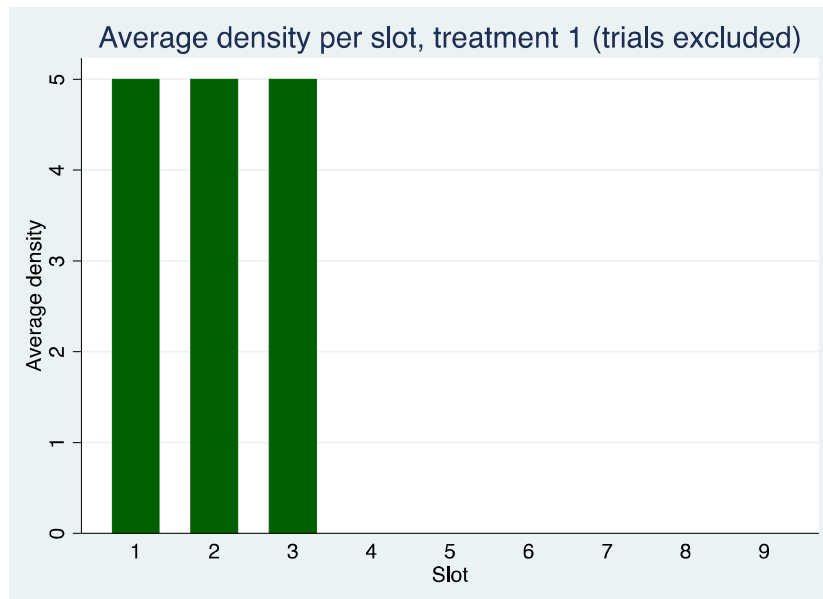


¹⁵ Le traitement « régulation forte » n'est pas représenté car toutes les demandes sont de 1 du slot 0 au slot 2.

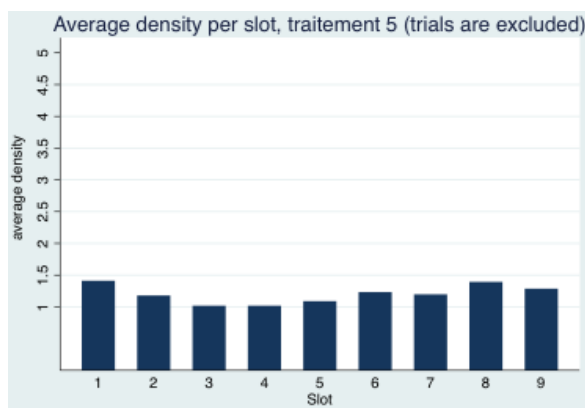
Les densités (voir graphique 5.4) correspondent au rapport entre la surface totale de logement disponible par unité d'espace et les quantités de logement obtenues par chaque participant à l'issue du « clearing » opéré sur le marché foncier. Le graphique suivant donne les densités par quartier pour chaque traitement.

Figure 4.7. Densités des quartiers en fonction traitement

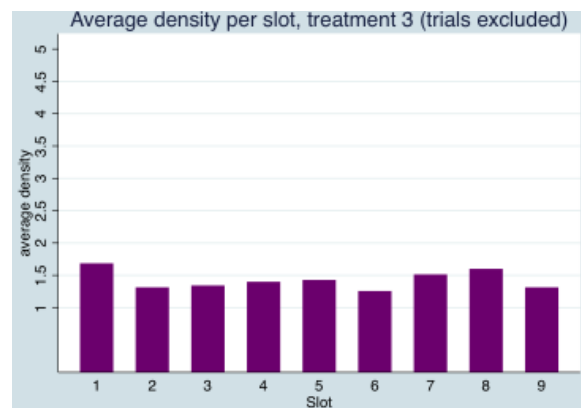
(a) Traitement « régulation forte »



(b) Traitement « benchmark »



(c) Traitement « régulation faible »



Les densités sont particulièrement impactées dans le cas de la réglementation la plus restrictive. Il existe également une différence, plus faible, entre les densités dans le traitement « régulation faible » et le traitement Benchmark. Les densités sont légèrement plus élevées dans le traitement « régulation faible ». Toutefois, il faut signaler que cette différence est intrinsèquement plus faible, non significative, en comparaison de la différence entre le traitement benchmark et le traitement « régulation forte ». Cela vient en partie des choix de calibration retenus dans le design de l'expérience. En effet, dans le traitement LR, la quantité maximale de logement consommée par un participant était de 3, quand la quantité totale disponible par quartier était de 5. Comme il était impossible de se loger dans plusieurs quartiers, la densité moyenne dans le traitement LR est de $5/3=1,7$ quand elle est au mieux de $5/1=5$ dans le traitement SR, et bien évidemment de $5/5=1$ dans le traitement Benchmark. L'écart de densité entre les traitements n'est donc pas constant, et c'est en partie cela que l'on retrouve dans les observations expérimentales.

4.4.3. Les coûts de transport et les gains

Il s'agit ici de répondre à la question fondamentale, celle de savoir si une ville plus compacte permet de réduire les coûts de déplacement et le niveau des émissions afférent aux déplacements. Un résultat important obtenu est que le total des coûts de déplacement est significativement plus élevé dans le traitement « régulation faible » en comparaison du traitement « benchmark ».

L'évidence expérimentale est de plusieurs ordres. Le tableau ci-dessous donne quelques statistiques à l'appui de ce constat.

Tableau 4.8. Distances parcourues et populations logées expérimentales

Traitement	Distance totale	Population logée	Distance par ménage logé
Benchmark	44 (7,1)	10,82 (1,26)	4,06 (0,38)
Régulation faible	51 (8,56)	12,86 (1,66)	3,97 (0,44)

La différence de distance et de population logée entre les deux traitements est significative respectivement à 5% et 10% (Test de Mann-Whitney). Ce résultat est cohérent avec les prédictions théoriques établies précédemment.

On constate empiriquement ce qui avait été avancé plus tôt. L'effet d'une réglementation plus contraignante des surfaces maximales peut être décomposé en deux effets, l'un relatif à la diminution des distances moyennes parcourues par les ménages (due à l'augmentation des densités, en particulier dans les quartiers les plus proches du CBD), et l'autre relatif à l'augmentation potentielle des populations logées avant la ceinture (frontière réglementaire), une augmentation des densités impliquant un plus grand nombre de logements. Dans le cas du traitement « régulation faible », le premier effet est dominé par le second, les distances moyennes baissent moins que la population logée n'augmente, ce qui fait que les coûts de transport totaux s'accroissent. A contrario, dans le traitement « régulation forte », l'effet distance moyenne l'emporte sur l'effet population : toute la population est logée au sein de la ville, mais les densités sont très élevées, ce qui signifie une forte baisse de la distance par ménage. Au global, par conséquent, les distances totales diminuent.

De ce point de vue, la signification simple de ce résultat est que, dans le cadre limité de notre expérimentation, introduire une régulation des superficies trop peu contraignante quand une frontière a été fixée ne permet pas de diminuer les émissions, et, même, au contraire, tend à augmenter ces émissions.

Un dernier point à analyser concerne l'impact de ces réglementations sur le bien-être des habitants. Dans l'expérimentation, une proxy du bien-être est naturellement représentée par le gain des participants, puisque la fonction de gain s'appuie sur un niveau d'utilité indirecte net de tous les coûts (voir équation 5.4). Cette utilité résulte, pour un ménage, de son salaire et de la quantité de logement consommée, la désutilité étant liée d'une part au coût de transport individuel, au prix du logement acquis (rente foncière) et d'autre part aux émissions de pollution liées au total des déplacements.

Comme dans l'expérimentation, les quantités de logement sont limitées à 5 unités sur 8 quartiers, cela signifie qu'il est possible d'avoir des participants qui ne réussissent pas à acquérir de logement (dans le cas où, par exemple, 8 participants gagnants dans le processus d'enchères ont acheté chacun 5 unités de logement, saturant ainsi la contrainte spatiale dans chaque quartier). Ces participants, qualifiés de « perdants », se voient attribués une utilité de réserve (égale à la valeur de la rente agricole, soit 5 points) et ne subissent en guise de désutilité que le coût externe du total des déplacements.

Le tableau suivant donne les gains individuels par traitement, ainsi que le gain des gagnants.

Tableau 4.9. Gains individuels par traitement

	Traitement benchmark	Traitement « régulation faible » (LR)	Traitement « régulation forte » (SR)
Gain individuel	16,2 (21,2)	20,23 (17,6)	27,9 (3,71)
Gain gagnants (logés)	28,7 (5,59)	26,6 (8,6)	27,9 (3,71)
Gain perdants (non logés)	- 16,2 (3,02)	-18,1 (3,8)	/

NB : moyenne (écart-type)

On constate que, si l'objectif de la régulation est d'accroître l'efficacité économique, cet objectif est atteint, le gain moyen croissant avec le niveau de régulation. Entre le traitement SR (*strong regulation*) et le traitement Benchmark, l'écart moyen est de 72%. Cet écart provient d'une part, d'un prix moyen des logements qui est plus faible dans le traitement SR que dans le traitement BAU, et, d'autre part, de distances de déplacements plus faibles dans le traitement SR, ce qui implique des coûts individuels de transport plus bas tout comme des émissions polluantes plus mesurées. Le traitement LR est, comme on peut s'y attendre, à un niveau intermédiaire du point de vue de l'efficacité, le gain moyen étant un peu plus élevé que dans le traitement BAU (25% plus élevé), et ce pour les mêmes raisons (distances de transport et prix fonciers moins élevés). On constate également que l'écart-type des gains est considérablement affecté dans les différents traitements. L'écart-type du gain moyen dans le cas du traitement BAU est presque 5 fois plus élevé que dans le traitement SR. Ceci implique une forte hétérogénéité des situations finales des participants dans le cas du traitement BAU, avec des participants ayant obtenu plus de 48 points et certains ayant perdu presque 27 points. Cet écart est beaucoup plus faible dans le traitement SR, le minimum du gain obtenu étant de 12,5, et le maximum étant de 31.

Cette dimension se retrouve quand on analyse le gain moyen des participants « gagnants » (c'est-à-dire des participants ayant réussi à acheter un logement lors d'une période). Ce gain est le plus élevé dans le traitement BAU, car la désutilité des coûts de transports liée à l'étalement urbain et des prix fonciers élevés est en fait compensée par les suppléments d'utilité afférents à

la consommation de grandes quantités de logement. Dans le traitement le plus volontariste, ce gain moyen est légèrement plus faible, car, au contraire, la faible utilité liée à une consommation limitée de logement est compensée par des coûts de transport (privés et externes) beaucoup plus bas (les distances de déplacement étant minimales) et par des prix fonciers mesurés. La situation la moins bonne (du point de vue des ménages logés et employés) est celle de la réglementation intermédiaire, dans laquelle le gain est le plus faible.

Cette analyse met peut-être en évidence l'existence d'une courbe en « U » de la réglementation sur les gains des ménages logés, bien que son existence reste à consolider par des analyses statistiques plus robustes.

4.5. Éléments de discussion

L'objectif de cette expérimentation était d'évaluer les conséquences économiques et environnementales de politiques volontariste de densification au sein des agglomérations urbaines. Ces conséquences peuvent être multiples : diminution des rentes foncières urbaines, diminution des coûts de déplacements et réduction des émissions de polluants dues au transport. L'incertitude porte également sur l'impact de telles réglementations sur le bien être des habitants, dans la mesure où ceux-ci peuvent valoriser positivement le fait de disposer de grandes quantités d'espace en guise de logement tout comme ils peuvent considérer négativement un accroissement des densités résidentielles dans leur quartier.

Pour atteindre cet objectif, nous construisons un modèle théorique dans lequel l'impact d'une politique de densification contribue à la diminution des rentes foncières tout en contenant la tendance à l'étalement urbain et en réduisant les émissions environnementales dues au transport. Pour tester ce modèle en laboratoire, nous avons conçu un jeu d'enchères foncières dans lequel des participants sont en compétition pour acquérir des logements de taille variable dans différents quartiers plus ou moins centraux, la quantité totale d'espace disponible étant contrainte.

Nous observons que, conformément aux prédictions théoriques du modèle, une politique de densification tend à réduire les rentes foncières et restreint grandement la tendance à l'étalement urbain. L'effet sur les distances parcourues et sur les coûts de transport est par contre plus ambigu, dans la mesure où une politique de densification insuffisamment contraignante tend à augmenter les distances. Par ailleurs, la politique de densification a un deuxième impact, qui ne relève pas d'une logique d'efficacité (bien que de telles politiques

tendent clairement à augmenter l'efficacité économique) mais d'une logique d'équité. Elle limite en effet le nombre de perdants dans le jeu de compétition spatiale auquel les ménages participent pour obtenir un logement.

En termes de politiques publiques, il est intéressant de resituer les enjeux de notre recherche. Les avantages d'une ville compacte semblent naturels. Mountford and King (2015), dans le blog *The City Fix*, écrivent par exemple :

« *Smart growth is the opposite of urban sprawl. Smart growth cities and towns have well-defined boundaries, a range of housing options, a mix of residential and commercial buildings, and accessible sidewalks, bike lanes and public transportation.* »

En fait, l'expérimentation menée nous permet de nuancer l'impact possible d'une politique de ville compacte sur le bien-être des habitants et, en particulier, sur les émissions de polluants et les prix fonciers. Une politique de ceinture foncière peut conduire à l'exclusion des populations de la ville, et pour limiter ce problème, le couplage avec une politique de réglementation des surfaces maximum de logements peut être nécessaire. Toutefois, être trop peu contraignant sur les superficies peut aboutir à un effet négatif, l'augmentation des distances totales parcourues et donc des émissions. Par contre, la réglementation sur les surfaces a un effet net sur les prix fonciers. Par conséquent, l'enjeu en termes de politiques publiques est de choisir entre une réglementation trop contraignante, efficace et équitable, et une réglementation moins volontariste, moins préjudiciable aux propriétaires fonciers, mais qui risque d'aboutir à une situation paradoxale du point de vue des déplacements.

Bien évidemment, cette expérimentation représente un premier pas dans l'investigation empirique de cette question de la ville compacte. Un certain nombre de limites, principalement due à certaines hypothèses de modélisation simplificatrices sont présentes. Par exemple, dans le cas de problèmes d'étalement urbain, le choix entre les modes de transport, privé ou collectif, est un élément clé pour envisager l'impact de politiques de densification. Cette alternative modale n'est simplement pas présente dans notre approche, et il appartient à une prolongation ultérieure de notre investigation empirique de considérer ces questions de choix modal.

Chapitre 5. Structure urbaine et équilibre de localisation : de la ville monocentrique à la ville polycentrique

*Michiel Bliemer (ITLS University of
Sydney Business School)*

*Laurent Denant-Boemont (Université
de Rennes et CREM CNRS)*

*Sabrina Hammiche (Université de
Rennes et CREM CNRS)*

*David Hensher (ITLS University of
Sydney Business School)*

*Corinne Mulley (ITLS University of
Sydney Business School)*

5.1. Introduction

L'objectif de cette expérimentation est de déterminer comment les coûts urbains qui sont supportés par les ménages et par les firmes peuvent façonner des structures urbaines très

différentes. En effet, d'un point de vue empirique, force est constaté que certaines grandes agglomérations (Sydney, San Francisco, Los Angeles) évoluent vers des structures beaucoup plus polycentriques dans lesquelles une part toujours plus importante des emplois, y compris des emplois à haute valeur ajoutée, ne sont pas concentrés au sein du seul CBD. Par ailleurs, d'autres grandes agglomérations restent elles dans des structures plus monocentriques, avec une évolution plus modérée vers le polycentrisme de l'activité économique. Par conséquent, donner des éléments robustes en guise d'explications des structures urbaines dans le cadre limité d'une expérimentation de laboratoire constitue une véritable gageure.

Jusqu'à présent les expérimentations menées concernaient soit la localisation des ménages, soit la localisation des firmes. Une étape importante est de considérer l'interaction possible entre les choix faits par les firmes et les choix faits par les ménages dans le cadre d'un équilibre général de localisation urbaine. Une autre étape est de s'affranchir des modèles théoriques de l'économie urbaine principalement fondée sur une représentation monocentrique de la ville, ce à l'exception de quelques travaux pionniers (par exemple Fujita and Ogawa, 1982). L'économie géographique est à ce titre intéressante dans la mesure où l'une de ses préoccupations est d'expliquer l'attractivité des territoires et la hiérarchie qui peut exister entre le cœur et la périphérie. L'expérimentation qui a été menée se fonde sur un modèle théorique développé par Cavailles, Gagné, Tabuchi and Thisse (2007) qui mixe des éléments issus de l'économie géographique et de l'économie urbaine dans le cadre d'un effort de synthèse et de convergence entre les deux littératures (Voir aussi Thisse, 2010, sur cette question).

L'idée consiste à faire varier les coûts urbains afin de faire émerger en laboratoire des structures urbaines plus ou moins polycentriques. Pour ce faire, un marché du travail expérimental est organisé dans lequel les firmes négocient des contrats de travail avec des salariés potentiels qui impliquent une localisation productive pour elles. Une fois les transactions finalisées sur le marché du travail, les ménages doivent alors faire un choix de domicile en étant soumis à une concurrence sur les lieux de localisation possibles au sein de la ville.

5.2. Principe de l'expérience

Dans le modèle théorique développé par Cavailles et al. (2007), les entreprises et les ménages doivent choisir de se localiser au sein de deux régions ou villes, chacune de ces régions pouvant

avoir une structure plus ou moins polycentrique. Les éléments du choix de localisation sont les *coûts de transport* entre les régions (les firmes exportant potentiellement vers l'autre région où elles ne sont pas localisées et fournissant le marché domestique où elles sont implantées), mais également des *coûts intra-urbains liés à la communication* nécessaire avec les services tertiaires supérieurs (immobilier, banque, assurance) situés par hypothèse dans le CBD de chacune des régions. En ce qui concerne les ménages, ceux-ci subissent des coûts de transport domicile-travail.

L'expérimentation menée ne porte que sur une partie du modèle théorique construit par Cavailles et al. (2007), en l'occurrence sur la structure intra-urbaine et ne met pas en œuvre la compétition possible entre les deux villes. Concernant la structure urbaine, ces auteurs montrent que, si le coût de transport domicile-travail subi par les salariés ménages est plus faible que les coûts de communication subis par les employeurs - firmes, alors l'équilibre de localisation sera *monocentrique*. Si, au contraire, le coût de communication est plus petit que le coût de transport, alors la structure urbaine sera de *forme polycentrique*, ce qui signifie qu'une part plus ou moins importante des emplois sera localisée en dehors du CBD. Un cas polaire est bien évidemment celui dans lequel le coût de transport est positif et le coût de communication nul, et où dès lors la forme urbaine sera parfaitement polycentrique (*i.e.*, l'activité économique sera répartie de manière uniforme sur le territoire).

L'intuition de ce résultat peut être expliquée brièvement. Les coûts de communication subis par les firmes jouent le rôle d'une force centripète qui pousse les entreprises à se localiser dans le CBD. Toutefois, le coût de transport subi par les salariés joue au contraire comme une force centrifuge. En effet, si tous les emplois sont au sein du CBD, les salariés vont chercher à se localiser également au sein du CBD, et ce d'autant plus que les coûts de transport sont élevés. La compétition sur les logements va être très forte, ce qui va donner des niveaux de rente foncière extrêmement élevés. Anticipant cela, les salariés vont être disposés à proposer en amont des niveaux de salaire plus faibles aux firmes qui acceptent de se localiser en dehors du CBD, ce pour profiter de niveaux de rente foncière urbaine plus faibles (la compétition sur les logements étant moins forte). Du côté des entreprises, le choix de se localiser en dehors du CBD peut être également intéressant si l'augmentation des coûts de communication associée à une localisation périphérique est compensée par des salaires plus faibles. Toutefois, ce mécanisme qui pousse à la localisation des firmes en dehors du CBD ne fonctionnera que si le coût de transport des salariés est suffisamment élevé par rapport aux coûts de communication subis par les firmes. Si le coût de transport des salariés est faible, les baisses de salaire qu'ils

sont prêts à proposer en échange d'une localisation périphérique sont limitées et ne peuvent alors compenser la hausse des coûts de communication subis par les firmes. Dès lors, l'interaction entre firmes et salariés sur le marché du travail va pousser à un équilibre de localisation monocentrique, *i.e.* dans lequel toutes les firmes seront localisées dans le CBD.

5.3. Modélisation théorique

Le modèle théorique pour la construction de l'expérience est inspirée par Cavailhes , Gaigné , Tabuchi et Thisse (2007) . Dans ce modèle, les auteurs établissent les localisations et les équilibres de prix pour une économie à deux régions dotée d'entreprises mobiles et de travailleurs. Il existe quatre produits, les produits primaires tels que le travail et la terre, et les biens de consommation, l'un étant homogène et jouant le rôle de numéraire, l'autre étant un bien différencié produit en concurrence monopolistique et sous rendements croissants, en utilisant le seul travail comme facteur de production. Les travailleurs / consommateurs affichent, conformément à la représentation usuelle des modèles d'Economie Géographique, une préférence pour la variété. Dans l'expérimentation, seule la proposition 1 de ce modèle théorique est considérée, cette proposition définissant l'équilibre résidentiel au sein d'une seule ville et, par conséquent, la structure urbaine de celle-ci. Cette Proposition 1 stipule que, en fonction des coûts de communication pris en charge par les entreprises pour accéder à des installations essentielles par rapport aux coûts de déplacement domicile-travail supportés par les travailleurs, la structure de la ville peut être soit monocentrique soit polycentrique . Plus précisément, si les coûts de communication pour les entreprises sont élevés par rapport aux coûts de trajet domicile-travail, la structure de la ville sera *monocentrique* (une ville où tous les emplois sont dans le CDB - Central Business District-) et, dans le cas contraire, la structure de la ville sera polycentrique (les emplois sont répartis entre un CDB et plusieurs SBDs - Secondary Business Districts -). Avant de présenter la conception de l'expérience, les principaux éléments du modèle théorique sont résumés.

5.3.1. Les préférences des agents et les frontières de la ville

Les salariés et les entreprises sont libres de se localiser au sein de la ville, sachant que les facilités essentielles se trouvent au centre de la ville, en $x=0$. Ces facilités ou services sont nécessaires pour que les firmes puissent produire. Par conséquent, si une firme décide de se

localiser en un point de l'espace différent de $x=0$, le coût de communication qu'elle devra subir correspond à :

$$\kappa(x^S) = K + kx^S \quad (5.1)$$

Où x^S est le lieu de localisation choisi par cette firme en particulier, ce lieu définissant également et nécessairement un lieu de travail. K est le coût fixe de communication et k le coût variable unitaire de communication.

Comme il y a l travailleurs, et si θl représente la part des travailleurs (ou des firmes) localisée dans le CBD, les frontières de la ville peuvent être déterminées de la manière suivante (rappelons que ce qui est décrit ici est la partie droite de la ville, la partie gauche étant parfaitement symétrique).

Comme chaque individu consomme une unité d'espace, et que la ville est symétrique, la frontière droite de la ville, y , se confond avec la frontière gauche du SBD, z_1 , et est définie par :

$$y = z_1 = \frac{\theta l}{2} \quad (5.2a)$$

Comme les coûts de communications sont positifs et qu'ils s'accroissent avec la distance au CBD, les centres d'emploi secondaires (SBDs) sont nécessairement adjacents au CBD, ce qui implique que la frontière gauche du SBD 1, z_1 , se confond avec y .

De plus, le centre du SBD 1, x^S - en ayant en tête que $(1-\theta)l$ individus sont distribués dans les deux SBDs - est défini par l'équation suivante :

$$x^S = \frac{\theta l}{2} + \frac{(1-\theta)l}{4} = \frac{(1+\theta)l}{4} \quad (5.2b)$$

La limite de la ville correspond à la frontière de chaque SBD, soit z_2 , et est donnée par l'équation (8.2c) ci-dessous.

$$z_2 = \frac{l}{2} \quad (5.2c)$$

A l'équilibre de localisation, et comme d'habitude dans les modèles monocentriques (voir Fujita, 1989), le niveau d'utilité doit être identique pour chaque individu, ainsi que le niveau de consommation pour les biens non-spatiaux E , qui est défini comme :

$$E = \int_0^n p(i)q(i)di + q_0 \quad (5.3)$$

Ces considérations impliquent que, du point de vue de la contrainte budgétaire d'un individu résidant en x et travaillant dans le CBD, ou de celle d'un individu résidant en x et travaillant dans un des SBDs, on doit avoir :

$$w^C + q'_0 - tx - R(x) = E = w^S + q'_0 - t|x - x^S| - R(x) \quad (5.4)$$

A l'équilibre, un salarié résidant en $y=z_1$ est indifférent entre travailler dans le CBD ou dans l'un des SBDs, ce qui implique que :

$$w^C - ty - R(y) = w^S - t(x^S - z_1) - R(z_1) \quad (5.5)$$

Comme on a $y=z_1$ et $R(y)=R(z_1)=0$, en utilisant les équations (2), on obtient l'équation (6) :

$$w^C - w^S = t(2y - x^S) = tl \left(\frac{3\theta - 1}{4} \right) \quad (5.6)$$

Cette équation décrit l'écart de salaire entre le CBD et les SBDs. Cet écart est positif tant que

$$\theta > \frac{1}{3} .$$

La statique comparative suggère que si l (le nombre de ménages) ou t (le coût unitaire de déplacement des ménages) augmente, l'écart de salaire doit également s'accroître.

5.3.2. Les salaires d'équilibre et la structure urbaine

Les salaires d'équilibre sont déterminés en supposant que la condition « zéro profit » est réalisée, c'est-à-dire que le coût des salaires absorbe la totalité des bénéfices de la firme. En

supposant que $\phi = 1$ (ϕ représentant le nombre de salariés nécessaire pour obtenir un output positif pour chaque firme), les salaires d'équilibre sont :

$$\begin{aligned} S^* \dot{w} &= I - \kappa (x^S) \\ C^* \dot{w} &= I w^i \end{aligned} \quad (5.7)$$

Par conséquent, en utilisant l'équation (8.6), et l'expression des coûts de communication (eqn (8.1)), ainsi que l'expression des salaires d'équilibre (eqn (8.7)), il est possible de déterminer la part des salariés travaillant dans le CBD :

$$\theta = \frac{4K + (t+k)l}{3(t+k)l} \quad (5.8)$$

Cette part est positive et supérieure à 1/3 ssi $(k/3) < t$.

En supposant que cette condition soit réalisée (dans le cas contraire, la ville sera toujours monocentrique), la valeur optimale de θ s'écrit :

$$\theta^i = \min \left\{ 1, \frac{4K + (t\phi + k)l}{3(t\phi + k)l} \right\} \quad (5.9)$$

Dès lors, la proposition 1 établit que la ville sera monocentrique ssi :

$$t \leq \frac{2K + kl}{\phi l} \quad (5.10)$$

Dans le cas contraire, elle sera polycentrique.

Les rentes foncières, respectivement dans le CBD et dans les SBDs, ont la forme suivante :

$$\Psi^C(x) = R(x) = t \left(\frac{\theta^i l}{2} - x \right) \text{ pour } x < y \quad (5.11)$$

et

$$\Psi^S(x) = R(x) = t \left(\frac{(1 - \theta^i)l}{4} + x^S - x \right) \text{ pour } x > x^S \quad (5.12)$$

5.4. Design expérimental

5.4.1. Le jeu de localisation

5411. Les préférences des firmes

Dans les modèles d'économie géographique, le plus souvent, les firmes se différencient horizontalement et participent à une concurrence de type monopolistique à la Dixit-Stiglitz (Dixit and Stiglitz, 1977 ; Fujita and Krugman, 2004). Pour éviter cette hypothèse, plus lourde en termes de modélisation, mais non-essentielle pour obtenir les résultats habituels de la NEG, nous supposons que les firmes se font une concurrence à la Cournot (concurrence olipolistique sur les quantités¹⁶). Dans les paragraphes suivants, L désigne le nombre de consommateurs et n le nombre de firmes.

Dans une concurrence à la Cournot, chaque firme i choisit q_i afin de maximiser son profit, qui s'écrit (a étant un paramètre positif quelconque de la fonction de demande) :

$$\pi_i = p q_i - w = \left(a - \frac{1}{L} \sum_i q_i \right) q_i - w \quad (5.13)$$

Ou encore :

$$\pi_i = \left(a - \frac{1}{L} \sum_{j \neq i} q_j - \frac{1}{L} q_i \right) q_i - w = a q_i - \frac{1}{L} \sum_{j \neq i} q_j q_i - \frac{1}{L} q_i^2 - w \quad (5.14)$$

La Condition de Premier Ordre (CPO) implique que $\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0$, ce qui revient à :

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a - \frac{1}{L} \sum_{j \neq i} q_j - \frac{1}{L} 2 q_i = 0 \quad (5.15)$$

¹⁶ En guise de justification pour ce choix, nous citons Thisse (2010) : « *Standard models of economic geography assume that the M-good good is differentiated. Contrary to general beliefs, this assumption is not necessary. What we need is the existence of a positive difference between the market price and the social marginal cost. This is what we have here since we will assume that oligopolistic firms compete in quantities.* ». Par ailleurs, notons que cette hypothèse n'est utilisée que pour calibrer les gains des participants (firmes ou ménages) et que cette concurrence à la Cournot n'est pas implémentée dans le laboratoire et que les règles du jeu expérimental n'y renvoient en rien.

Comme à l'équilibre de Cournot-Nash, on a $q_i=q$ pour tout i , il est possible d'écrire que

$$\sum_{j \neq i} q_j = (n-1)q \quad .$$

Dès lors, la CPO devient :

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a - \frac{1}{L}(n-1)q - \frac{1}{L}2q = 0 \quad \leftrightarrow (nq+q) = L$$

Par conséquent, les quantités unitaires, totales et les prix de l'équilibre de Cournot-Nash sont définis par :

$$q^i = \frac{aL}{n+1} \tag{5.16}$$

$$Q^i = \frac{naL}{n+1} \tag{5.17}$$

$$p^i = \frac{a}{n+1} \tag{5.18}$$

Les recettes totales I d'une firme à l'équilibre de marché sont définies par :

$$I^i = \left(\frac{a}{n+1} \right)^2 L = \frac{a^2 L}{(n+1)^2} \tag{5.19}$$

Dans l'expérimentation, comme $n=8$ (voir plus loin), chaque firme obtient un revenu de 18 points, le prix d'équilibre est $p^*=1.5$ pour $q^*=12$, le revenu devant être utilisé par la firme pour les dépenses en salaires et en éventuels coûts de communications vers le CBD compte tenu de leur localisation.

5412. Les préférences des ménages

Pour les ménages, on suppose une fonction d'utilité subquadratique (i.e., utilisée par Thisse (2010) ou Gaigné et al. (2012)) :

$$U = \left(a - \frac{q}{2}\right)q + q_0 \quad (5.20)$$

Où a est un paramètre positif, q est la consommation d'un bien homogène et q_0 la quantité de numéraire consommée, supposée positive à l'équilibre (ce qui implique une dotation initiale en numéraire suffisamment importante¹⁷).

La contrainte budgétaire s'écrit :

$$qp + q_0 + R(x) + tx = w + \bar{q}_0 \quad (5.21)$$

Si les ménages maximisent leur utilité sous cette contrainte, alors la demande (inverse) totale de bien manufacturé est égale à :

$$p = \text{Max} \left\{ a - \frac{Q}{L}, 0 \right\} \quad (5.22)$$

Où $Q=Lq$, L représentant le nombre total de salariés résidant et consommant dans la ville.

Par conséquent, à l'équilibre, compte tenu des prix en vigueur, chaque ménage consomme

$$q = \frac{an}{n+1}.$$

En ce qui concerne la calibration expérimentale, nous fixons $a=13.5$, ce qui implique que la consommation de bien à l'équilibre est de 12 unités. Comme nous fixons la quantité de numéraire consommée ex post à 1, l'utilité obtenue par chaque salarié est de 91 points.

Par conséquent, le gain est déterminé de la manière suivante : chaque salarié obtient 91 points plus un salaire, dont on déduit la valeur des quantités consommées pq et du numéraire q_0 . Comme, à l'équilibre, le prix est de 1,5 et les quantités consommées sont de 12, sachant que la quantité de numéraire ex post est fixée à 1, l'utilité nette en cas d'emploi est de 72 points ($91 - (18+1)$). Une fois le salaire obtenu, le salarié devra en outre déduire les coûts urbains, à savoir les coûts de déplacement domicile-travail et le coût de la rente foncière. Il est par conséquent soumis à la contrainte $R(x) + tx = Un + w$.

5413. Le jeu

Le jeu se déroule en deux étapes, au cours desquelles 8 firmes interagissent avec 8 ménages. La première étape permet de définir un contrat de travail qui stipule un salaire et un lieu d'emploi,

¹⁷ Cette caractérisation de l'utilité individuelle correspond à celle adoptée par Ottaviano, Tabuchi and Thisse (2002) avec une calibration des différents paramètres dans laquelle on a $\alpha = 1$; $\beta = 1$; $\gamma = 0$ and $x = 1$ (x n'est pas ici la distance, mais le nombre de variétés du bien de consommation).

alors que la seconde étape ne concerne que les salariés, ceux-ci étant en compétition pour acheter un lieu de résidence.

L'espace consiste en une ligne numérotée séparée en 11 segments, numérotés de 1 à 11. Le segment du milieu, soit le slot 6, est le CBD dans lequel les facilités essentielles à la production des firmes sont localisées par hypothèse. L'espace du jeu est représenté dans le graphique suivant :

Figure 5.1. Les slots possibles de localisation pour les participants (ici, exemple pris pour le slot 3, tiré des instructions données en annexe)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Ces lieux de localisation possibles peuvent être choisis par les firmes et par les salariés, avec la contrainte qu'un segment obtenu en guise de domicile par un salarié est inutilisable par un autre salarié. Par ailleurs, les firmes n'ont pas de contrainte spatiale, elles peuvent se localiser où elles le souhaitent sans contrainte, et leur localisation en un point particulier de l'espace n'empêche nullement les autres firmes de choisir également ce lieu de localisation. Les lieux de travail n'ont donc aucune dimension, et les firmes ne participent pas au marché foncier (ce qui est cohérent avec Cavailles et al., 2007). Par ailleurs, les firmes subissent une contrainte qui est qu'il n'est pas possible d'avoir plus de trois lieux de travail au total. Si une firme choisit de se localiser sur un segment qui n'est pas le CBD, alors elle définit un SBD. Au total, les firmes ne pourront pas créer plus de deux SBDs, la règle « premier arrivé, premier servi s'appliquant ». Ainsi si par exemple la firme 1 s'est localisée en $x=1$ et la firme 2 en $x=2$, alors les 6 firmes restantes pourront se localiser soit en $x=1$, soit en $x=2$, soit en $x=6$ (CBD).

La première étape : les lieux et les contrats de travail

Pour définir ces contrats de salaire et de lieu de travail, un marché du travail en double - enchères est organisé à chaque période de jeu. Durant 10 mn, chaque firme et chaque travailleur peuvent librement proposer un contrat, sachant que les meilleures propositions de contrats à un instant donné sont affichées de manière publique, tout comme les contrats déjà conclus. Par ailleurs, le principe du marché de double-enchère habituel s'applique : un salarié ou une firme qui souhaite faire une offre doit proposer une meilleure offre que les propositions existant déjà au sein de leur catégorie pour que leur proposition soit affichée. Par

exemple, si un salarié souhaite faire une proposition de contrat pour travailler sur le segment 3, le salaire qu'il doit proposer sur le segment 3 doit être plus bas que celui proposé par la meilleure des propositions faites par les autres travailleurs. Pour les firmes, les propositions doivent être ascendantes pour un segment donné. L'interface de jeu pour les travailleurs est reprise dans la figure ci-dessous. L'interface pour les firmes est capturée dans la figure juste après. L'ensemble des interactions est bien évidemment informatisé, et programmé en recourant au programme ZTREE (Fischbacher, 2007).

Figure 5.2. Interface du marché de double-enchères pour les participants ayant le rôle de travailleurs (Traitement hiérarchique)

Period: 1 of 4 Remaining time [sec]: 38

Click on the wage level you want and then click "Accept"

FIRM : WAGE BID

Slot 1 as working place	Slot 2 as working place	Slot 3 as working place	Slot 4 as working place	Slot 5 as working place	Slot 6 as working place	Slot 7 as working place	Slot 8 as working place	Slot 9 as working place	Slot 10 as working place	Slot 11 as working place
Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept

WORKER : WAGE ASK

Slot 1 as your working place	Slot 2 as your working place	Slot 3 as your working place	Slot 4 as your working place	Slot 5 as your working place	Slot 6 as your working place	Slot 7 as your working place	Slot 8 as your working place	Slot 9 as your working place	Slot 10 as your working place	Slot 11 as your working place
------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Please remember that you will have to pay a transport cost of 9 points per unit of distance from your home place to your working place

Your type : WORKER 1
Wage:
Slot as your working place:
Wage ask

Contract	Wage	Slot as working place

Figure 5.3. Interface du marché de double-enchères pour les participants jouant le rôle de firmes (Traitement polycentrique)

Period: Trial 1 of 1 Remaining time [sec]: 530

FIRM : WAGE BID

Slot 1 as your location	Slot 2 as your location	Slot 3 as your location	Slot 4 as your location	Slot 5 as your location	Slot 6 as your location	Slot 7 as your location	Slot 8 as your location	Slot 9 as your location	Slot 10 as your location	Slot 11 as your location
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------

Click on the wage level you want and then click "Hire"

WORKER : WAGE ASK

Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location
Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire

Your type : FIRM 2

Wage

Slot as your location

Wage bids

Contract	Wage	Slot as location

Les firmes qui ne réussissent pas à conclure de contrat sont dans l'impossibilité de produire, puisque les facteurs de production complémentaires sont les salariés et les facilités essentielles, et gagnent donc 0 à l'issue de la période de jeu. Pour les ménages qui ne réussissent pas à obtenir de contrat, ils gagnent une somme totale de 20 points qui correspond à leur utilité de réserve, mais ne participent pas à la seconde étape d'enchères sur les lieux de résidence (ils n'ont ni salaire, ni coût de déplacement, ni rente foncière, ni consommation de biens).

Le processus d'équilibrage du marché se réalise au fur et à mesure que des firmes ou des travailleurs acceptent les contrats proposés, qui disparaissent alors de l'écran des propositions pour s'afficher dans l'encadré sur les contrats réalisés. Quel que soit le nombre de contrats conclus, le marché est clôturé au bout de 10 mn. Le point important est que chaque contrat réalisé définit un lieu de travail, et, par conséquent, à l'issue de la première étape, les firmes ayant réussi à embaucher sont localisées soit dans le CBD soit dans un ou plusieurs SBDs déterminés de manière endogène. Les salariés connaissent donc parfaitement leur lieu de travail et leur salaire, et vont alors participer au marché foncier pour trouver un lieu de résidence.

Seconde étape : le choix de domicile par les salariés

Lors de cette seconde étape, seuls les salariés participent au marché foncier qui s'ouvre pour une période de 5 mns, l'objectif étant de déterminer le domicile de chacun d'entre eux. Les segments fonciers sont vendus aux salariés sur la base d'une enchère scellée simultanée au second prix, chaque salarié ayant la possibilité d'obtenir un seul segment en guise de domicile. Pour chaque segment disponible (de 1 à 11, y compris le slot central 6), chaque salarié entre une proposition de prix, chaque proposition gagnante donnant lieu à un paiement effectif égal à la proposition du premier perdant sur le segment correspondant (enchère de Vickrey). Si l'un des acheteurs est gagnant sur plusieurs segments, l'algorithme d'allocation mis en œuvre par le serveur lui affecte le slot qui minimise la distance entre le domicile et son lieu de travail (défini lors de l'étape 1). En cas d'égalité sur un segment entre plusieurs acheteurs, l'acheteur désigné comme gagnant est celui dont la distance domicile-travail sera la plus faible sur ce segment particulier. En cas d'égalité de propositions et de distance domicile-travail, l'acheteur gagnant est tiré au sort.

La figure suivante est une capture de l'écran de départ qui s'affichait pour les salariés au début de la seconde étape concernant l'étape d'enchères sur le marché foncier.

Figure 5.4. Interface de saisie pour les salariés durant l'enchère foncière sur les segments

Slot as your home	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8	Slot 9	Slot 10	Slot 11
Your home place bid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.4.2. La nature du jeu de localisation

La situation expérimentale consiste à faire interagir 32 participants au sein de 2 groupes de 16, 8 endossant le rôle de firmes employeuses et 8 le rôle de salariés potentiels. Le *design* est de type *partner matching* et les rôles des participants restent identiques tout au long de l'expérience. Tous les participants doivent faire un choix de localisation, mais les firmes ne participent pas au marché foncier et ne consomment pas d'espace, à l'instar de l'hypothèse faite dans le modèle théorique de Cavailles et al. (2007).

Ce jeu en deux étapes est répété à 5 reprises, la première période consistant en un galop d'essai non pris en compte pour la détermination des paiements finaux.

Les traitements sont inspirés de la proposition théorique centrale faite par Cavailles et al. (2007), selon **laquelle si les coûts de communication subis pas les firmes sont supérieurs aux coûts de transport subis par les salariés alors on devrait observer une structure monocentrique (et polycentrique dans le cas contraire).**

5.4.3. Les traitements expérimentaux

La conception des traitements expérimentaux se base sur la proposition 1 de Cavailles et al. (2007), qui implique qu'un accroissement du coût de déplacement domicile-travail, toutes choses égales par ailleurs, devrait conduire à un éclatement de la ville monocentrique et produire une structure urbaine plus polycentrique et hiérarchisée. En guise de benchmark, nous avons choisi un traitement dans lequel il n'existe aucun coût de communication pour accéder aux services localisés dans le CBD, cas dans lequel, d'un point de vue théorique, il n'y a aucune incitation pour les firmes à se localiser dans le CBD, ce qui devrait pousser vers des formes urbaines polycentriques non hiérarchisées. Il s'agit dans ce traitement de vérifier que, en l'absence de coûts de communication, il n'existe pas de force centripète qui attire les firmes dans le CBD (traitement polycentrique). Les deux autres traitements introduisent une même valeur des coûts de communication, ce qui pousse les firmes à se localiser dans le CBD. Toutefois, le coût de déplacement domicile-travail va jouer au contraire comme une force centrifuge qui va contrecarrer l'impact des coûts de communication. Si le coût de transport pour les salariés est faible, la valeur absolue des rentes foncières est relativement faible également, et les salariés préfèrent se localiser dans le CBD sachant que la compétition entre eux pour les segments centraux donnera des prix relativement bas (traitement

monocentrique). Au contraire, si les coûts de transport pour les salariés sont très élevés par rapport aux coûts de communication subis par les firmes, la force centrifuge va l'emporter sur la force centripète, car, potentiellement, le niveau des rentes foncières pour les salariés sont très élevées. Les salariés vont donc être disposés à négocier des salaires plus faibles avec des firmes qui accepteraient de se localiser en dehors du CBD, car cette situation peut être profitable aux deux parties : les salariés ont de plus faibles salaires, mais bénéficient de localisations sur ou proches du lieu de travail, tandis que les firmes compensent le surcroît des coûts de communication par des salaires plus faibles. A l'équilibre de localisation, une structure urbaine hiérarchique, avec une majorité des firmes localisées dans le CBD et une minorité dans les SBDs, devrait s'imposer (traitement qualifié de « hiérarchique »).

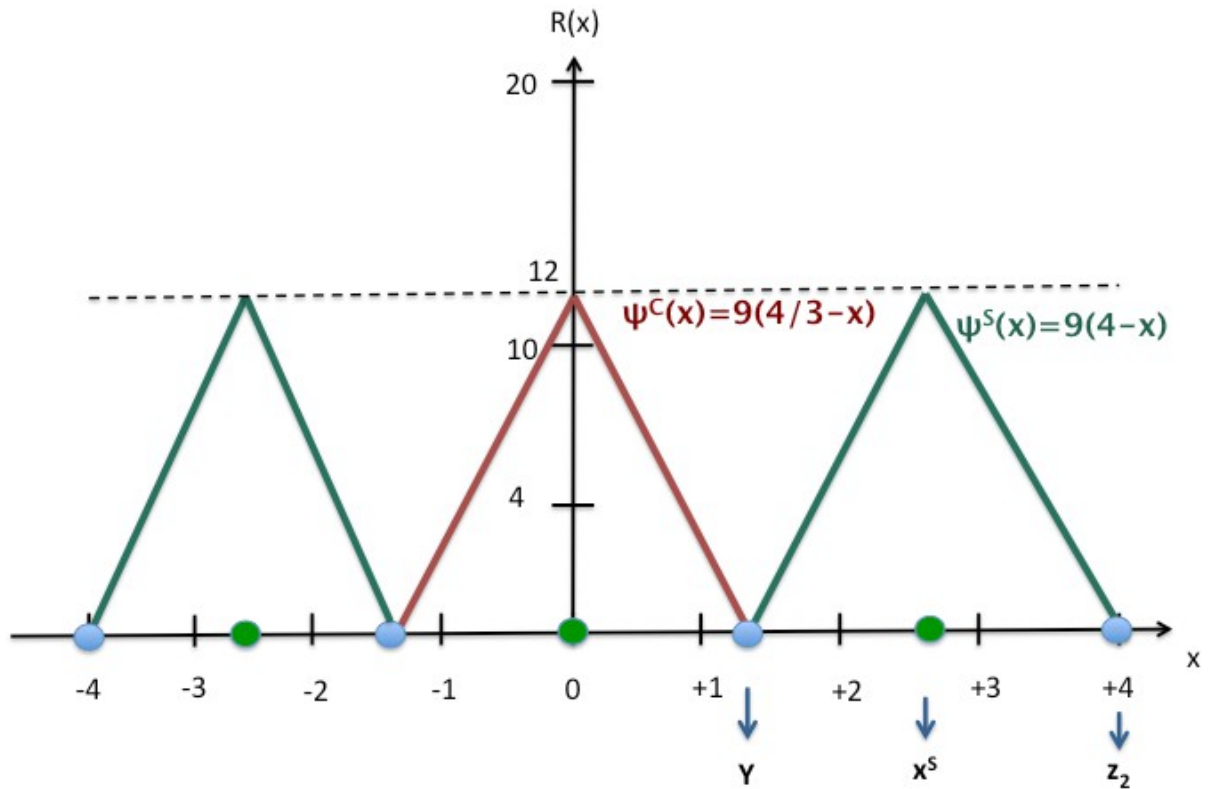
Pour tous les traitements, nous supposons que l et n (respectivement le nombre de salariés et le nombre de firmes) est de 8 et que ϕ prend une valeur de 1 (ce qui signifie que les firmes ont besoin d'un seul salarié pour produire).

5431. Traitement benchmark : la ville polycentrique

Dans un premier traitement (« *ville polycentrique* »), conçu comme un traitement *benchmark*, les coûts de communication pour les firmes sont inexistantes et seuls des coûts de déplacement domicile-travail élevés existent pour les salariés. Dans cette configuration, d'après la proposition évoquée plus haut, les firmes n'ont aucune incitation à se localiser dans le CBD et l'existence de coûts de transport pour les salariés devrait les inciter à se coordonner avec les firmes pour se répartir de manière plus ou moins uniforme dans l'espace. Par conséquent, la ville devrait être polycentrique au sens strict, c'est-à-dire composée de trois centres d'emploi de taille comparable¹⁸. Plus précisément, compte tenu de la modélisation théorique déroulée plus haut, et à titre illustratif, la configuration physique de cette ville polycentrique ainsi que les rentes foncières devraient avoir la forme suivante (voir figure ci-dessous)

¹⁸ Rappelons que dans le modèle théorique de Cavailles et al. (2007), le nombre possible de centres d'emploi est limité à trois. Dès lors pour être cohérent avec celui-ci, dans l'expérience, les firmes ne pouvaient choisir que 3 slots parmi les 11 possibles, ce choix se faisant de manière endogène en fonction des contrats acceptés lors de l'étape 1 du jeu.

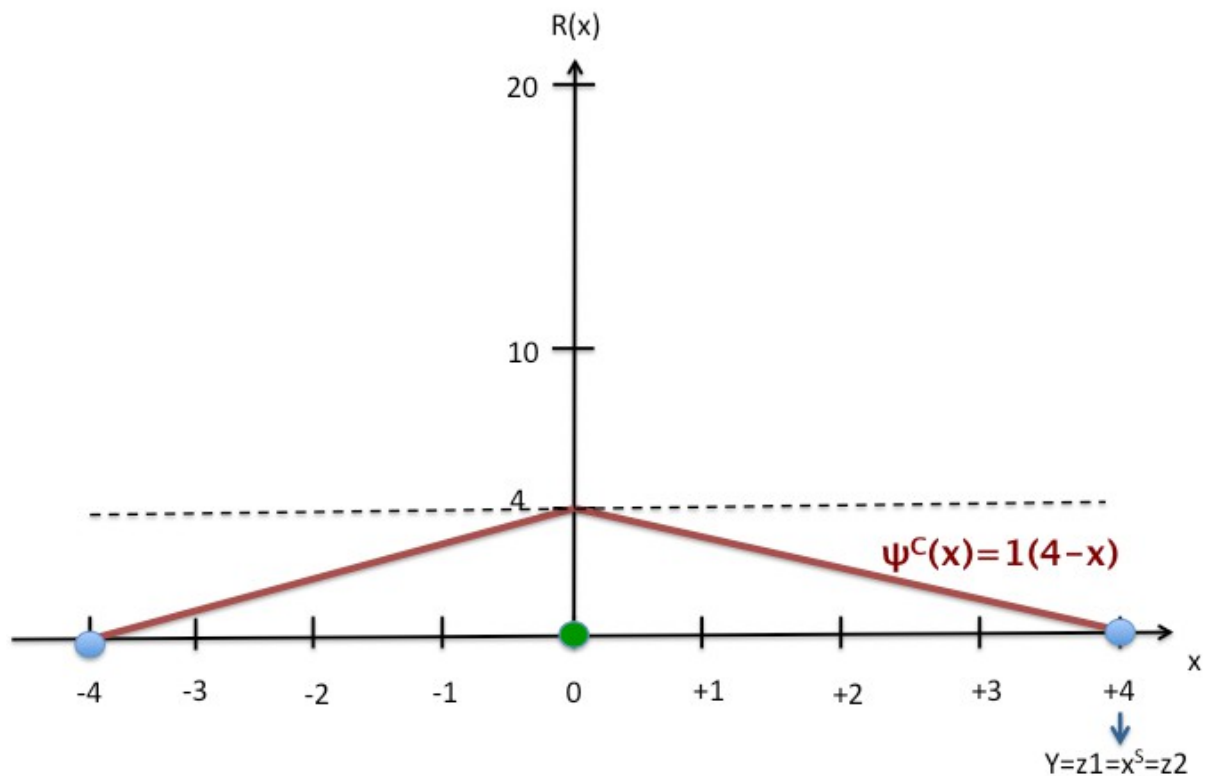
Figure 5.5. Points limites et rentes foncières urbaines dans le cas du traitement « ville polycentrique » ($K=0$; $k=0$; $t=9$)



5432. Le cas de la ville monocentrique

Dans ce traitement, seul un centre d'emploi devrait être observé et les entreprises devraient toutes être localisées dans le CBD au point 0 (segment 6 dans l'expérience).

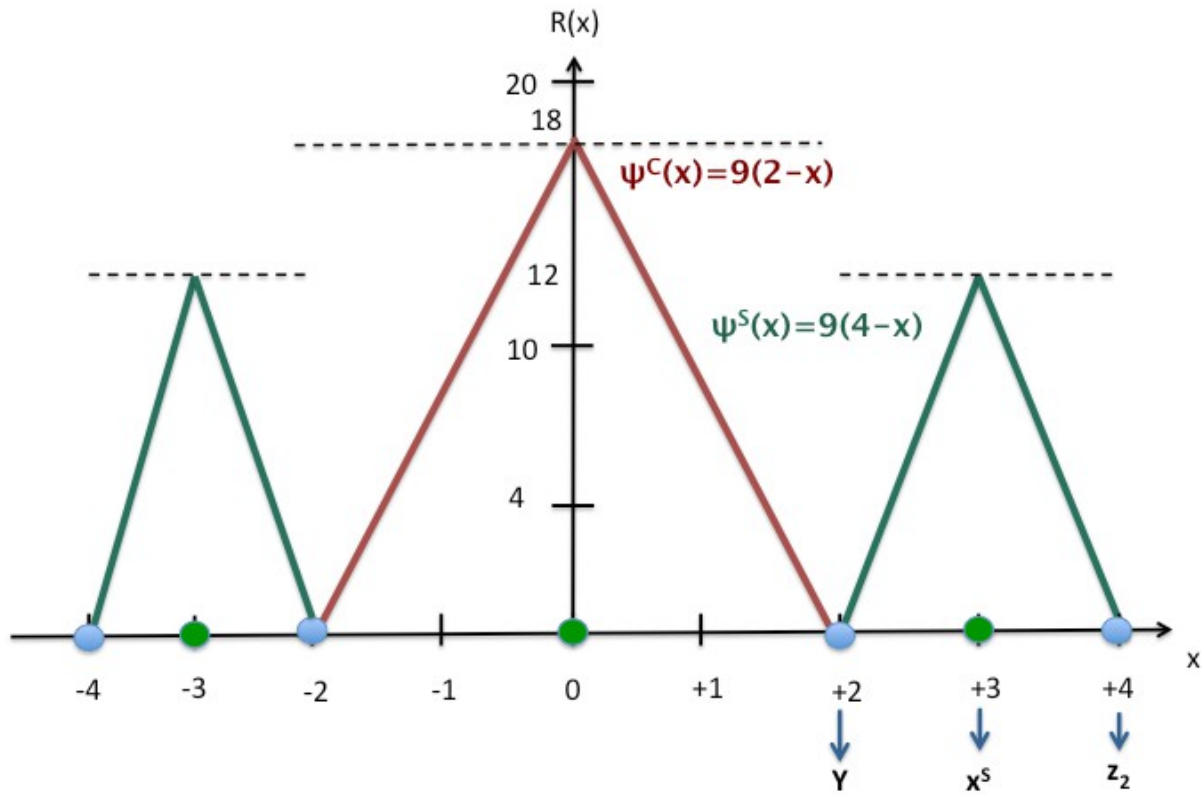
Figure 5.6. Points limites et rentes foncières urbaines dans le cas du traitement « ville monocentrique » ($K=3, k=2, t=1$)



5433. La ville hiérarchique

Dans ce traitement, les trois centres d'emploi existent, mais le CBD a un poids plus important dans l'emploi total que les deux autres centres d'emploi « secondaires ». Ce traitement devrait donc faire émerger une forme plus polycentrique de la structure urbaine, mais avec clairement une hiérarchie entre le CBD et les autres lieux d'emploi, d'où le terme de « ville hiérarchique ».

Figure 5.7. Points limites et rentes foncières urbaines dans le cas du traitement « ville hiérarchique » ($K=3, k=2, t=9$)



Les deux autres traitements permettent de véritablement tester l'impact du poids des coûts de communication par rapport aux coûts de transport. Dans le traitement « *ville monocentrique* », les coûts de communication pour les firmes sont supérieurs aux coûts de transport des ménages salariés, ce qui devrait pousser les firmes à se localiser dans le CBD, les salariés étant en compétition pour se localiser le plus près possible de ce CBD. On retrouve la forme habituelle de la ville monocentrique à la Alonso, la rente foncière décroissant avec l'éloignement vis à vis du CBD.

Dans le dernier traitement, qualifié de « *ville hiérarchique* », les coûts de communication unitaires sont plus faibles que les coûts de transport. Il existe donc une incitation pour les salariés à accepter des contrats de travail moins favorables en termes de salaire si ceux-ci leur évitent des coûts de transport trop élevés, et donc une négociation firmes- salariés est possible en termes de localisation en dehors du CBD. A l'équilibre de localisation, une majorité des firmes devrait toutefois choisir d'être dans le CBD, et le reste dans deux autres centres d'emplois secondaires localisés en périphérie. Le qualificatif « hiérarchique » renvoie bien évidemment au fait qu'il existe par conséquent une structure hiérarchique des centres d'emploi

et des organes économiques au sein de la ville, où le CBD reste prégnant, mais secondé par deux « poumons » de taille significative. C'est bien évidemment une différence fondamentale par rapport au traitement polycentrique, dans lequel cette hiérarchie est inexistante, aucune force de concentration ne s'exerçant pour agglomérer les activités en un point particulier du territoire urbain, et pour lequel « l'éparpillement urbain » est porté à son comble. Pour en revenir au traitement hiérarchique (qui a donc une composante polycentrique), les forces de concentration qui peuvent expliquer l'émergence de plusieurs centres d'activité économiques importants au sein d'une grande agglomération ne sont pas nécessairement la résultante de facteurs exclusivement financiers. Ces forces peuvent émerger en raison de l'existence d'aménités urbaines, d'effets de voisinage, etc. et contribuent à l'émergence de villes polycentriques (Voir Frankhauser et al., 2009).

Les sessions expérimentales ont été organisées au sein du *Behavioral Lab* de la Faculty of Social Sciences de l'Université de Sydney en juin 2012 et ont concerné 17 sessions de 16 participants, soit 272 étudiants au total. Le tableau ci-dessous décrit les données expérimentales recueillies.

Tableau 5.1. Procédure expérimentale et description des données

Traitement	Paramètres	Nombre de participants	Nombre de groupes
Polycentric City	$K = k = 0 ; t = 9$	80	5
Monocentric City	$K = 3 ; k = 2 ; t = 1$	96	6
Hierarchical City	$K = 3 ; k = 2 ; t = 9$	96	6
Total		272	17

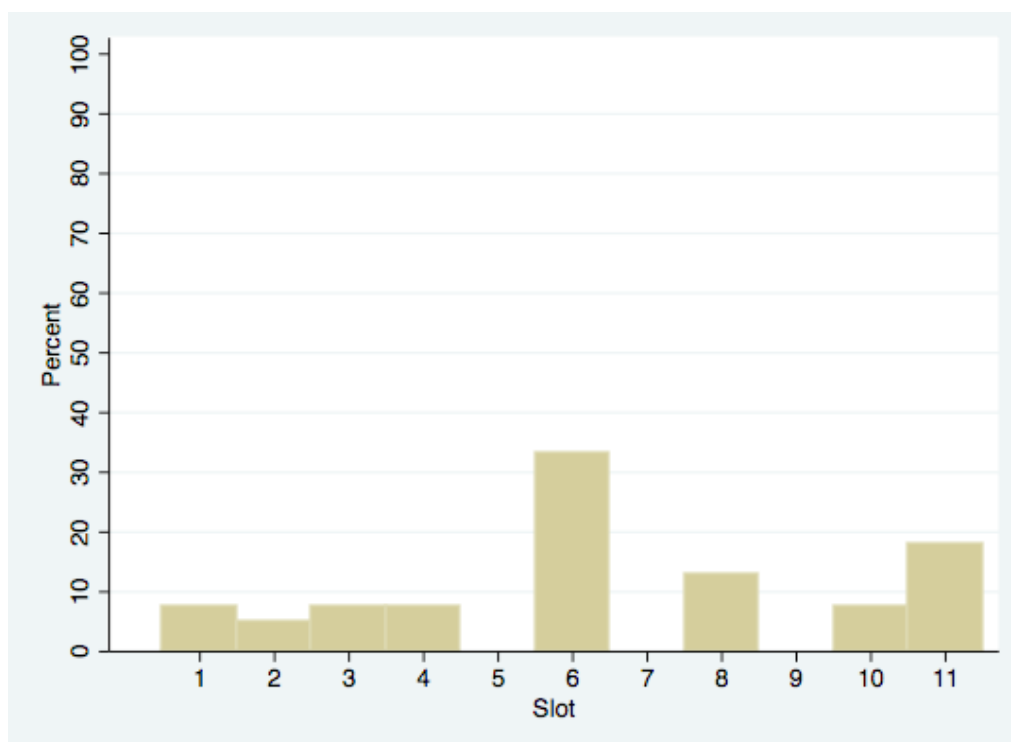
NB : K est la valeur du coût fixe de communication pour les firmes, k la valeur du coût variable unitaire et t le coût de transport unitaire des salariés.

5.5. Résultats expérimentaux

Compte tenu de la complexité de la situation expérimentale et de la taille du groupe (16 participants quand dans la plupart des expérimentations en interaction, des groupes de 2 à 5 personnes sont la norme), les sessions duraient environ 2h30. A l'évidence, un apprentissage était à l'œuvre, en dépit du nombre limité de répétitions du jeu.

La figure ci-dessous donne les fréquences de choix du point de vue des localisations finales des firmes au cours de la dernière période d'interaction. Rappelons que cette localisation est en fait le produit d'une négociation entre salariés et firmes sur le marché de l'emploi et que le slot 6 (CBD) est le slot dans lequel sont localisés les services essentiels à la production des entreprises.

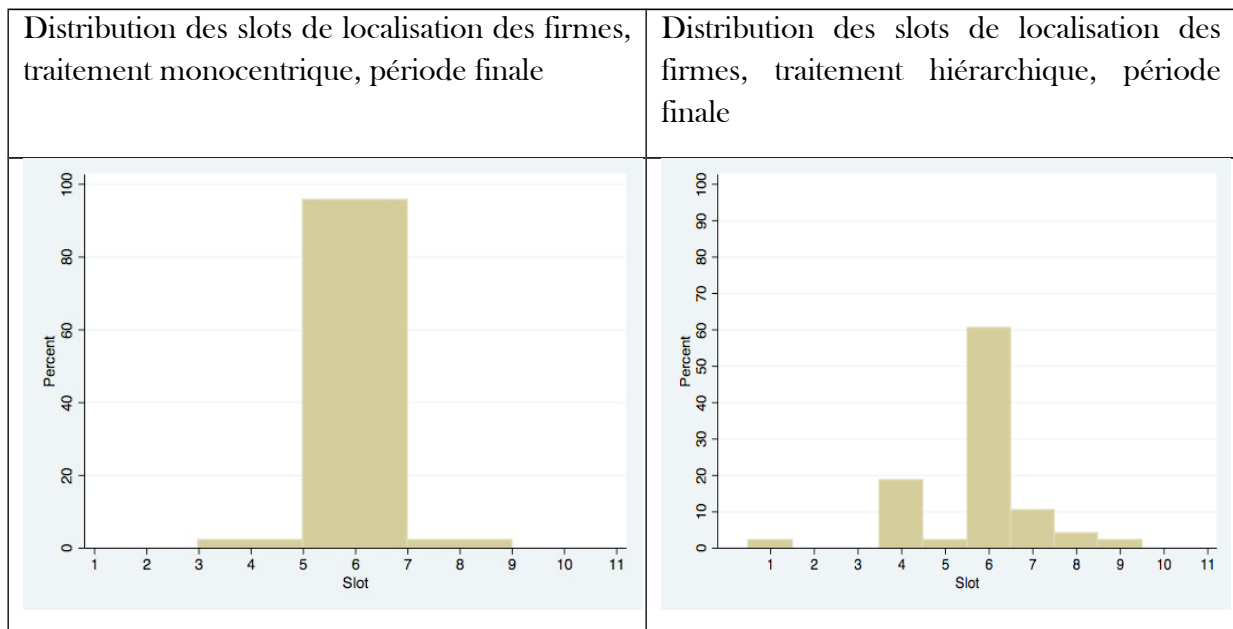
Figure 5.8. Distribution des lieux de localisation pour les firmes, dernière période, traitement polycentrique



D'un point de vue théorique, on devrait avoir une distribution uniforme, ce qui n'est pas tout à fait le cas, puisque le slot 6 représente environ 33% des localisations pour les firmes quand les autres slots représentent entre 8% et 19% des choix. Cette prédominance du CBD, non prévue

par le modèle théorique est en fait un artefact expérimental. En effet, pour des raisons de comparabilité stricte entre nos trois traitements, les instructions fournies aux participants mentionnaient explicitement l'existence des services essentiels pour les entreprises, tous localisés au sein du slot 6, l'accès à ceux-ci impliquant un coût nul. Dès lors, les instructions créent une focalisation sur ce slot, voire un point focal sachant que l'on a affaire à un jeu de coordination dans les choix de localisation (il y a de nombreux équilibres de localisation possibles d'un point de vue théorique impliquant tous trois centres d'emploi de taille identique). On sait l'importance du point focal dans les jeux stratégiques depuis Schelling (1960). Toutefois, cet artefact expérimental n'est pas robuste, dans la mesure où on observe dans les données une diminution significative de la part du slot 6 dans les localisations des entreprises au fur et à mesure de la répétition du jeu. Par conséquent, cette observation ne nous semble pas remettre en cause de manière significative les prédictions théoriques du modèle. Enfin, ces résultats ne doivent pas être jugés dans l'absolu mais à l'aune de ce qui s'est passé dans les autres traitements. Les graphiques ci-dessous montrent la distribution des fréquences dans le cas des deux autres traitements, dans lesquels les coûts de communication pour les firmes ont une valeur positive.

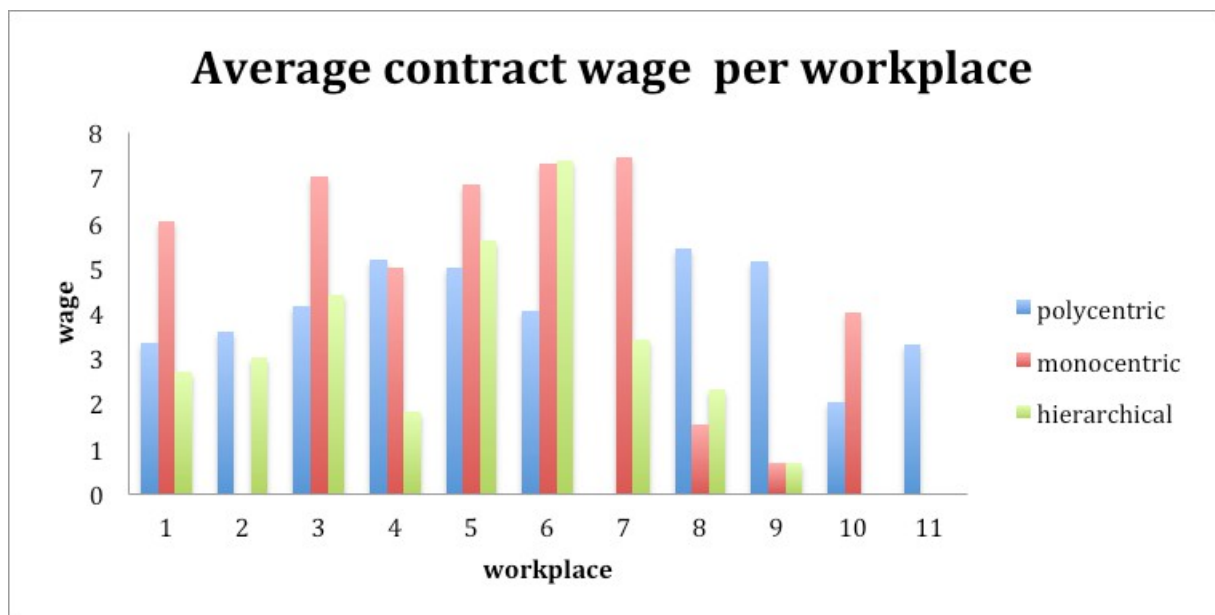
Figure 5.9. Distribution des lieux de localisation pour les firmes, dernière période, traitements monocentrique et hiérarchique



L'observation expérimentale va bien dans le sens des prédictions théoriques. Dans le cas du traitement monocentrique, 95% des localisations finales des firmes sont dans le CBD. Dans le cas du traitement « hiérarchique », 60% des localisations finales sont dans le CBD, et à côté du slot central, des localisations périphériques émergent, par exemple le slot 4 qui représente presque 20% des choix de localisation. Si on compare les trois traitements entre eux, les différences sont bien évidemment significatives d'un point de vue statistique : la part des localisations centrales des firmes croît au fur et à mesure que les coûts de communication augmentent relativement au coût de transport des salariés. De la même manière, les données expérimentales révèlent l'existence d'un effet d'apprentissage de la part des participants : la part des firmes au sein du CBD tend à s'accroître avec la répétition dans le traitement « monocentrique » et tend à diminuer dans le traitement hiérarchique.

Au-delà de la distribution des firmes dans l'espace, une des prédictions théoriques du modèle est que les salariés devraient être prêts à négocier des baisses de salaires pour obtenir de la part des firmes une localisation périphérique dans le cas d'un coût de transport domicile-travail élevé. Au contraire, si le coût de transport est faible, l'incitation à négocier des salaires plus bas en cas de localisation périphérique est beaucoup plus limitée. Cette analyse est confirmée par l'observation, comme le montre le graphique ci-dessous, qui présente l'évolution du salaire moyen des contrats effectifs en fonction du lieu de travail.

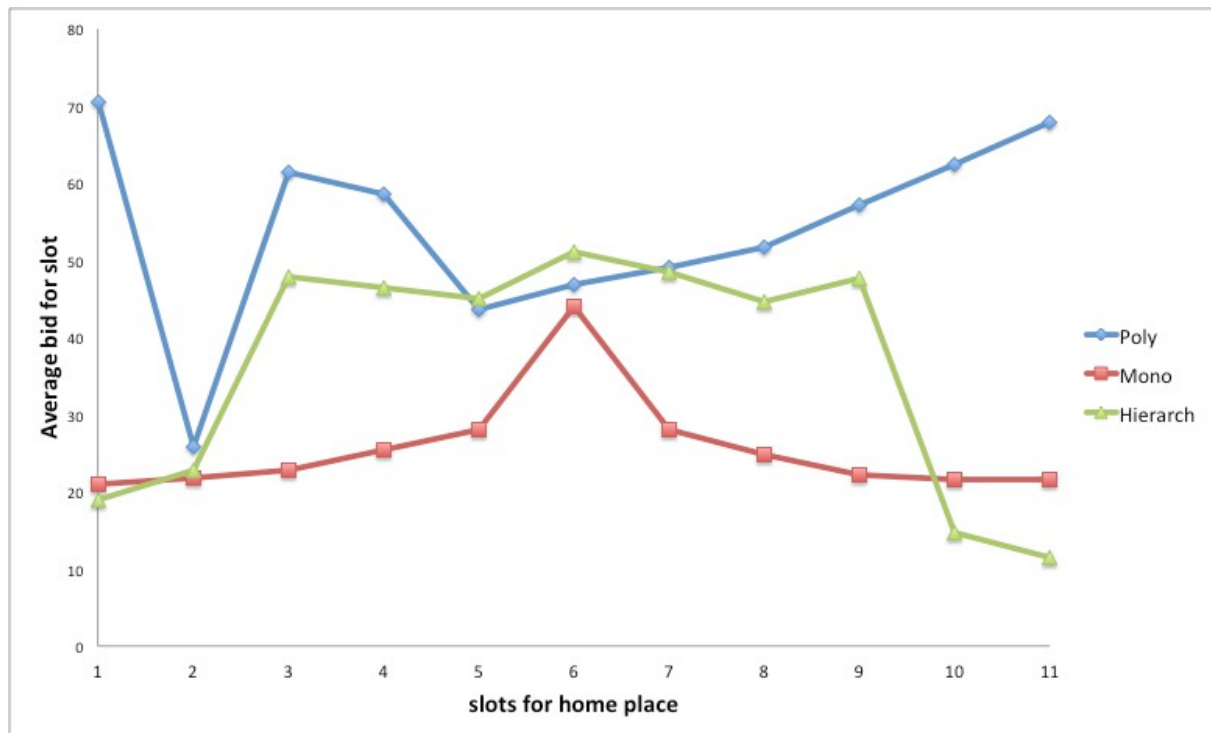
Figure 5.10. Salaire contractuel moyen par lieu d'emploi (périodes 2 à 5)



A la lumière du graphique ci-dessus, il est possible de remarquer que, d'une part, le niveau moyen des salaires est plus important dans le traitement monocentrique que dans les autres traitements (en moyenne autour de 7 dans ce traitement, contre 4,11 dans le traitement polycentrique et 5,9 dans le traitement hiérarchique), ce qui renvoie au phénomène décrit précédemment : les firmes ayant une forte incitation à se localiser dans le CBD en raison de coûts de communication élevés, et l'espace étant rare pour les salariés à la recherche d'un domicile, les salariés négocient des salaires plus élevés pour pouvoir faire des enchères plus fortes sur les logements. Dans le cas du traitement hiérarchique, les coûts de transport sont beaucoup plus forts que les coûts de communication et les salariés sont prêts à accepter des salaires moins élevés pour les localisations non centrales. Ceci se retrouve dans le graphique également : une pente du salaire moyen clairement décroissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne du slot 6 (CBD) dans le traitement hiérarchique, alors qu'il est beaucoup plus difficile d'observer une tendance nette dans les autres traitements.

Un dernier point sur les résultats concerne les enchères faites par les salariés sur les lieux possibles pour leur domicile. Le graphique ci-dessous donne la valeur moyenne des enchères proposées pour chaque lieu possible de localisation, ce pour les périodes 2 à 5 (hors période d'essai).

Figure 5.11. Enchère moyenne par slot possible de localisation pour les salariés



Comme il n'y a pas de raison particulière de se loger sur un slot spécifique dans le traitement polycentrique, pour lequel les firmes devraient se répartir sur le territoire de manière relativement uniforme, la courbe d'enchères ne devrait pas avoir une forme claire. C'est bien ce que l'on observe sur le graphique, aucune tendance particulière n'émergeant de la lecture de la courbe de couleur bleue. Pour le traitement monocentrique, on s'attend à avoir une décroissance régulière des enchères de part et d'autre du slot 6. On observe bien cette décroissance, avec un pic particulièrement marqué pour les slots immédiatement voisins de ce slot puis une pente négative mais faible au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre. La décroissance marquée sur les slots immédiatement voisins s'explique sans doute par le coût fixe de communication subi en amont par les firmes quand elles ne se localisent pas dans le CBD, qui pèse sur la valeur moyenne des salaires¹⁹.

Enfin, pour le dernier traitement (hiérarchique), on retrouve bien sur le graphique la force d'attraction des centres secondaires d'emploi à proximité du CBD. Les coûts de

¹⁹ Le coût de communication subi par une firme passe de 0 si elle se localise dans le CBD à 5 si elle se localise sur les slots 5 ou 7, puis 7 sur les slots 4 ou 8, puis 9 sur les slots 3 ou 10, etc. Il y a donc une pente plus fortement marquée du coût de communication résultant du coût fixe dès que la firme dévie un peu de la localisation centrale comparativement à la situation dans laquelle elle dévie beaucoup.

communication plus faibles que les coûts de transport encouragent les salariés à proposer des salaires plus bas aux firmes qui acceptent de quitter le centre et les incitent ainsi à se localiser en périphérie. Une analyse économétrique permet d'analyser plus finement le comportement d'enchères des salariés sur les logements (voir tableau ci-dessous).

Tableau 5.2. Régression Tobit (double-censure) sur les enchères individuelles sur les slots de localisation pour les salariés par traitement (périodes d'essai exclues)

Variables explicatives	Polycentrique	Monocentrique	Hiérarchique
Coût de déplacement potentiel	-0.620*** (0.0265)	-2.266*** (0.169)	-0.762*** (0.0240)
Période	2.685*** (0.513)	0.865*** (0.130)	2.385*** (0.351)
Age	-0.477*** (0.132)	-0.676*** (0.112)	-0.224** (0.109)
genre (=1 si masculin)	0.782 (1.285)	2.917*** (0.582)	-2.068** (0.882)
activité (=1 si activité salariée)	9.456*** (1.322)	2.531*** (0.609)	1.140 (0.756)
Niveau d'études (1 à 4)	-0.548 (0.531)	1.994*** (0.350)	1.569*** (0.489)
Champ (=1 si économie ou management)	7.613*** (1.163)	4.181*** (0.627)	0.727 (0.829)
Salaire obtenu en étape 1	0.855*** (0.263)	0.791*** (0.119)	1.088*** (0.118)
Constante	23.22*** (3.189)	16.11*** (2.364)	20.28*** (2.750)
Observations	1738	2057	2079
Log. vraisemblance	-6396.39	-7854.0433	-7303.6887

NB : *** significatif à 1%, ** à 5%, * à 10%.

Le coût de déplacement potentiel est simplement l'écart absolu entre lieu d'emploi (déterminé à l'étape 1) et le lieu de résidence potentiel (chaque slot donnant lieu à une enchère individuelle de la part des salariés). Les résultats mettent en évidence le rôle de certaines variables socio-démographiques, comme l'âge, et à un moindre titre (car moins robuste et non significatif selon les traitements) le genre, le fait d'avoir une activité et le type d'études ainsi que le niveau.

Plus important, le coût de déplacement potentiel fait bien évidemment décroître les niveaux d'enchères sur les slots concernés, et les différences entre traitements sont très fortes. Le coefficient le plus élevé est obtenu dans le traitement monocentrique (ce qui est attendu) et le plus faible dans le traitement polycentrique. On observe aussi, ce qui est assez commun, un phénomène d'apprentissage qui conduit les participants à augmenter leur niveau d'enchère dans le temps.

5.6. Eléments de discussion

Le résultat le plus significatif de cette expérimentation est qu'il conforte les conclusions de la représentation théorique proposée par Cavailhes et al. (2007). **La forme urbaine d'une agglomération dépend véritablement de l'arbitrage entre, d'une part les coûts de communication subis par les firmes, qui jouent comme une force centripète, et, d'autre part, les coûts de déplacements domicile-travail supportés par les salariés**, qui jouent comme une force centrifuge. En effet, une localisation exclusive des firmes dans le CBD pousse d'une part les prix fonciers à la hausse et, d'autre part, pour les ménages ne résidant pas dans le CBD, augmente les distances moyennes entre domicile et travail. Dès lors, il peut être opportun, du point de vue de la négociation entre firmes et salariés d'établir un accord autour d'un contrat impliquant de plus bas salaires mais une localisation périphérique. Ces contrats sont le plus souvent « gagnant-gagnant » à la fois pour les salariés et pour les firmes. Ce mécanisme, parfaitement saisi dans l'expérimentation menée, peut expliquer l'émergence d'une ville polycentrique hiérarchisée.

En particulier, si les coûts de transport sont très importants relativement à ces coûts de communication (dont on peut penser qu'ils ont tendance à décroître dans le temps avec l'avènement des communications électroniques et de l'internet), les agents vont pousser vers un

équilibre de localisation qui favorisera une structure polycentrique. Par conséquent, si on veut évoquer l'étalement urbain et son lot de conséquences dommageables, comme l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées aux déplacements domicile-travail, il n'est pas nécessairement bon de chercher à limiter la mobilité en instaurant par exemple des politiques de péage urbain ou de stationnement restreint/ coûteux dans les centre-villes. Le renforcement du coût de déplacement entre CBD et périphéries pourrait au contraire pousser la ville vers des structures polycentriques, nécessairement moins « compactes » qu'une ville monocentrique.

Chapitre 6. Synthèse et éléments conclusifs

6.1. Éléments de synthèse

L'objectif de cette recherche était double, à la fois thématique et méthodologique. Thématique, dans la mesure où il constitue une réflexion large et ambitieuse sur la relation entre les choix de localisation en milieu urbain, et plus généralement sur les formes urbaines, et les coûts de transport. En premier lieu, en mobilisant aussi bien les outils de *l'économie urbaine* (Fujita, 1989) que de *l'économie géographique* (Combes, Mayer and Thisse, 2008), nous espérons avoir contribué à montrer la convergence en termes d'approches qui peut être constatée d'un point de vue scientifique entre deux disciplines qui paraissent il y a encore peu relativement séparées. En second lieu, cette recherche a abordé la question du comportement des agents en termes de localisation quelle que soit leur nature. Certains projets se sont focalisés sur le choix des ménages en termes de localisation (chapitre 4, chapitre 5 et chapitre 7) quand d'autres se sont attachés à mieux expliquer le choix des entreprises (chapitre 6). Enfin, une dernière série de projets a investi la question d'un équilibre général d'agglomération (chapitre 3) ou la question de l'interaction qui pouvait exister entre les choix de localisation des entreprises et des ménages (chapitre 8) afin d'expliquer les formes urbaines. Dès lors, la recherche a largement dépassé la réflexion initiale qui l'a motivé, à savoir celle des choix de localisation des ménages.

D'un point de vue méthodologique, les contributions détaillées dans ce rapport s'appuient sur l'économie expérimentale, en recourant aux expérimentations de laboratoire. C'est à notre connaissance la tentative la plus significative existant actuellement au niveau international pour expliquer les choix de localisation au moyen d'expérimentations économiques en laboratoire.

Par ailleurs, du point de vue de l'économie expérimentale, les jeux étudiés ont tous été des jeux originaux et nouveaux, avec des contraintes particulières dans la mesure où il s'agissait d'expliquer rien moins que le phénomène urbain. Cela impliquait de mobiliser des groupes de participants de taille suffisante et d'approcher les choix de localisation au travers du fonctionnement de divers marchés, qu'ils soient fonciers, relatifs à l'achat de biens de

consommation ou de services, l'un d'entre eux étant l'emploi salarié. Ceci explique aussi le recours quasi-systématique à des jeux d'enchères qui sont les mieux à même de comprendre l'interaction existante entre un nombre assez important de participants qui réalisent des transactions matérialisées par un prix. On pourra juger que la taille des groupes expérimentaux étudiée dans cette recherche est tout à fait modeste (entre 8 et 16 acteurs au sein d'un groupe) au regard du nombre d'acteurs existant au sein d'agglomérations réelles, mais il faut savoir que les expérimentations économiques impliquant de tels groupes sont très rares.

Par conséquent, pour chaque question, une modélisation théorique *ad hoc* a été construite afin d'établir des prédictions théoriques suffisamment claires pour pouvoir interpréter clairement les résultats des expérimentations en laboratoire. De manière générale, les observations expérimentales que nous avons pu mettre en évidence ont révélé la pertinence de certaines modélisations théoriques, y compris le modèle simpliste, mais canonique, de la ville monocentrique.

De manière générale, l'élément qui revient de manière évidente est la compréhension très claire qu'ont les participants de l'arbitrage entre dépenses de transport et dépenses de logement, et le niveau de coordination spectaculaire qu'ils arrivent à avoir en dépit de la complexité parfois très grande des expérimentations. Qu'on en juge ! De la multiplicité des localisations possibles organisée par des mécanismes d'enchères au second prix portant sur des quantités variables et impliquant le choix de prix unitaires, en passant par des jeux en plusieurs étapes, pour finir par, le plus souvent, par une définition complexe des gains comportant de multiples composantes (rente foncière, coût de transport, utilité des consommations sur des biens de nature différente. Pour autant, les observations expérimentales sont surprenantes, et mettent en évidence que la coordination n'est pas nécessairement plus complexe pour des participants quand le jeu est lui-même plus complexe. C'est une des surprises de cette recherche qu'il faut à un moment souligner !

Du point de vue des politiques publiques, à l'aune des résultats expérimentaux, quelques points saillants peuvent être mis en évidence.

En premier lieu, le coût de transport subi par les ménages est un élément clé dans l'explication des phénomènes de **ségrégation urbaine spatiale**, ce qui était déjà connu dans la littérature, mais qui est confirmé par les résultats expérimentaux. Il est très clair que, en présence d'une hétérogénéité assez forte des niveaux de revenus des ménages, l'existence de différences dans les coûts de transport perçus ou réellement subis par ces ménages est un levier puissant de ségrégation urbaine, certaines populations étant cantonnées dans les quartiers centraux ou a contrario dans les espaces périphériques. En termes de recommandations de

politiques publiques, comme il est plus difficile ou plus coûteux de pallier les différences de revenu des ménages par des politiques de redistribution, la politique de transports est par conséquent un outil puissant, apte à jouer sur les coûts de transport subis de manière différente par des populations hétérogènes, afin d'impacter sur la répartition géographique des populations au sein de l'espace urbain (par exemple, pour inciter à une certaine mixité sociale dans les quartiers, qu'ils soient centraux ou périphériques).

Jouer sur le coût des transports n'est pas nécessairement suffisant. D'autres leviers de correction des inégalités ou de contrôle des phénomènes comme l'étalement urbain existent. Par exemple, la politique de densification s'avère également un outil puissant de **lutte contre l'étalement urbain, et les nuisances environnementales qui en résultent, tout autant qu'un mécanisme redistributif** qui permet de réduire l'écart entre les niveaux de bien être obtenus par les habitants d'une ville.

En second lieu, il faut souligner qu'il ne faut pas tomber dans l'illusion d'une mécanique bien huilée des localisations résultant de l'arbitrage entre prix du foncier et coûts des transports. Par exemple, si on considère maintenant le problème de la localisation des entreprises, **l'incertitude sur la demande de biens** de consommation émanant principalement des ménages est une **force de dispersion** des centres d'emploi, les entreprises utilisant l'espace comme une barrière de protection afin d'éviter une concurrence trop exacerbée.

L'incertitude s'avère être un des grains de sable qui grippe la mécanique bien huilée qui contribue à avoir une vision par trop déterministe des équilibres de localisation. Cette incertitude sur l'équilibre existe pourtant, par exemple pour savoir si des agglomérations peuvent devenir de plus en plus attractives, sachant que **l'attractivité d'une agglomération dépend en grande partie du goût pour la diversité des consommateurs**, éléments qu'il est difficile de connaître ou de mesurer vu l'hétérogénéité des ménages en matière de préférences de consommation.

Enfin, les structures urbaines peuvent adopter, on le sait, des formes multiples. Dans ce domaine, il est clair que des coûts de transport domicile-travail élevés, par exemple de par la congestion des centres urbains, contribuent à **la dispersion des forces productives dans l'espace**. Dès lors, des structures polycentriques indifférenciées, pas nécessairement idéales du point de vue de la consommation d'espace et des déplacements, pourraient émerger comme une forme de réponse spontanée contribuant à remettre en cause le

vieux modèle monocentrique. Dès lors, s'il s'agit de trouver un équilibre entre ces deux formes polaires, il est nécessaire que les politiques publiques poussent à la **localisation de services aux entreprises à haute valeur ajoutée dans les quartiers les plus centraux**, ce afin de contrecarrer les forces de dispersion liées au coût des déplacements radiaux pour les ménages.

6.2. Discussion et perspectives en termes d'aide à la décision publique

Les travaux menés jusqu'à présent, bien qu'assez variés dans leur thématique ou dans leur nature, convergent pour nous dire combien **les coûts de transport sont un déterminant important des choix de localisation des agents**, et, dans le cadre de l'évolution des dynamiques urbaines, qu'ils contribuent aux formes des agglomérations et à leur structuration interne en termes de tension entre zones d'emploi et zones résidentielles. Bien évidemment, ce résultat peut paraître trivial quand on connaît un peu les éléments empiriques des relations entre système de transport et système urbain, mais sa grande force est d'être clairement mis en évidence au sein d'un laboratoire. Par ailleurs, ce résultat très général se veut un résumé d'études expérimentales ou théoriques assez variées, chacune de ces études donnant des éléments plus précis en termes d'aide à la décision publique.

Par exemple, s'agissant de l'étude sur les villes polycentriques, une des leçons en termes de politique publique est également que le phénomène de périurbanisation n'est pas nécessairement la seule conséquence d'une baisse des coûts de transport pour les ménages (ou d'une amélioration du système de transport), et que, par conséquent, lutter contre la périurbanisation en augmentant le coût de la mobilité ne s'avérera pas nécessairement efficace. En effet, si on considère dans l'équation les interactions possibles à long terme entre les entreprises et les salariés sur les marchés du travail, la force des incitations issues d'un coût de la mobilité élevé peut pousser à la création de zones d'emploi en dehors du centre des agglomérations.

Autre exemple dans le même ordre d'idée en matière de ségrégation urbaine. Un renchérissement uniforme des coûts de la mobilité ne prenant pas en compte la distribution des revenus et des valeurs du temps dans la population peut produire des effets contre-productifs. Un péage urbain, ou un renforcement des contraintes pour accéder au centre en voiture particulière peut par exemple renforcer la ségrégation en poussant les ménages aux plus faibles revenus vers les périphéries plus lointaines, tout en leur interdisant l'accès aux centres villes dont les prix fonciers s'élèveraient consécutivement à une hausse des coûts de la mobilité. Dès lors, il y aurait un conflit entre un objectif d'efficacité et un objectif d'équité. Dans le cas d'une configuration urbaine différente, dans laquelle la part des ménages modestes dans les centres villes est suffisamment importante, au contraire, un péage urbain pourrait permettre d'améliorer l'efficacité du système de transport tout en améliorant l'équité entre les ménages résidant au sein d'une agglomération (Voir par exemple Bureau and Glachant, 2008 ; De Palma et al, 2012, sur la relation péage - équité - localisation).

Bien évidemment, ces travaux mettent aussi en évidence une certaine inertie des agents dans la mesure où les choix adoptés nécessitent un certain degré d'apprentissage. On peut penser que cette inertie est encore plus forte dans la réalité, et par conséquent, que l'impact des politiques publiques n'est sans doute significatif qu'à partir d'une certaine durée, ce qui pose la question de la pérennité de l'action publique. Par exemple, dans l'expérimentation menée sur la compétition possible entre deux agglomérations du point de vue de la variété des biens de consommation disponibles, cette variété étant appréciée diversement par les ménages, le modèle théorique prévoit que seule une des agglomérations peut être pérenne à terme. Or, les expérimentations menées montrent qu'un certain équilibre entre les agglomérations peut exister à partir du moment où les goûts des consommateurs sont suffisamment hétérogènes, de sorte qu'il existe une spécialisation de chaque ville. Par conséquent, les régions ou les villes qui cherchent à relancer leur économie ou à stimuler leur attractivité en adoptant des stratégies de « niche », plutôt que de chercher à fournir biens et services de la manière la plus exhaustive aux ménages et aux entreprises, ont sans doute raison car elles profitent de cette hétérogénéité des préférences qui est une force de dispersion au sein du territoire. **Du point de vue des politiques publiques locales, la mise en place de stratégies de « niche » visant à proposer certains services publics ou certaines aménités spécifiques peut donc s'avérer être une stratégie**

gagnante, tant en termes d'attractivité des territoires que de pérennité.

Cet ensemble de travaux expérimentaux a permis selon nous de mettre en **évidence la réalité des arbitrages économiques entre coûts des transports et coûts fonciers dans les choix de localisation.**

Un dernier point qui reste à étudier concerne la prise en compte des coûts environnementaux du transport. En particulier, la thématique de la ville compacte née de la reconnaissance des coûts de l'étalement urbain (Downs, 1994) s'interroge sur la nécessité de pratiquer des politiques de densification des activités et des habitats. Toute une littérature portant sur ce thème, ou celui connexe de la « ville intelligente », cherche à dénouer l'écheveau des effets d'une politique de densification des habitats permettant de limiter les externalités des déplacements en termes de pollution sonore et atmosphérique. En particulier, il n'est pas certain que les politiques de densification soient vertueuses du point de vue environnemental (Voir Veneri (2010) pour une évidence empirique dans le cas de l'Italie, et Gagné et al. (2012) pour une modélisation théorique, ou encore Neuman (2005) pour une synthèse critique). Par ailleurs, du point de vue du bien être social, les effets positifs en termes environnementaux pourraient être compensés par des effets négatifs en termes de consommation pour les ménages, par exemple si les surfaces de logement diminuaient trop drastiquement. Toutefois, en l'état actuel, la question reste ouverte et il est difficile de trancher. L'expérimentation de laboratoire est un bon moyen d'isoler clairement les différentes variables à l'œuvre et le lien entre politique de densification, rente foncière et coûts environnementaux des transports. C'est précisément l'objet de la dernière étude expérimentale réalisée avec le département économie de l'INRA de Rennes. Les premiers éléments de résultats laissent augurer que la ville compacte n'est pas nécessairement bonne du point de vue des déplacements et des émissions environnementales qui en résultent. Si une politique drastique semble être efficace du point de vue de la pollution, une politique moins volontariste aboutit à plus de déplacements que dans une situation où il n'y a aucune régulation concernant la densité urbaine.

Bien évidemment, face à ces résultats on peut avoir deux interrogations. Le premier est la dimension apparemment triviale de nos expérimentations, celles-ci confirmant assez largement le plus souvent (au moins à un niveau macroscopique) les prédictions du modèle théorique. Dès lors quelle est l'utilité de ces expérimentations de laboratoire ? Précisément, l'utilité est d'avoir proposé un test de validité de la théorie, autant que des données nouvelles sur ces

questions de localisation en milieu urbain. Or, si un test peut être négatif, il peut être aussi positif ! L'économie expérimentale n'a pas toujours abouti à une remise en cause profonde des modèles théoriques proposés par l'analyse économique. Pour reprendre un exemple canonique, Vernon Smith explique très bien que, lorsqu'il a observé en laboratoire une convergence rapide d'un marché expérimental vers des prix et quantités d'équilibre, il a été relativement surpris par le fait que cette convergence s'obtenait en délivrant une quantité d'information assez limitée aux participants, et ne nécessitait pas de respecter l'hypothèse d'information parfaite posée comme une condition nécessaire dans tout manuel d'économie de base. Plus surprenant encore, alors que l'on suppose l'atomicité des marchés (i.e., un grand nombre d'acteurs sur le marché qui sont tous preneurs de prix), même en ayant un nombre très limité d'offreurs et de demandeurs (4 vendeurs 4 acheteurs par exemple), on avait encore une convergence rapide vers l'équilibre de marché²⁰. Pour d'autres situations envisagées par la théorie économique, le test a au contraire été négatif (la plupart des participants aux expérimentations sont incohérents dans le temps, ont des préférences non transitives, voire ne respectent pas un axiome minimal de rationalité comme la monotonie).

Ce programme d'expérimentation en laboratoire sur la question des choix de localisation a toutefois amené des résultats non triviaux, qui confirment la capacité des agents économiques à se coordonner en dépit d'arbitrages complexes. De nombreuses interrogations subsistent, constituant autant de prolongations potentielles, comme la question du choix modal, de la congestion des infrastructures, ou du rôle des propriétaires fonciers et des promoteurs immobiliers dans la dynamique urbaine.

20 Voir le billet très instructif d'un ancien étudiant de Vernon Smith sur cette question : <http://www.econlib.org/library/Columns/CourseyVSmith.html> .

Chapitre 7. Réalisations et valorisations

Le programme LOCEX a été le support d'un séjour en tant que *visiting academics* pour deux membres du projet (Laurent Denant-Boemont et Sabrina Hammiche), ce pour une durée de 6 mois, et a permis la collaboration avec trois professeurs de l'ITLS, University of Sydney Business School. En particulier, à la fin du séjour, une expérimentation impliquant près de 300 participants de l'University of Sydney a été réalisée au sein du Behavioral Lab de la Faculty of Social Sciences par Laurent Denant-Boemont, Sabrina Hammiche et Elven Priour (assistant-ingénieur CNRS, CREM LABEX-EM)

Le programme LOCEX a permis directement et indirectement la réalisation d'un document de travail portant sur une modélisation théorique en économie géographique (H. Busson) et de 5 expérimentations de laboratoire, 4 ayant été menées à Rennes et la dernière à l'Université de Sydney. Ces expérimentations sont en cours de valorisation, certains documents de travail étant déjà publics, d'autres étant en cours d'achèvement.

Colloques, workshops et séminaires

a) Conférences et colloques internationaux

Why Central Paris is rich and Downtown Detroit poor? A laboratory experiment (Henri Busson and Laurent Denant-Boemont)

- *North American ESA Conference*, Santa Cruz, California, USA, november 2013.
- Urban Economic Association Conference, St Petersburg, août 2014.
- ASFEE Days, Lyon, 22-24 juin 2013.
- Séminaire d'économie appliquée du CREM, avril 2012.

Transport costs and the structure of cities: A laboratory experiment (Michiel Bliemer, Laurent Denant-Boemont, Sabrina Hammiche, David Hensher and Corinne Mulley)

- *North American ESA Conference*, Santa Cruz, California, USA, november 2013.

- Séminaire d'économie appliquée du CREM, novembre 2013.
- Workshop SMART LERECO-CREM, juin 2012.

Does History fully determine the spatial repartition of human capital? (Henri Busson)

- Urban Economic Association Conference, St Petersburg, août 2014.
- Urban Economic Association Conference, Washington, novembre 2014.

Agglomeration and Trade, a laboratory experiment (Henri Busson)

- ASFEE Days, Besançon, mai 2014

b) Séminaires et workshops invités

- Laurent Denant-Boemont (2013), *Transport Costs and Location Choices in Urban Areas: Evidence from Laboratory Experiments*, Seminar of the School of Civil and Environmental Engineering and Research Centre for Integrated Transport Innovation, 11th, July 2013.
- Laurent Denant-Boemont (2015), *Polycentric City: A Laboratory Experiment*, Seminar GATE L-SE in Saint-Etienne, Jeudi 22/01/2015.
- Laurent Denant-Boemont (2015). *Is Compact City Really Greener ? A Laboratory Experiment*, Chaire Economie du Climat, FLM, Paris, 22/02/2015.

c) Session contributive, Congrès de l'AFSE, 22-24 juin 2015 « Urban structure, transportation and the environment »

Chapitres d'ouvrage et publications

- Denant-Boemont L. and S. Hammiche (2013). L'économie expérimentale et la ville, in *Ville et Mobilité*, Economica.

La plupart des chapitres hors annexes sont en cours de finalisation, et devront être soumis après présentations dans divers colloques et séminaires aux meilleures revues de champ en économie urbaine/géographique ou économie des transports. Le chapitre 3 sera soumis à *Regional Science and Urban Economics*. Le chapitre 4 à *Annals of Regional Science* et le chapitre 5 à *Journal of Urban Economics*.

Financements et moyens additionnels

- Université de Rennes 1 (2013) : 5000 euros, Défis Emergents.
- University of Sydney Business School (2012) : 25 000 AU\$ sur le projet LOCEX au titre de *visiting academic*.
- Fondation Rennes 1 : Semestre d'innovation (CRCT) obtenu par Sabrina Hammiche sur le projet LOCEX
- Conseil National des Universités : Semestre CRCT obtenu par Laurent Denant-Boemont sur le projet LOCEX
- Prof. Michiel Bliemer invité comme visiting professor à l'Université de Rennes 1, Faculté des sciences économiques, du 8/04/2013 au 21/04/2013.
- Invité comme *visiting professor* par l'University of New South Wales, School of Civil and Environmental Engineering du 30/06 au 21/07 2013 (2 jours passés à l'ITLS sur le projet LOCEX).

Chapitre 8. Bibliographie

- Afriat S. (1967). The construction of a utility function from expenditure data. *International Economic Review*, 8, 67-77, 1967.
- Alonso, W., (1964). *Location and land use*. Cambridge, Harvard University Press.
- Anas A., Arnott R and K. A. Small (1998). Urban Spatial Structure. *Journal of Economic Literature*, 36 (3), 1426-1464.
- Anderson L.R., Freeborn, B.A., Holmes, J., Jeffreys M., Lass, D. and J. Soper (2010). Location, Location, Location! A Classroom Demonstration of the Hotelling Model. *Perspectives on Economic Education Research*, 6 (1), 48-71.
- Arnott, R. (1979). Optimal city size in a spatial economy. *Journal of Urban Economics*, 6 (1), 65-89.
- Arnott, R. (1980). A Simple Urban Growth Model with Durable Housing. *Regional Science and Urban Economics*, 10(1980), 53-76.
- Banerjee, A. and E. Dufflo (2009). The Experimental Approach to Development Economics), *Annual Review of Economics*, 1, 151-178, September 2009.
- Barro, Robert J., and Xavier Sala-i-Martin (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251.
- Bellemare, C., Kroger, S., 2003. On representative trust. Working Paper. Tilburg University.
- Bergman, M., Dirk Mateer G., M. Reksulak M., Jonathan C. Rork, J.C., Wilson, R.K. and D. Zirkle (2009). Your Place in Space: Classroom Experiment on Spatial Location Theory. *Journal of Economic Education*, fall, 405-421.
- Berry C.R. and Glaeser E. (2005). The divergence of human capital levels across cities. *Papers in Regional Science*, 84 (3), 407-444.
- Bertaud, A. and Brueckner J.K. (2005). Analyzing building-height restrictions: predicted impacts and welfare costs. *Regional Science and Urban Economics*, 35, 109-125.
- Brueckner, J.K. (2001). Urban Sprawl: Lessons from Urban Economics, in: Gale, W.G., Pack, J.R. (Ed.): *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs*, pp. 65-89. Washington, DC: Brookings Institution.
- Brown-Kruse J. and Shenk D.J. (2000). Location, cooperation and communication: An experimental examination. *International Journal of Industrial Organization*, 18, 59-80.
- Brown-Kruse, J., Cronshaw, M.B., Schenk, D.J., 1993. Theory and experiments on spatial competition. *Economic Inquiry* 31 (1), 139-165.
- Brueckner, Jan K and Fansler, David A, 1983. The Economics of Urban Sprawl: Theory and Evidence on the Spatial Sizes of Cities. *The Review of Economics and Statistics*, 65 (3), 479-82.

- Bureau, B. & Glachant, M., (2008). Distributional effects of road pricing: Assessment of nine scenarios for Paris, *Transportation Research Part A*, 42(7), pages 994-1007, August.
- Burns R. (2008). *Housing Costs and Affordability in Australia*. Working paper, Curtin University of Technology.
- Cambien A. (2011). La modélisation urbaine : une approche historique, in Antoni J.P. (éd.), *Modéliser la ville*, economica, Paris.
- Camerer, C. F. (2002). *Behavioral game theory: Experiments on strategic interaction*. Princeton: Princeton University Press.
- Camerer, C.F., Hogarth, R.M., (1999). The effects of financial incentives in experiments: a review and capital -labor-production framework. *Journal of Risk and Uncertainty*, 7-42.
- Cameron, L.A., (1999). Raising the stakes in the ultimatum game: experimental evidence from Indonesia. *Economic Inquiry* 37, 47-59.
- Cavailles J., Gagné C and Thisse J.F. (2004). *Trade Costs versus Urban Costs – Do Jobs move to the suburbs or to the sticks?* Working paper.
- Cavailles J., Gagné C., Tabuchi T. and Thisse, J.F. (2007). Trade and the structure of cities. *Journal of Urban Economics*, 62, 383-404.
- Collins, R. and K. Sherstyuk (2000). Spatial competition with three firms: An experimental study. *Economic Inquiry*, 38 (1), 73-94.
- Combes P.P., Mayer T. and J.F. Thisse (2008). *Economic Geography: The integration of Regions and Nations*. Princeton University Press.
- Cooper D.J. and Fang H. (2008). Understanding overbidding in second price auctions: An experimental study. *Economic Journal*, 118, 1572-1595.
- Crozet, Y. (2009). The prospects for inter-urban travel demand, *International Transport Forum*, discussion paper n° 2009-14.
- Coulombel N. et Leurent F. (2013). Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport : une réponse dans le cas francilien. *Economie et Statistique*, 457-458.
- Croson, R. and U. Gneezy (2009). Gender differences in preferences. *Journal of Economic Literature* 47 (2), 448-474.
- D'Aspremont C., Gabszewicz J. and Thisse J.F. (1979). On Hotelling's « stability in competition ». *Econometrica*, 47, 5, 1145-50.
- de Palma, A., Monchambert G., Picard, N., Proost S., de Lapparent, M., Fosgerau M., Lindsey, R. and M. Kilani (2012). *Tarifcation des transports individuels et collectifs à Paris. Dynamique de l'acceptabilité*, Rapport final PREDIT, octobre, 142 p.
- Devereux, M. P. & Griffith, R. and Simpson, H. (2007). Firm location decisions, regional grants and agglomeration externalities. *Journal of Public Economics*, Elsevier, 91(3-4), 413-435.
- Downs, A. (1994). *New visions for metropolitan America*. Washington, DC: The Brookings Institution.

- Duranton G. and Overman H.G. (2005). Testing for Localization Using Micro-Geographic Data. *Review of Economic Studies*, 72(4), 1077-1106.
- Duranton G. and D. Puga (2005). From sectoral to functional urban specialisation. *Journal of Urban Economics*. 57 (2), 343-370.
- EEA. 2006. *Urban sprawl in Europe - The ignored challenge*. European Environment Agency report 10. Office for Official Publications of the European Communities.
- Falk, A. and Fehr, E. (2003). Why labour market experiments ? *Labour Economics*, 10, 399-406.
- Falk A. and Heckman J. J. (2010). Lab experiments are a major source of knowledge in the social sciences. *Science*, 326(5952), 535-38.
- Fehr, E. and Schmidt, K., 1999. A theory of fairness, competition, and cooperation. *Quarterly Journal of Economics*, 114 (3), 817-868.
- Frankenhauser P. et Tannier C. (2010). *Développement urbain fractal sous contraintes d'accessibilités – Modèles et outils d'aide à la décision pour l'aménagement urbain*, PREDIT, MEEDDM - CGDD/DRI.
- Friedman, D., Sunder, S., (1994). *Experimental Methods. A Primer for Economists*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Fujita M. and Thisse J.F. (2002). *Economics of Agglomeration – Cities, industrial location and regional growth*, Cambridge University Press, The University of Cambridge.
- Fujita M. (1989). *Urban Economic Theory. Land Use and City Size*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fujita M. and Ogawa H. (1982). Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional Science and Urban Economics*, 12, 161-196.
- Gagné C., Riou S. and J.F. Thisse (2012). Are Compact Cities Environmentally Friendly? *Journal of Urban Economics*, 72, 123-136.
- Glaeser, E.L. and Kahn, M.E. (2004). Sprawl and Urban Growth, in Henderson, J.V. and Thisse, J.F. (Eds): *Handbook of Urban and Regional Economics*, volume IV, pp.2498-2527. Elsevier, Amsterdam
- Glaeser E.L. and G.A.M. Ponzetto (2010). Did the death of distance hurt Detroit and help New York? *NBER Chapters in Agglomeration Economics*, 303-337.
- Haas, P.M., Makarewicz, C., Benedict A., Sanchez T.W. and Dawkins C. (2006). *Housing & Transportation Cost Trade-offs and Burdens of Working Households in 28 Metros*. Technical report, Center for Neighborhood Technology and Virginia Tech.
- Harrison, G.W., Lau, M.I., Williams, M.B., (2002). Estimating individual discount rates in Denmark: a field experiment. *American Economic Review*, 1606-1617.
- Hensher D., Truong T., Mulley C. and R. Ellison (2012). *Assessing the Wider Economy Impacts of Transport Infrastructure Investment with an Illustrative Application to the Northwest Rail Link Project in Sydney*, Australia. Technical Report.

- Hoffman, E., McCabe, K., Smith, V., 1996. On expectations and the monetary stakes in ultimatum games. *International Journal of Game Theory* 25, 289-301.
- Holt, C.A., Laury, S.K., 2002. Risk aversion and incentive effects. *American Economic Review*, 1644-1655.
- Hotelling H. (1929). Stability in competition. *The Economic Journal*, 39 (153), 41-57.
- Huck S, Muller W. and N.C Vriend (2004). The east end, the west end, and King's Corss: On clustering in the four-player Hotelling Game. *Economic Inquiry*. 40 (2), 231-240.
- IAU Ile-de-France (2010). Les îlots de chaleur urbains. Répertoire de fiches connaissance, Paris.
- IAURIF (2007). Système tarifaire des transports collectifs : éléments de réflexion, <http://www.iau-idf.fr/detail/etude/systeme-tarifaire-des-transports-collectifs-elements-de-reflexion-1.html> .
- Kagel, J. (1995). Auctions: A survey of experimental research. In Kagel, J. and Roth, A.E. (eds), *Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press.
- Kagel, J. and Levin, D. (2008). Auctions : A survey of experimental research, 1995-2008. In *New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave MacMilan.
- Kulish M. & Richards A. & Ch. Gillitzer, (2012). Urban Structure and Housing Prices: Some Evidence from Australian Cities, *The Economic Record*, The Economic Society of Australia, 88(282), 303-322.
- Krugman P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99 (3), 483-499.
- Krugman P. (1998). What's new about the new economic geography? *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 7-17.
- Lucas, R.E. and E. Rossi-Hansberg (2002). On the internal structure of cities. *Econometrica*. 70 (4), 1445-1476.
- McMillen, D. P. (2007). Testing monocentricity, Chapter 9, in Arnott, R. and D.P. Mc Millen (eds.), *A Companion to Urban Economics*, Blackwell.
- Mills, E. S., and de Ferranti, D. M. (1971). Market choices and optimum city size. *The American Economic Review*, Papers and Proceedings, 61, 340-5.
- Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme Conseil général des Ponts et Chaussées Ministère de l'Économie et des Finances Direction de la Prévision (1997). *Transports urbains et calcul économique*, document de travail 97-1.
- Mountford, H. and King, R. (2015). Why smart growth cities are safer, healthier, and wealthier. (<http://thecityfix.com/blog/new-climate-economy-sprawl-cities-sustainable-urban-development-helen-mountford-robin-king/>)
- Muth R F. (1969). Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use. Chicago, University of Chicago Press, 1969. 355 p.
- Neuman M. (2005). The compact city fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 25, 11-26.
- ONERC (2011). *Villes et adaptation au changement climatique*. Rapport au Premier Ministre et au Parlement, la documentation française, Paris.

- Ostbye S. and E. Heen (2010). *Empirical testing of New Economic Geography models using economic experiments*. Working paper.
- Ottaviano G., Tabuchi T. and J.F. Thisse (2002). Agglomeration and Trade Revisited. *International Economic Review*, 43 (2), 409-436.
- Paulsen, K. (2012). Yet even more evidence on the spatial size of cities: Urban spatial expansion in the US, 1980-2000. *Regional Science and Urban Economics*, 42, 561-568.
- Ricardo, D. (1817). On the principles on political economy and taxation, <http://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html>.
- Saint-Paul G. (2008). *Brain Drain: Some Evidence from European Expatriates in the United States*, Introduction by Gilles Saint-Paul, CESifo Forum, Ifo Institute for Economic Research at the University of Munich, vol. 9(3), pages 19-27, October.
- Saxenian A. (2005). From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China. *Studies in Comparative International Development*, 40 (2), 35-61.
- Schelling T. (1960). *The strategy of conflict*. Harvard University Press.
- Sierra Club (1998). *Sprawl: The dark Side of the American Dream*, Sierra Club Sprawl Report.
- Sippel R. (1997). An experiment on the pure theory of consumer's behaviour. *The Economic Journal*, 444, 1431-1444.
- Solow, R. M., and Vickrey, W. S. (1971). Land use in a long narrow city. *Journal of Economic Theory*, 3, 430-47.
- Thisse J.F. (2010). Towards a unified theory of economic geography and urban economics. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 281-296.
- Veneri, P. (2010). Urban polycentricity and the social costs of commuting. *Growth and Change*, 41(3), 401-429.
- Von Thünen, J.H. (1826). *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie*, Hambourg.
- Winqvist K. (1999). Le consommateur européen en 1994. *Statistique en bref, population et conditions sociales*.
- World Bank (2008). *Urbanization, Agglomeration, and Economic Development*. Commission on Growth and Development.

Chapitre 9. Annexes

Cet annexe fait un bref descriptif des recherches en cours de développement et en large partie inachevées, ou au contraire ressortant de modélisations purement théoriques et dont le rapport direct avec l'objet de la recherche LOCEX est plus éloigné. Toutefois, tous ces développements en cours portent sur la même question du choix de localisation des agents, firmes ou ménages).

9.1. Inégalités spatiales et anticipations des salariés : le rôle de l'hétérogénéité des qualifications dans le modèle de Krugman

Henri Busson (CREM et Université Rennes 1)

9.1.1. Motivation

Aux Etats-Unis, les régions possédant plus de capital humain ont tendance à attirer les travailleurs les plus qualifiés (e.g., Glaeser and Berry, 2005). En conséquence, les régions les plus pauvres ne rattrapent plus les régions les plus riches (e.g. Barro and Sala-i-Martin, 1992). Beaucoup de travailleurs européens parmi les plus qualifiés choisissent d'émigrer aux Etats-Unis ce qui pourrait nuire de manière significative à la croissance européenne (e.g. Saint Paul, 2008).

Enfin pour finir, la ville de Detroit est actuellement en faillite après avoir été la ville la plus prospère aux Etats-Unis au 20^e siècle. Des tensions raciales et le processus de désindustrialisation peuvent expliquer ce revirement de situation. Mais une ville comme New York a pu se réinventer et se reconstruire après avoir eu des difficultés. Alors qu'à Detroit, le

faible niveau de qualification de la main d'œuvre est un frein à la reconversion des activités économiques de la ville.

Néanmoins on peut aussi observer des cas de « *Reverse Brain Drain* ». En effet, des entrepreneurs chinois et indiens choisissent de retourner dans leur pays d'origine après s'être expatriés. Parmi les raisons évoquées, il y a les liens familiaux, mais aussi le faible coût de la main d'œuvre locale (e.g. Saxenian, 2005).

Ce travail a pour but de répondre aux questions suivantes : peut-on encourager les phénomènes de *reverse brain drain* ? Peut-on faire en sorte que les immigrés qualifiés aillent de nouveau dans des régions à faible capital humain ?

9.1.2. Modélisation théorique et principaux résultats

Pour aborder ces problèmes, une extension d'un modèle précédemment élaboré par Paul Krugman « *History Versus Expectations* » a été élaborée en introduisant de l'hétérogénéité dans les travailleurs.

La nouvelle économie géographique consiste à étudier les phénomènes d'agglomération. Ce sont des modèles à deux villes, les travailleurs se déplacent dans la ville à laquelle ils associent le plus grand bien être. Mais la plupart des modèles sont statiques : les travailleurs vont dans la ville A à l'instant t si le bien être dans cette ville est supérieur à la ville B à cet instant. Ce sont des modèles où des rendements d'échelle apparaissent : plusieurs travailleurs produisent plus que la somme de ce qu'ils produiraient s'ils étaient seuls.

Le modèle de Krugman dans l'article « *History Versus Expectations* » (Krugman, 1991) est à l'inverse un modèle dynamique. Il permet de mieux prendre en compte les mouvements de population. Les travailleurs vont dans la ville A s'ils pensent que ce sera un meilleur lieu en termes d'attributs futurs. Par conséquent, l'équilibre présent des localisations peut dépendre fortement des anticipations des ménages/salariés sur la qualité future des villes.

L'hétérogénéité a été introduite au niveau des qualifications : dans le modèle, il y a les travailleurs qualifiés et les non qualifiés.

Le principal résultat est le suivant : il y a deux types d'équilibres. Ceux où les travailleurs qualifiés et les travailleurs non qualifiés sont dans la même région et ceux où chacun est dans une région différente. Ces équilibres ne sont absolument pas déterminés : l'action publique peut donc essayer d'orienter les travailleurs vers un nouvel équilibre où il y a moins d'inégalités en capital humain entre les régions.

Le principal résultat de Krugman était le suivant : si les taux d'intérêt sont élevés et les rendements d'échelle faibles, alors l'équilibre final est déterminé, il n'y a pas de place pour

l'action publique. La réciproque (taux d'intérêt faibles et rendements d'échelle forts) laisse au contraire une chance de changer le cours des choses.

En introduisant l'hétérogénéité dans les travailleurs, absente du modèle de Krugman, les résultats diffèrent. Pour un taux d'intérêt fort et des rendements d'échelle faibles, il est toujours possible d'avoir un effet grâce à l'action publique, à condition que l'impact des travailleurs non qualifiés sur la productivité des travailleurs non qualifiés soit suffisamment fort. Il faut aussi que les travailleurs qualifiés soient suffisamment nombreux.

Le modèle de base comprend uniquement les choix d'une ville selon les salaires. Mais heureusement, notre résultat possède une portée plus générale. En effet, le modèle peut facilement être adapté et prendre en compte un choix de ville selon des critères beaucoup plus complexes. Dans ce cas la généralisation du résultat peut être décrite de la manière lapidaire suivante : *l'action publique peut essayer de ramener les émigrés qualifiés vers des zones à faible capital humain si les travailleurs peu qualifiés exercent des externalités positives suffisamment fortes sur ces derniers.*

9.1.3. Perspectives en termes de politique publique et d'aide à la décision

Notre modèle permet de rendre compte du retour des immigrés chinois et indiens dans leur pays. En effet, ces derniers rentrent car la main d'œuvre locale n'est pas chère. Autrement dit, les travailleurs peu qualifiés accroissent le bien être des entrepreneurs.

En ce qui concerne Detroit, les choses semblent plus compliquées. En effet, la criminalité est élevée dans cette ville, ce qui serait plutôt une externalité négative. Le gouverneur du Michigan a cependant récemment accordé 50 000 visas pour essayer d'attirer les travailleurs qualifiés.

Pour l'émigration des travailleurs hautement qualifiés aux Etats-Unis il faudrait essayer de mettre en place des politiques valorisant les externalités positives de migrants moins qualifiés. Par exemple, si beaucoup de chercheurs partent aux USA, certains pourraient revenir si on valorisait davantage les possibilités de travail avec les chercheurs déjà sur place en Europe.

Il existe également deux exemples de villes ayant réussi à se renouveler : New York et Bilbao. Bilbao a construit le musée Guggenheim ce qui a grandement accru le tourisme (e.g. Plaza 1999). Mais la ville de New York, quant à elle, a réussi à se réinventer grâce à sa main d'œuvre qualifiée et à l'immigration. En effet, seules les villes disposant d'un capital humain suffisant réussissent à s'adapter aux chocs économiques (e.g., Glaeser, 2003).

Le manque de capital humain dans une ville a également d'autres inconvénients : dans de telles villes, les pauvres ont tendance à le rester.

9.2. Les choix de localisation des entreprises en présence d'incertitude sur la demande des consommateurs : une expérimentation à la Hotelling

*Aurélie Bonein (Université de Rennes 1 et CREM
CNRS)*

Stéphane Turolla (SMART INRA)

9.2.1. Principe de l'expérimentation

L'objectif de cette expérimentation en laboratoire est d'évaluer l'impact économique d'une incertitude relative à la demande des consommateurs sur les décisions des entreprises en termes de choix de localisation et de prix des biens. Il faut souligner que, même si on suppose une demande certaine répartie sur un territoire donné, le principe de différenciation minimale posé par Hotelling, n'est pas vérifié d'un point de vue théorique (d'Aspremont et al, 1979) et, au contraire, si les entreprises choisissent des couples localisation/prix, le principe de différenciation va jouer afin d'instaurer des monopoles locaux en subdivisant les marchés. Dès lors, l'introduction de localisations différentes des consommateurs va déboucher sur des problèmes habituels de concurrence imparfaite.

9.2.2. Design expérimental

Le design expérimental consiste en un jeu séquentiel à deux étapes, dans lequel 2 firmes choisissent d'abord simultanément leur localisation puis ensuite le niveau des prix. Ce choix n'est fait que lors de la première période d'interaction, les 4 périodes suivantes consistant en une simple concurrence en prix à localisation donnée. Par conséquent, chaque choix de localisation s'applique sur 5 périodes durant lesquelles les entreprises choisissent leur prix. Cette séquence de 5 périodes successives est répétée à 6 reprises, les partenaires restant identiques sur l'ensemble des 30 périodes de jeu ($5 * 6$) (design de type « *partner matching* »). Différents traitements sont mis en œuvre afin d'étudier l'impact d'une incertitude concernant la demande des consommateurs sur les stratégies de localisation et de prix des entreprises. Les consommateurs, qui sont homogènes dans leurs préférences (mais hétérogènes dans leurs localisations), sont simulés par l'ordinateur. L'incertitude repose sur la localisation exacte des consommateurs, cette incertitude étant levée pour les firmes dès lors qu'elles ont fait leur choix de localisation.

Plus exactement, trois traitements sont mis en œuvre. Le premier traitement, qui joue le rôle de *benchmark*, suppose que la localisation des consommateurs est parfaitement connue des firmes (distribution uniforme de 7 consommateurs sur les 7 slots possibles de localisation). Les traitements 2 et 3, respectivement d'incertitude basse et d'incertitude élevée, introduisent des slots de localisation additionnels sur lesquels les consommateurs sont potentiellement localisés. Le traitement 2 ajoute 4 slots possibles de manière symétrique par rapport au traitement *benchmark*, tandis que le traitement 3 en ajoute 8 (on passe donc d'un total de 7 slots de localisation à 11 dans le traitement 2 et à 15 dans le traitement 3).

Le *design* est de type « *between subjects* », chaque participant n'étant exposé qu'à un seul traitement.

Du point de vue des prédictions théoriques, si on suppose les firmes neutres vis à vis du risque, l'existence d'incertitude devrait pousser les firmes à se différencier plus fortement du point de vue de leurs localisations par rapport au *benchmark*, leur politique de prix restant inchangée. Si les firmes sont averses au risque, alors cette prédiction théorique est affectée en présence d'incertitude : les prix fixés sont plus bas (effet de compétition plus fort) et la différenciation spatiale est moins forte (les firmes se localisent plus près l'une de l'autre). Dans le cas de firmes risquophiles, la différenciation spatiale est au contraire plus importante, les prix étant toujours plus bas. Comme on le voit, les préférences des firmes vis à vis du risque modifient largement les prédictions théoriques et donc les résultats attendus. Pour cette raison, si on

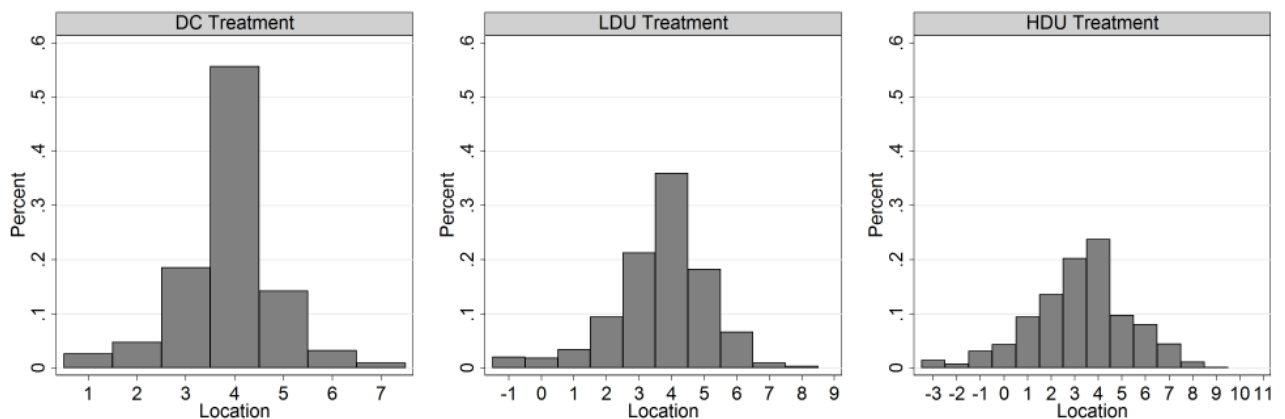
revient au design expérimental, une fois que les participants ont joué le jeu de localisation-prix décrit ci-dessus, on mesure leur préférence individuelle dans une seconde étape expérimentale en leur proposant des choix de loteries.

9.2.3. Premiers résultats

24 sessions de 16 participants ont été organisées en octobre 2013 au sein du LABEX-EM de l'Université Rennes 1 (soit 384 participants). Pour chaque traitement, 8 sessions ont été réalisées, ce qui donne un total de 64 paires d'observations.

Les localisations observées dans les trois traitements sont représentées dans le graphique ci-dessous. Le graphique de gauche correspond au benchmark (*Demand Certainty Treatment* - DC Treatment), celui du milieu au traitement 2 (*Low Demand Uncertainty Treatment*) et le graphique de droite au traitement 3 (*High Demand Uncertainty Treatment*).

Graphique 9.1.2.1. Distribution des choix de localisation des firmes dans les trois traitements



On observe d'une part que les localisations les plus fréquemment choisies, quel que soit le traitement, correspondent au slot central, ce qui n'est pas totalement cohérent avec les prédictions théoriques, mais est curieusement proche de l'intuition de Hotelling (1929), tout du moins pour ce qui concerne le graphique de gauche pour lequel la demande est connue avec certitude. L'observation importante concerne l'effet de l'incertitude sur les choix de localisation des firmes. **L'existence d'une demande incertaine du point de vue de la**

localisation des consommateurs pousse les firmes à se protéger du risque en se différenciant spatialement de manière plus forte (même si le slot central reste le slot modal du point de vue des choix).

Par ailleurs, du point de vue des prix, l'observation expérimentale met en évidence que, quand les firmes se différencient spatialement peu, la compétition sur les prix est beaucoup plus forte, et ce d'autant que l'incertitude sur la demande est grande. Au contraire, quand la différenciation spatiale est forte, la compétition sur les prix est beaucoup plus modérée. Ainsi, **l'espace joue comme une barrière de protection** pour les firmes soumises à une concurrence d'autant plus exacerbée que la demande des consommateurs est incertaine.

9.3. Phénomènes d'agglomération et commerce : une expérimentation

Henri Busson (CREM/Rennes 1)

Laurent Denant-Boemont (CREM/Rennes 1)

9.3.1. Motivation

Des phénomènes d'agglomération de l'activité économique peuvent être observés aussi bien dans les pays en voie de développement (World Bank [2008]) que dans les pays développés (Duranton and Overman (2005), Devereux et al. (2007)). Les modèles de Nouvelle Economie Géographique permettent de rendre compte de ces phénomènes.

Glaser et al. (2003) remarquent que, compte tenu de la diminution des coûts de transport, les agglomérations urbaines doivent rester attractives pour les ménages si elles veulent pouvoir survivre. En effet, les ménages considèrent, dans leurs choix de localisation, les aménités proposées par les villes et la qualité de vie perçue en leur sein. Ces aménités ou cette qualité de vie constituent des forces d'agglomération. Dès lors, il est important de considérer ces dimensions dans les préférences des consommateurs-résidents potentiels. C'est précisément ce que considère le modèle théorique construit par Ottaviano et al. (2002).

Le but de cette expérience est de tester les prédictions théoriques du modèle établi par Ottaviano, Tabuchi and Thisse (2002). Dans ce modèle, la localisation des consommateurs est

totalelement déterminée par la satisfaction potentielle en termes de consommation de biens et de services. Ce modèle est construit de la façon suivante : les travailleurs ont le choix de vivre entre deux villes. Le modèle prédit qu'en présence de coûts de transport faibles, les agents économiques auront tendance à tous s'agglomérer dans la même ville alors qu'avec des coûts de transports élevés, la moitié des travailleurs ira dans une ville et l'autre moitié ira dans l'autre ville.

La fonction d'utilité est un outil mathématique permettant de mesurer le bien-être. Il a été démontré par Afriat (1967) qu'une telle fonction pouvait être produite à partir de données de consommation réelle. Le problème vient du fait que le modèle utilise une fonction d'utilité qui est d'une forme très particulière. Les résultats du modèle reposent donc sur des hypothèses fortes sur la fonction d'utilité.

Il s'agit aussi d'un modèle dit à « agent représentatif ». Au lieu de modéliser la totalité des décisions de tous les agents économiques, un « consommateur moyen » est utilisé pour simplifier les calculs.

La question posée par l'expérience est la suivante : si les hypothèses sur la fonction d'utilité ne sont pas vérifiées, les résultats du modèle seront-ils différents ? L'agent représentatif peut-il être une bonne approximation du monde réel ? De manière plus fondamentale par rapport à l'objet global de l'étude LOCEX, la question est aussi d'évaluer si, dans un cadre de choix de consommation en laboratoire, on observe, conformément aux résultats d'Ottaviano et al. (2012), des configurations de localisation tendant vers l'agglomération unique, ou, au contraire, une certaine dispersion des consommateurs entre plusieurs agglomérations.

9.3.2. Design expérimental

Se basant sur un protocole expérimental élaboré par Sippel (1997), des biens réels sont utilisés en guise de récompense pour les sujets au lieu de récompenses monétaires.

Nos sessions ont été divisées en deux phases temporelles : une séance le matin durant laquelle les sujets effectuaient des choix de consommation. L'autre le soir, au cours de laquelle les mêmes sujets devaient consommer les paniers de biens choisis au cours de la séance du matin. Cette séance de consommation effective, mise en œuvre en soirée pour s'assurer de la disponibilité des participants, durait au minimum 40 min.

7 familles de biens ont été proposés pour matérialiser un éventail de choix suffisamment large : différents sodas, plusieurs variétés de fruits, des jeux vidéo, des titres musicaux, une série de magazines en ligne et plusieurs pâtisseries.

Au global, 108 étudiants ont participé à ces sessions expérimentales très spécifiques en mars 2014 au LABEX.

Deux traitements différents ont été programmés : un avec des coûts de transport élevés et l'autre avec des coûts de transport faibles, et ont été implémentés en recourant à un design expérimental de type « *between-subjects* ». La moitié des sujets ont effectué le premier traitement tandis que l'autre moitié a été exposée au second traitement.

Chaque session a commencé par une procédure à la Becker - De Groot - Marschak (BDM). Cette procédure est utilisée pour mesurer la disposition à payer des sujets pour chacun des biens proposés. On demande aux sujets d'effectuer des propositions d'enchères en jouant contre l'ordinateur (celui-ci enchérit de façon aléatoire sur un ensemble de valeurs connues des participants et selon une loi de distribution établie clairement), et ce pour une certaine quantité de chaque bien. Si le participant l'emporte, il gagne le droit de consommer la quantité pour laquelle il a enchéri. Cette procédure assurant que les enchères proposées sont parfaitement révélatrices des valeurs individuelles, cela permet de répondre à deux questions. La première consiste à savoir si les sujets étaient intéressés par les biens proposés et la seconde concerne leur relation de préférence entre les biens proposés.

Ensuite, les sujets devaient effectuer une série de choix. Pour chaque choix, ils recevaient une dotation monétaire de 99 unités expérimentales. Les prix des différents biens variaient à chaque traitement, et ce pour chaque bien, de façon à voir comment les sujets réagissaient à des augmentations des prix.

Avec ces données collectées, il est possible de construire l'agent représentatif des choix, en utilisant l'algorithme d'Afriat (1967), et de calculer les quantités de biens qu'il consommerait à l'optimum.

Les sujets devaient choisir entre deux options, chacune représentant la consommation de l'agent représentatif dans l'une des villes. Autrement dit, il y avait deux options, A et B, chacune représentant respectivement la consommation moyenne dans la ville A et dans la ville B. Choisir l'option A revient donc à choisir d'aller vivre dans la ville A.

Le modèle peut parfaitement prédire que les consommateurs iront dans la ville A, alors que dans l'expérience les participants iraient majoritairement dans la ville B. En effet, comme cela a été dit, le modèle base ses prédictions sur une fonction d'utilité reposant sur des hypothèses fortes et peu réalistes (l'utilité associée à une ville dépend uniquement des biens consommés dans cette ville). Ainsi, on peut mesurer l'écart entre les prédictions théoriques et les résultats expérimentaux en dénombrant les sujets qui effectuent un choix contraire aux prédictions théoriques.

Les sujets ont dû effectuer un choix entre les deux options 36 fois par session. Pour chaque choix, les quantités de biens étaient différentes dans les deux options.

9.3.3. Premières observations

Le traitement des données expérimentales est toujours en cours, mais l'on peut déjà avancer quelques faits stylisés qui ressortent d'une observation des choix faits en laboratoire par les participants.

Les prédictions théoriques semblent en partie vérifiées pour des coûts de transport faibles. La majorité des participants choisit bien la ville où il y a le plus de monde (l'équilibre théorique étant, pour mémoire, que tout le monde soit dans la même ville). Mais une part significative de sujets expérimentaux choisit néanmoins la ville où il y a le moins de monde.

Cependant pour des coûts de transport élevés, de nettes différences apparaissent avec les prédictions théoriques. La majorité des sujets choisissant là aussi la ville où il y a le plus de monde ; cependant cet effet apparaît moins nettement que dans le premier traitement.

Ces deux déviations vis-à-vis des prédictions théoriques peuvent s'expliquer de la façon suivante : la fonction d'utilité ne prend pas en compte la diversité des préférences des sujets. Cette hétérogénéité possible des préférences fera l'objet d'une analyse approfondie d'un point de vue statistique.

Chapitre 10. Matériel expérimental

10.1. Instructions de l'expérience décrite dans le chapitre 3 (ville américaine vs ville européenne)

Bienvenue

Merci d'avoir accepté de participer à cette expérience. Ces instructions vous sont personnelles. Si vous les suivez attentivement, vous pourrez, selon vos décisions et celles des autres participants, gagner une somme d'argent non négligeable. Cette somme vous sera payée directement à la fin de la session par chèque tiré sur le Trésor Public.

Principe de l'expérience

Dans cette expérience, vous devrez prendre des décisions au sein d'un groupe de 10 personnes. À chaque partie de l'expérience, vous-même, ainsi que les 9 autres personnes, auront la possibilité d'acheter différentes quantités d'un bien. Pour acheter ce bien, vous obtiendrez au début de chaque partie une **dotation en points**. Par ailleurs, les biens que vous achèterez sont plus ou moins distants géographiquement, et vous devrez acquitter un **coût de transport** pour les obtenir. Plus le bien que vous achèterez sera distant, plus ce coût sera important. Ce bien sera mis en vente au plus offrant, comme cela est expliqué de manière détaillée ci-dessous. Si vous achetez le bien, vous obtiendrez un gain qui dépendra du prix total que vous aurez payé pour ce bien, et également du coût de transport pour l'obtenir. Par ailleurs, en cas d'achat, vous vous acquitterez également de **coûts d'administration de l'achat**. Au bout du compte, ce que vous gagnerez pour chaque partie sera la *différence entre votre dotation et la somme totale que vous avez payée pour*

acheter, moins les coûts d'administration et les coûts de transport. Si vous n'achetez aucun bien, à l'issue de la partie, vous perdrez la dotation qui vous a été donnée et gagnerez 0 point. Puis une autre partie commencera...

À l'issue de l'expérience, nous transformerons vos points en euros sur la base suivante :

1 point gagné = 0,5 euro

Déroulement détaillé de l'expérience

Dans cette expérience, il y a donc 10 participants. Vous ne connaîtrez pas leur identité et leurs décisions au cours de l'expérience. Vous interagirez lors de plusieurs parties (20) avec ces mêmes participants. Cette expérience comportera deux étapes, chaque étape étant composée de 10 parties.

Le groupe de 10 participants auquel vous appartenez sera composé de deux catégories de participants, d'une part les participants X et d'autre part les participants Y. Il y aura 5 participants de la catégorie X et 5 participants de la catégorie Y. Au début de chaque partie, l'ordinateur vous indiquera à quelle catégorie vous appartenez, soit X soit Y. Cette information est privée, les autres participants ne connaîtront pas la catégorie à laquelle vous appartenez, tout comme vous ne saurez pas à quelle catégorie les autres participants appartiennent. La seule chose connue est que, au sein du groupe de 10 personnes avec lesquelles vous allez interagir, il y a 5 participants X et 5 participants Y.

Par ailleurs, aucun des membres de votre groupe ne changera de catégorie au cours de l'expérience. Ainsi, si l'ordinateur affiche que vous appartenez à la catégorie X, vous resterez dans la catégorie X pendant les 20 parties de l'expérience, et cela est vrai pour chaque participant.

Déroulement détaillé de l'expérience

Cette étape 1 comprendra 10 parties durant lesquelles les rôles des participants resteront inchangés. Il en sera de même pour l'étape 2.

Lors de ces 10 parties, les 5 participants de la catégorie X disposent chacun de 120 points pour acheter les unités de bien. Les participants de la catégorie Y disposent quant à eux de 160 points chacun pour acheter le bien. Tant qu'une personne n'aura pas gagné d'enchère dans une partie, elle gardera cette dotation, ce jusqu'à la fin de la partie. Au début de la partie suivante, les compteurs sont remis à zéro, et chaque participant recevra à nouveau la même dotation que précédemment (120 pour les X et 160 pour les Y).

Les coûts d'administration des achats

Chaque participant peut acheter le bien en différentes quantités. Le nombre maximum d'unités du bien que vous pouvez acheter est de 5. Vous pouvez donc acheter, 0, 1, 2, 3, 4 ou 5 unités du bien.

En fonction des quantités achetées, nous retirons les valeurs suivantes en points de votre dotation, au titre de **coûts d'administration** des achats. Le tableau ci-dessous décrit les coûts d'administration des achats qui seront retirés pour les participants X.

Coûts d'administration des achats en points pour les participants X

Quantités du bien achetées	1	2	3	4	5
Coût à retirer	9 points	4,5 points	3 points	2,25 points	1,8 point

Par exemple, si vous êtes un participant X et que vous achetez 3 unités du bien, nous retirons un total de 3 points de votre dotation. Ce coût d'administration n'a rien à voir avec le coût de transport que vous devrez également acquitter, et n'a rien à voir avec le prix que vous allez payer pour avoir ce bien.

Le tableau ci-dessous donne les coûts d'administration qui seront appliqués pour les participants de la catégorie Y.

Coûts d'administration des achats en points pour les participants Y

Quantités du bien achetées	1	2	3	4	5
Coût à retirer	100 points	50 points	33,33 points	25 points	20 points

Si vous êtes un participant Y et que vous achetez 2 unités de bien, le coût d'administration de l'achat sera de 50 points et nous retirerons cette valeur de votre dotation initiale.

Les coûts de transport

Lors de chaque partie, les biens seront mis en vente par ordre de proximité. Dans cette expérience, il y a au total 20 unités de bien qui sont disponibles. La première unité disponible est située à une unité de distance de vous, la seconde unité de bien à 2 unités de distance, ..., la 20^{ème} unité de bien à 20 unités de distance de vous. Pour chaque unité de distance que le bien acheté devra parcourir, il faudra acquitter un coût de transport.

Ce coût de transport par unité de distance sera de 5 points pour les participants de la catégorie X et de 10 points pour les participants de la catégorie Y. Prenons un exemple : si vous êtes un participant de la catégorie X et que le bien que vous avez acheté est distant de 4 unités de distance, alors vous devrez payer un coût de transport de $4 \times 5 \text{ points} = 20 \text{ points}$. Pour l'achat

du même bien, si vous êtes un participant de la catégorie Y, ce coût sera de 4×10 points = 40 points.

Ces points qui représentent le coût de transport seront alors retirés de votre dotation à l'issue de votre achat.

L'achat de biens

Lors de chaque mise en vente, vous êtes en compétition avec les autres participants de votre groupe (soit 9 autres personnes, le groupe étant composé de 10 participants). Un seul participant peut gagner le droit d'acheter des biens à chaque mise en vente, la règle étant celui du plus offrant, ce qui signifie que c'est le participant qui proposera le prix unitaire le plus élevé qui gagnera le droit d'acheter des biens, et que les autres participants devront attendre une nouvelle vente pour gagner à leur tour ce droit. Par ailleurs, les participants ayant déjà gagné le droit d'acheter sont exclus des mises en vente tant que la partie n'est pas terminée.

Les biens les plus proches en termes de transport seront d'abord mis en vente puis, au fur et à mesure, les biens plus distants, ce jusqu'à ce que 10 enchères se soient écoulées (donc tout le monde aura gagné 1 bien sauf le dernier qui peut perdre contre l'ordinateur et n'avoir aucun bien et un gain nul).

Plus précisément la procédure sera la suivante.

Tous les participants feront leurs propositions de prix de manière anonyme et simultanée : vous ne connaîtrez pas les propositions faites par les autres participants et ils ne connaîtront pas la proposition que vous avez faite. Ces propositions sont faites en termes de prix unitaire, c'est-à-dire du prix que vous êtes prêts à payer pour chaque unité de bien que vous demandez. Par exemple, si vous indiquez un prix unitaire de 10 points pour 2 unités de bien, et que les autres acheteurs proposent un prix unitaire plus faible que vous, alors vous gagnerez la possibilité d'acheter ces deux unités de biens.

La règle d'attribution des biens disponibles sera la suivante : le participant qui a proposé le Prix Unitaire le plus élevé gagne les quantités de biens qu'il souhaite, mais paiera un prix unitaire égal au prix unitaire proposé par le second meilleur participant. En cas d'égalité entre participants, les biens seront attribués à l'acheteur qui consomme le moins d'unités de bien. Si plusieurs participants font la même proposition de prix pour les mêmes quantités de bien qu'ils souhaitent consommer, alors l'ordinateur tirera au sort l'acheteur gagnant parmi tous les participants à égalité.

Durant l'expérience, ces propositions vous seront inconnues et le resteront tout au long de l'expérience, tout comme vos propositions seront inconnues et le resteront tout au long de l'expérience pour les autres participants.

Un exemple peut être utile :

Supposons que les 10 participants de votre groupe aient fait les propositions de prix unitaire (PU) et de quantités suivantes indiquées dans le tableau ci-dessous

Rappel : Dotation Type X = 120 points, Type Y = 160 points

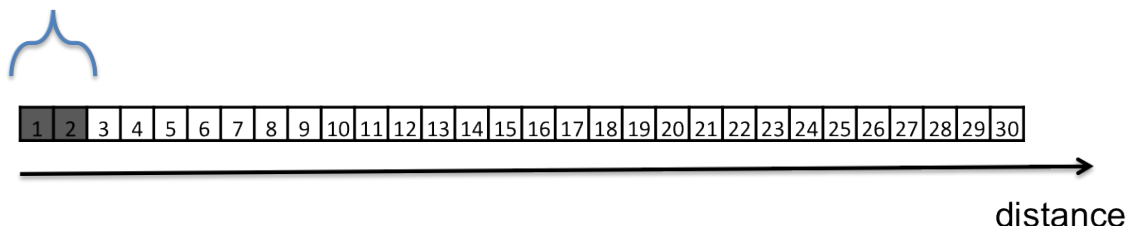
Prix proposés lors de la vente n°1 (exemple) :

participan t	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
Prix unitaire proposé à l'achat	10	13	25	21	26	30	11	10	18	22
Nombre d'unités de bien proposé à l'achat	1	3	2	4	5	2	3	2	4	3

Encore une fois, ce tableau n'a qu'une visée illustrative, puisque ces informations ne vous seront en fait pas connues. La seule chose que vous serez amené à savoir est si vous êtes gagnant ou pas de la procédure d'achat, et si oui, quel prix unitaire vous paierez, le nombre d'unités que vous allez acheter et par conséquent le prix total (qui est le prix unitaire multiplié par la quantité achetée).

Ici, le participant F ayant fait la proposition de PU la plus élevée, il est le gagnant et peut alors acquérir 2 unités du bien. Le prix unitaire qu'il paiera pour ces deux unités n'est pas de 30 points (sa propre proposition de PU), mais de 26 points, qui est la meilleure proposition de prix unitaire immédiatement après la sienne par les autres participants. Par conséquent, il acquittera un prix total (PT) pour les deux unités de bien qui est de $PT = 26 \times 2 = 52$ points.

Unités vendues
lors de la vente 1



Par ailleurs, ces biens achetés sont à une distance de 1 unité, c'est-à-dire qu'ils sont les plus proches. L'acheteur paiera alors le coût de transport suivant : s'il est participant X, il paiera 5 points x 1 = 5 points, et s'il est participant Y, il paiera 1 x 10 points = 10 points.

Les autres participants ont perdu et gagnent 0 points, mais d'autres biens disponibles mais plus éloignés vont alors être mis en vente, biens qu'ils pourront éventuellement acheter.

Les biens qui pourront être mis en vente alors, à l'issue de cette vente n°1, le seront sur la base de la règle suivante : 5 biens seront au plus mis à la vente selon la même procédure que précédemment, et ces biens disponibles pour la seconde vente excluent ceux qui ont déjà été vendus lors de la 1^{ère} vente.

De même, les biens disponibles lors de la 3^{ème} vente seront tous les biens encore disponibles, une fois les biens vendus lors de la 1^{ère} vente et de la 2^{de} vente ont été retranchés. Les ventes se poursuivront, l'une après l'autre, jusqu'à ce que 10 étapes de mise en vente aient été réalisées.

Reprenons l'exemple précédent : comme deux unités de bien ont déjà été vendues lors de la première vente à un acheteur, alors les unités de bien disponibles pour la seconde vente sont la 3^{ème}, la 4^{ème}, etc, au maximum jusqu'à la 7^{ème}, puisque d'un part aucun acheteur ne peut acheter plus de 5 unités, et d'autre part qu'il n'y qu'un seul acheteur gagnant pour chaque vente.

Poursuivrons l'exemple précédent afin d'être clair. Supposons que pour les biens restants, les propositions des 9 participants restants soient les suivantes :

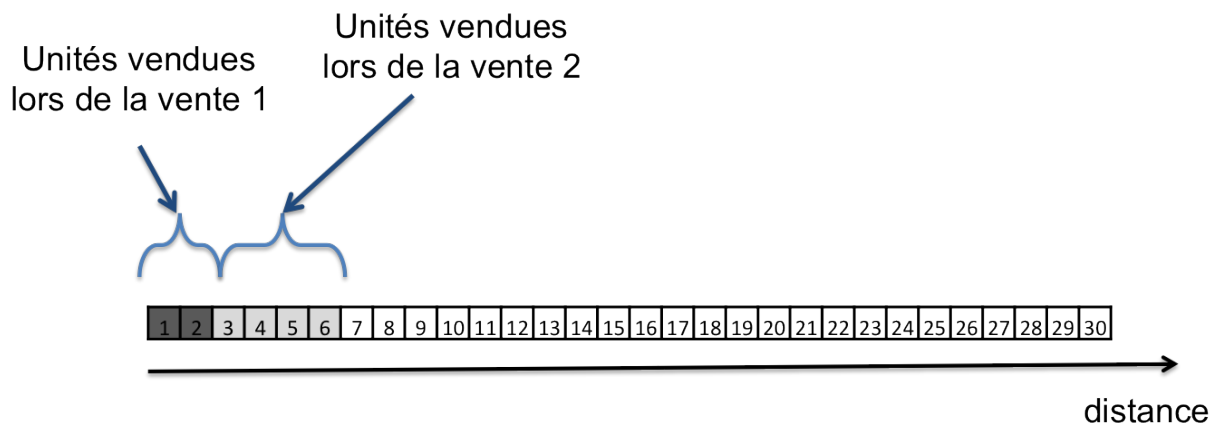
Propositions lors de la vente n°2 (exemple)

participan t	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
Prix unitaire proposé à	10	11,5	22	18,5	23	Exclu	10	11	16	19,5

l'achat										
Nombre d'unités de bien proposé à l'achat	1	3	3	4	4	exclu	3	1	3	3

Lors de cette vente n°2, c'est le participant E qui gagne le droit d'acheter des biens puisqu'il fait la proposition de PU la plus élevée.

Le participant E paiera non pas son PU (23 points) mais le PU immédiatement le plus élevé à l'exception de lui-même, c'est-à-dire le PU proposé par le participant C (22 points). Comme le participant E a proposé d'acheter 4 unités, le prix total qu'il paiera sera de 4×22 points = 88 points.



Par ailleurs, ces biens achetés sont à une distance de 3 unités (en fait le minimum du nombre de biens achetés). L'acheteur paiera alors le coût de transport suivant : s'il est participant X, il paiera $5 \text{ points} \times 3 = 15$ points, et s'il est participant Y, il paiera $10 \text{ points} \times 3 = 30$ points.

Les autres participants ont perdu et gagnent 0 points, mais d'autres biens plus éloignés du centre vont alors être mis en vente qu'ils pourront éventuellement acheter.

La vente n°3 commencera alors, pour les unités de biens allant de la 7^{ème} jusqu'à au plus la 11^{ème}.

Etc...

Les ventes s'arrêteront quand les 10 enchères seront terminées. Le dernier participant qui se trouvera seul lors de la dernière vente gagnera le droit d'acheter des biens si le prix unitaire qu'il propose est supérieur à un prix qui sera tiré au sort par l'ordinateur. Dans ce cas, le prix

qu'il paiera sera la valeur tirée au sort par l'ordinateur. Dans le cas contraire, si son prix unitaire est inférieur au prix tiré au sort par l'ordinateur, il perd la vente et gagne 0 point.

Votre gain pour chaque partie

Votre gain en points sera calculé par l'ordinateur de la manière suivante :

Si un bien a été acheté :

Votre gain = Dotation initiale en points – Coût d'administration de l'achat – Coût de transport – Prix total payé

Si cette somme est négative, votre gain sera nul.

Si la personne qui est face à l'ordinateur perd l'enchère, son gain sera nul.

Pour rendre les choses plus parlantes, supposons que, comme dans l'exemple précédent, vous soyez le participant E qui a gagné lors de la vente n°2. Faisons l'hypothèse que le participant E appartienne à la catégorie Y. Son gain pour la partie est donc :

(Dotation = 160 points, Prix total payés = 88 points, Coûts de transport = 30 points, Coûts d'administration = 25 points)

Gain du participant E = 160 points - 25 points - 30 points - 88 points = 17 points.

Votre Gain à l'issu de l'expérience

Le gain total sera un gain tiré au sort parmi les gains que vous aurez obtenus à chacune des 10 parties. Votre gain en euros sera déterminé sur la base du fait que 1 point gagné dans l'expérience vaut 0,5 euro, auquel nous ajouterons le forfait de participation, soit :

Votre gain en euros = Gain total en points + Forfait de participation de 5 euros

10.2. Instructions de l'expérience du chapitre 5 (ville compacte)

Veillez ne pas lire ces instructions avant d'avoir notre autorisation, svp.

Egalement, veuillez ne pas toucher votre ordinateur avant d'avoir lu les instructions.

Bienvenue

Merci d'être présent pour cette session. Vous allez participer à une expérience pour laquelle vous serez rémunéré. Si vous lisez attentivement les instructions, vous pourrez gagner une somme d'argent non négligeable qui vous sera versée à la fin de l'expérience, en euros, par chèque. Nous vous demandons de ne pas communiquer avec les autres participants svp. Si vous avez une question, levez la main et un des expérimentateurs viendra vous répondre en privé.

Nous allons vous demander de prendre plusieurs décisions, l'objectif pour vous étant d'obtenir le plus de points possibles. Toutes vos décisions resteront strictement anonymes. Vos décisions et celles des autres participants vont déterminer les points que vous pourrez obtenir. Ces points seront changés à la fin de session en euros, la somme que vous gagnerez dépendra du nombre de points que vous obtiendrez finalement. A la fin de l'expérience, vos points gagnés seront transformés en euros sur la base de 2 points pour 1 euro. De plus vous recevrez un forfait de participation de 5 euros qui s'ajoutera à ce gain en euros.

Principe du jeu

Dans ce jeu, vous jouez le rôle d'un acheteur de biens. Dans la salle il y a 14 autres participants qui joueront aussi des acheteurs, *qui auront la même dotation que vous et qui vivent comme vous tous dans le quartier 0*. Vous et ces 14 autres acheteurs devrez acheter des biens. Si vous n'achetez aucun bien, votre gain sera faible. Plus vous achèterez de biens et plus votre gain sera important, mais il faudra retirer de ce gain des coûts liés aux achats de ces biens (notamment les prix d'achat) mais également les coûts liés aux déplacements que votre groupe fera pour aller chercher ces biens achetés.

Ces biens que vous devrez acheter sont disponibles dans des commerces qui sont implantés au sein de quartiers différents. Dans chaque quartier, il y a un commerce et un seul. Ces commerces sont plus ou moins distants de votre domicile, celui-ci étant situé dans le quartier 0. La distance entre votre domicile et les commerces dans lesquels vous pourrez acheter les biens sera matérialisée par la distance entre les différents quartiers, et peut prendre les valeurs suivantes :

- 0 : le commerce dans lequel vous achetez vos biens est situé dans le quartier de votre domicile à proximité immédiate,
- 1 : la distance entre le commerce situé dans le quartier 1 dans lequel vous achetez vos biens et votre domicile est de un km,
- 2 : la distance entre les biens et votre domicile est de deux kms,
- ...
- 8 : la distance entre les biens et votre domicile est de 8 kms

Plus les biens que vous achèterez seront distants de votre domicile, plus vous devrez vous déplacer pour aller les chercher. Chaque km parcouru vous coûtera un certain montant en points qui sera déduit de vos gains. Par ailleurs, à la fin de la partie, l'ordinateur calculera la somme des kms parcourus par les participants dans votre groupe de 15 personnes, compte tenu de leurs achats de biens individuels dans les différents quartiers, et déduira de vos gains un montant qui sera une fraction de ce total des kms parcourus.

Par ailleurs, vous disposerez d'une certaine somme en points pour acheter ces quantités de biens. Vous ne pourrez acheter vos biens que dans un seul quartier : si vous avez acheté par exemple 10 unités dans le quartier 3, alors il vous sera impossible d'acheter d'autres unités dans quelque autre quartier que ce soit. Par conséquent, vous n'obtiendrez que 10 unités de ce bien au total. Enfin, vous ne pourrez pas demander à acheter plus d'une certaine quantité de biens.

Dans chaque quartier, il y aura une certaine quantité déterminée de biens disponibles, en l'occurrence 5, et par conséquent, le total des achats en biens pour un quartier donné ne peut dépasser cette quantité déterminée.

Si vous ne parvenez pas à acheter des biens, alors vous obtiendrez 5 points dont il faudra déduire la fraction du total des kms parcourus par les acheteurs. Par contre, aucun coût de transport personnel ne sera déduit de votre gain.

Ce jeu sera répété lors de 17 périodes, et vous resterez au sein du même groupe de participants. Il y aura 2 parties dans cette expérience durant lesquelles, pour chaque partie, vous interagirez au cours de 7 périodes avec les personnes de votre groupe. Il y aura en outre 3 périodes d'essai lors de la première partie.

Instructions détaillées de la première partie (traitement LR)

La quantité totale de biens disponible dans chaque quartier (commerce) est de 5 unités. Lors de cette partie, vous ne pouvez pas demander à acheter plus d'une unité dans un des quartiers existants. Egalement, vous devez demander au moins une unité de biens. Le jeu sera répété 10 fois (périodes) au cours de cette partie, avec 3 périodes d'essai pour commencer.

Vos gains liés à l'achat de biens

Si vous achetez un bien, vous gagnerez 10 points. Par contre vous devrez payer ce bien que vous achèterez. Nous déduirons par conséquent de vos gains liés à l'acquisition de biens les prix d'achat pour les biens que vous devrez acquitter.

La procédure de détermination des prix d'achat sera organisée de la manière suivante.

Les prix payés pour l'achat des biens

Pour chaque quartier, vous indiquerez le prix d'achat que vous proposez. Tous les membres de votre groupe feront de même. Vous ne connaîtrez pas les propositions faites par les autres participants, tout comme ils ne connaîtront pas vos propositions.

Le montant payé pour l'acquisition du bien sera calculé de la manière suivante :

- Le **prix unitaire** sera divisé par le nombre total d'unités disponibles dans le quartier en question,
 - o par exemple si le prix que vous payez est de 15 points sachant qu'il existe 5 unités de bien disponibles dans ce quartier, alors le montant payé qui sera retiré de votre dotation est égal à $(15)/5 = 3$ points.

Le **prix unitaire** que vous pouvez proposer ne peut être inférieur à 5 et ne peut être supérieur à 30.

La détermination des prix d'achat unitaires par l'ordinateur

Une fois toutes les propositions de prix des 15 acheteurs recueillies par l'ordinateur, ce pour chaque quartier, l'ordinateur classera les participants par ordre de prix décroissant. Le participant qui a proposé le prix le plus élevé sur le quartier considéré est déclaré comme gagnant. S'il est gagnant sur plusieurs quartiers, nous lui attribuerons les quantités de biens et les prix les plus avantageux pour lui, sachant qu'un participant ne peut consommer des biens que dans un seul quartier.

Les participants ayant proposé un prix plus bas ne sont pas nécessairement perdants car tout dépend du nombre d'unités de bien disponibles restantes dans le quartier en question. Par exemple, si le participant a gagné le droit d'acheter 1 bien au prix de 7, et qu'il y en a 5 au total dans ce quartier, il restera encore 4 unités à attribuer aux autres acheteurs pour ce quartier.

La **procédure de détermination des gagnants, des prix payés et des quantités obtenues** pour les biens est plus commode à expliquer à l'aide d'un exemple. *Notez que cette procédure sera appliquée telle quelle par l'ordinateur une fois que tous les membres du groupe auront saisi leurs propositions. Les explications suivantes visent à rendre cette procédure la plus transparente possible pour vous en tant que participant.*

Pour simplifier, supposons qu'il n'y ait que 7 participants et que deux quartiers existants (2 commerces) avec les propositions d'achat suivantes pour chaque quartier par chaque

participant. Rappelons également que la quantité maximum de biens qui peut être achetée par quartier est de 5.

Tableau 1 : exemple fictif de détermination des prix d'achat de biens

participant	Quartier 0	Quartier 1
	Prix unitaire proposé	Prix unitaire proposé
A	15	13
B	18	17
C	10	9
D	10	8
E	9	7
F	7	6
G	6	5

Comme il n'y a que 5 unités disponibles dans le quartier 0, seuls les participants A, B, C, D et E gagnent le droit d'acheter. F et G sont perdants dans le quartier 0.

Le prix payés par les gagnants dans le quartier 0 respecte la règle suivante : *le prix payé par un gagnant dans un quartier dépend des prix proposés dans ce même quartier par les perdants.*

Dans l'exemple ci-dessus, les participants F et G ont perdu la possibilité d'acheter des biens dans le quartier 0 du fait que les autres participants ont proposé un prix plus élevé.

Notez que si les participants gagnants n'avaient pas existé ou s'ils avaient proposé un prix plus bas que les participants F et G, ces derniers auraient gagné le droit d'acheter dans le quartier 0. Pour cette raison, le prix global payé par le participant A, B, C, D et E correspond au prix proposé par le participant F, c'est-à-dire 7 points.

Le prix global payé par chaque gagnant dans le quartier 0 est donc :

Prix global payé par A, B, C, D ou E = 7 points

Ce prix global sera divisé par 5, le nombre d'unités de biens disponibles dans le quartier 0, et le prix final acquitté par le participant B pour ses 2 unités de bien sera :

Prix final payé = Prix global / 5 = 7 / 5 = 1,4 points.

Comme les participants F et G ont perdu dans le quartier 0, ils vont avoir la possibilité d'acheter dans le quartier 1. Comme les participants A, B, C, D ou E ont déjà gagné dans le quartier 0, leurs propositions pour le quartier 1 ne seront pas considérées et donc seules les propositions de F et G sont considérées pour fixer les prix qu'ils auront à payer.

Par conséquent, F et G sont gagnants dans le quartier 1. Comme il n'y a pas de participant perdant dans ce quartier 1, les prix payés par les participants F et G correspondront au minimum qui peut être proposé en tant que prix unitaire, soit 5 points.

Le prix global payé par le participant F sera pas conséquent :

Prix global payé par F = 5 points

Et le **prix final payé** par F sera $5/5 = 1$ points.

Il en sera de même pour le participant G.

Notez bien que c'est le prix final qui sera retiré des gains de chaque participant (donc le prix global divisé par 5).

Notez que si vous n'avez pas réussi à acheter un bien, vous gagnerez 5 points dont il faudra déduire la fraction du total des kms parcourus par les acheteurs. Aucun coût de transport personnel ne sera par contre déduit de votre gain.

Les distances d'achat

Une fois que vos propositions de prix et de quantités de biens seront faites, nous indiquerons à chaque participant les quantités qu'il a finalement obtenues et pour quel prix unitaire ainsi que le quartier dans lequel ces biens seront finalement achetés.

Une fois les prix d'achat retranchés, l'ordinateur calculera les distances réalisées par les acheteurs et calculera des coûts de transport de la manière suivante.

Votre coût de transport personnel

Compte tenu du quartier dans lequel un participant achète un bien, l'ordinateur calculera sa distance de transport personnelle, et la multipliera par 0,5 pour calculer un coût du transport pour chaque participant. Par exemple si en tant que participant, vous avez acheté des biens dans le quartier 3, sachant que votre domicile est dans le quartier 0 comme pour tous les participants, la distance qu'il vous faut parcourir est de 3 kms (3 - 0). Votre coût de transport personnel, qui sera retiré de vos gains, sera ici de $3 * 0,5 = 1,5$ point.

Le coût de transport de l'ensemble du groupe

Par ailleurs, compte tenu des distances d'achat pour chaque participant, l'ordinateur calculera la somme des distances parcourues pour acheter les biens et déduira de votre gain une proportion de ce total des distances parcourues. Cette déduction sera calculée en faisant le produit d'un coefficient par le total des distances parcourues. Par exemple, si l'ensemble de votre groupe a parcouru 20 km au total pour acheter des biens, et que le coefficient est de 0,5, alors nous déduirons des gains pour chaque participant un montant de $0,5 * 20 = 10$ points.

Votre gain lors d'une partie est calculé de la manière suivante :

- vous bénéficiez à chaque période d'une dotation de 30 points,
- votre gain correspond aux gains en points correspondant à l'achat de biens (voir tableau 1), que nous ajouterons à votre dotation si vous achetez des biens
- d'autre part, l'ordinateur retirera les coûts de l'achat, à savoir :
 - o Le prix final que vous avez payé
 - o Votre coût de transport personnel
 - o Le coût de transport de l'ensemble de votre groupe

Votre gain final

Pour chaque période, l'ordinateur affichera le gain que vous avez pu réaliser. Ce gain est calculé de la manière suivante :

Gain de la période = $30 + (\text{gain en points lié à l'achat de biens}) - (\text{prix final d'achat des biens}) - (\text{distance personnelle parcourue pour acheter les biens} \times 0,5) - (\text{total distances parcourues par tous les participants} \times 0,5)$

Votre gain qui sera versé à la fin de l'expérience sera déterminé de la façon suivante. L'ordinateur tirera au sort une des périodes de la partie 1, et une des périodes de la partie 2 et additionnera les gains de ces deux parties.

Votre gain final sera déterminé comme suit :

Gain final en euros = $\{(\text{gain d'une période dans la partie 1}) + (\text{gain d'une période dans la partie 2})\} / 2 + 5 \text{ euros}$

Bonne chance !

Si vous avez des questions, levez la main et nous viendrons répondre. En guise d'aide à la compréhension des instructions, veuillez svp répondre aux questions ci-dessous.

Instructions détaillées de la seconde partie (traitement BAU)

Durant cette partie, la quantité totale de biens disponible dans chaque quartier (commerce) est de 5 unités. Vous ne pouvez pas demander à acheter plus de 5 unités dans un des quartiers existants. Egalement, vous devez demander au moins une unité de biens. Le jeu sera répété 7 fois (périodes) au cours de cette partie.

Vos gains liés à l'achat de biens

En tant qu'acheteur de biens, vous gagnerez d'autant plus de points que vous achèterez des quantités importantes de biens. Par contre vous devrez payer ces biens que vous achèterez. Nous déduirons par conséquent de vos gains liés à l'acquisition de biens les prix d'achat pour les biens que vous devrez acquitter.

Les gains liés à l'achat de biens sont précisés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : gain en points lié à l'achat de biens

<i>Nombre d'unités de biens achetées</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Points gagnés</i>	<i>10</i>	<i>30</i>	<i>40</i>	<i>45</i>	<i>48</i>

Par exemple, si vous achetez 2 biens, vous gagnez un total de 30 points. Ou encore, si vous achetez 4 unités, vous gagnez 45 points. Toutefois, il faudra déduire de ces gains un certain nombre de dépenses, notamment les prix d'achat de ces quantités de biens.

La procédure de détermination des prix d'achat sera organisée de la manière suivante.

Les prix payés pour l'achat des biens

Pour chaque quartier, vous indiquerez la quantité de bien que vous souhaitez acquérir ainsi que le prix unitaire d'achat que vous proposez. Tous les membres de votre groupe feront de même. Vous ne connaîtrez pas les propositions faites par les autres participants, tout comme ils ne connaîtront pas vos propositions.

Vous ne pouvez bien sûr pas demander plus de bien que la quantité totale disponible dans ce quartier. Le montant payé pour l'acquisition du bien sera calculé de la manière suivante :

- le **nombre d'unités** achetées que multiplie le **prix unitaire** sera divisé par le nombre total d'unités disponibles dans le quartier en question,
 - o par exemple si le prix que vous payez est de 15 points par unité de bien et que vous achetez 5 biens sachant qu'il existe 5 unités de bien disponibles dans ce quartier, alors le montant payé qui sera retiré de votre dotation est égal à $(15 * 5) / 5 = 15$ points.

Le **prix unitaire** que vous pouvez proposer ne peut être inférieur à 5 et ne peut être supérieur à 30.

La détermination des prix d'achat unitaires par l'ordinateur

Une fois toutes les propositions de prix et de quantités des 15 acheteurs recueillies par l'ordinateur, ce pour chaque quartier, l'ordinateur classera les participants par ordre de prix unitaire décroissant. Le participant qui a proposé le prix unitaire de bien le plus élevé sur le quartier considéré est déclaré comme gagnant. S'il est gagnant sur plusieurs quartiers, nous lui attribuerons les quantités de biens et les prix les plus avantageux pour lui, sachant qu'un participant ne peut consommer des biens que dans un seul quartier.

Les participants ayant proposé un prix plus bas ne sont pas nécessairement perdants car tout dépend du nombre d'unités de bien disponibles restantes dans le quartier en question. Par exemple, si le participant a gagné le droit d'acheter 2 biens au prix de 4, et qu'il y en a 5 au total dans ce quartier, il restera encore 3 unités à attribuer aux autres acheteurs pour ce quartier.

La **procédure de détermination des gagnants, des prix payés et des quantités obtenues** pour les biens est plus commode à expliquer à l'aide d'un exemple. *Notez que cette procédure sera appliquée telle quelle par l'ordinateur une fois que tous les membres du groupe auront saisi leurs propositions. Les explications suivantes visent à rendre cette procédure la plus transparente possible pour vous en tant que participant.*

Pour simplifier, supposons qu'il n'y ait que 4 participants et que deux quartiers existants (2 commerces) avec les propositions d'achat suivantes pour chaque quartier par chaque participant. Rappelons également que la quantité maximum de biens qui peut être achetée par quartier est de 5.

Tableau 2 : exemple fictif de détermination des prix d'achat de biens

participant	Quartier 0		Quartier 1	
	Quantité demandée	Prix unitaire proposé	Quantité demandée	Prix unitaire proposé
A	3	12	4	6
B	2	14	3	7
C	2	10	2	5

D	1	6	2	5
---	---	---	---	---

Dans le quartier 0, le participant B gagne a priori le droit d'avoir 2 unités, puisqu'il est celui qui a proposé le plus haut prix unitaire (14 points). Il reste donc $5 - 2 = 3$ unités de bien à allouer dans ce quartier. Le participant A représente le 2^{ème} plus haut prix (12 points) et demande 3 unités. Il peut les obtenir puisqu'il en reste 3. Par conséquent, une fois les 2+3 unités de bien retirées, il reste $5 - 5 = 0$ unités dans le quartier 0. Le troisième plus haut prix est proposé par le participant C (10 points). Toutefois, comme il ne reste plus d'unités, il est éliminé et ne pourra acheter dans le quartier 0. Il faudra alors qu'il achète dans un autre quartier.

Par conséquent pour le quartier 0, seuls les participants A et B peuvent y acheter. Le prix qu'ils paieront finalement respecte la règle suivante : *le prix payé par un gagnant dans un quartier dépend des prix proposés dans ce même quartier par les perdants.*

Dans l'exemple ci-dessus, les participants C et D ont perdu la possibilité d'acheter des biens dans le quartier 0 du fait que les participants A et B ont proposé un prix plus élevé.

Le participant B gagne le droit d'acheter 2 unités. Le premier perdant est le participant C. Notez encore que si le participant B n'avait pas existé ou s'il avait proposé un prix plus faible que celui du participant C, c'est C qui aurait gagné le droit d'acheter dans le quartier 0. Pour cette raison, le prix global payé par le participant B correspond au prix proposé par le participant C, c'est-à-dire 10 points par unité de bien.

Comme le participant B demande 2 unités, il paiera donc :

$$\text{Prix global payé par B} = (2 \text{ unités} \times 10 \text{ points}) = 20 \text{ points}$$

Ce prix global sera divisé par 5, le nombre d'unités de biens disponibles dans le quartier 0, et le prix final acquitté par le participant B pour ses 2 unités de bien sera :

$$\text{Prix final payé par B} = \text{Prix global payé par B} / 5 = 20 / 5 = 4 \text{ points.}$$

En ce qui concerne le participant A, qui demande 3 unités au prix de 12, sa proposition a empêché que le participant C puisse acheter 2 unités au prix de 10. De même elle a empêché le participant D d'acheter des biens dans ce quartier. Le participant A qui demande 3 unités paiera 2 unités au prix de 10 (le prix proposé par le premier perdant C) et l'unité restante ($2 +$

1 = 3) au prix du second perdant, le participant D, qui avait proposé un prix de 6. Au total, le participant A paye pour ces 3 unités :

**Prix global payé par A = (2 unités X 10 points) + (1 unité X 6 points)
= 26 points**

Ce prix global sera divisé par 5, le nombre d'unités de biens disponibles dans le quartier 0, et le prix final acquitté par le participant A pour ses 3 unités de bien sera :

Prix final payé par A = Prix global / 5 = 26 / 5 = 5,2 points.

Comme les participants C et D ont perdu dans le quartier 0, ils vont avoir la possibilité d'acheter dans le quartier 1. Comme les participants A et B ont déjà gagné dans le quartier 0, leurs propositions pour le quartier 1 ne seront pas considérées et donc seules les propositions de C et D sont considérées pour fixer les prix qu'ils auront à payer.

Le participant C a demandé 2 unités et le participant D 2 unités, la somme de leurs demandes est inférieure aux 5 unités disponibles dans ce quartier ($2+2 = 4 < 5$). Par conséquent, C et D sont gagnants dans le quartier 1. Comme il n'y a pas de participant perdant dans ce quartier 1, les prix payés par les participants C et D correspondront au minimum qui peut être proposé en tant que prix unitaire, soit 5 points (ce qui est aussi le prix qu'ils ont proposé).

Le prix global payé par le participant C paiera pas conséquent :

Prix global payé par C = 2 unités X 5 points = 10 points

Et le **prix final payé** par C sera $10/5 = 2$ points.

Pour le participant D, il paiera comme prix global :

Prix global payé par D = 2 unités x 5 points = 10 points

Et le **prix final payé** par D sera $10 / 5 = 2$ points.

Notez bien que c'est le prix final qui sera retiré des gains de chaque participant (donc le prix global divisé par 5).

Par rapport à la partie précédente, il s'agit du seul changement. Les règles du jeu restent rigoureusement les mêmes.

En particulier, votre gain pour la période sera, comme précédemment, calculé comme étant :

$$\text{Gain de la période} = 30 + (\text{gain en points lié à l'achat de biens}) - (\text{prix final d'achat des biens}) - (\text{distance personnelle parcourue pour acheter les biens} \times 0,5) - (\text{total distances parcourues par tous les participants} \times 0,5)$$

Instructions détaillées de la seconde partie (traitement LR)

Durant cette partie, la quantité totale de biens disponible dans chaque quartier (commerce) est de 5 unités. Vous ne pouvez pas demander à acheter plus de 3 unités dans un des quartiers existants. Egalement, vous devez demander au moins une unité de biens. Le jeu sera répété 7 fois (périodes) au cours de cette partie.

Vos gains liés à l'achat de biens

En tant qu'acheteur de biens, vous gagnerez d'autant plus de points que vous achèterez des quantités importantes de biens. Par contre vous devrez payer ces biens que vous achèterez. Nous déduirons par conséquent de vos gains liés à l'acquisition de biens les prix d'achat pour les biens que vous devrez acquitter.

Les gains liés à l'achat de biens sont précisés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : gain en points lié à l'achat de biens

<i>Nombre d'unités de biens achetées</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
--	----------	----------	----------

<i>Points gagnés</i>	<i>10</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
----------------------	-----------	-----------	-----------

Par exemple, si vous achetez 2 biens, vous gagnez un total de 30 points. Ou encore, si vous achetez 3 unités, vous gagnez 40 points. Toutefois, il faudra déduire de ces gains un certain nombre de dépenses, notamment les prix d'achat de ces quantités de biens.

La procédure de détermination des prix d'achat sera organisée de la manière suivante.

Les prix payés pour l'achat des biens

Pour chaque quartier, vous indiquerez la quantité de bien que vous souhaitez acquérir ainsi que le prix unitaire d'achat que vous proposez. Tous les membres de votre groupe feront de même. Vous ne connaîtrez pas les propositions faites par les autres participants, tout comme ils ne connaîtront pas vos propositions.

Vous ne pouvez bien sûr pas demander plus de bien que la quantité totale disponible dans ce quartier. Le montant payé pour l'acquisition du bien sera calculé de la manière suivante :

- le **nombre d'unités** achetées que multiplie le **prix unitaire** sera divisé par le nombre total d'unités disponibles dans le quartier en question,
 - o par exemple si le prix que vous payez est de 15 points par unité de bien et que vous achetez 3 biens sachant qu'il existe 5 unités de bien disponibles dans ce quartier, alors le montant payé qui sera retiré de votre dotation est égal à $(15 * 3) / 5 = 9$ points.

Le **prix unitaire** que vous pouvez proposer ne peut être inférieur à 5 et ne peut être supérieur à 30.

La détermination des prix d'achat unitaires par l'ordinateur

Une fois toutes les propositions de prix et de quantités des 15 acheteurs recueillies par l'ordinateur, ce pour chaque quartier, l'ordinateur classera les participants par ordre de prix unitaire décroissant. Le participant qui a proposé le prix unitaire de bien le plus élevé sur le quartier considéré est déclaré comme gagnant. S'il est gagnant sur plusieurs quartiers, nous lui

attribuerons les quantités de biens et les prix les plus avantageux pour lui, sachant qu'un participant ne peut consommer des biens que dans un seul quartier.

Les participants ayant proposé un prix plus bas ne sont pas nécessairement perdants car tout dépend du nombre d'unités de bien disponibles restantes dans le quartier en question. Par exemple, si le participant a gagné le droit d'acheter 2 biens au prix de 4, et qu'il y en a 5 au total dans ce quartier, il restera encore 3 unités à attribuer aux autres acheteurs pour ce quartier.

La **procédure de détermination des gagnants, des prix payés et des quantités obtenues** pour les biens est plus commode à expliquer à l'aide d'un exemple. *Notez que cette procédure sera appliquée telle quelle par l'ordinateur une fois que tous les membres du groupe auront saisi leurs propositions. Les explications suivantes visent à rendre cette procédure la plus transparente possible pour vous en tant que participant.*

Pour simplifier, supposons qu'il n'y ait que 4 participants et que deux quartiers existants (2 commerces) avec les propositions d'achat suivantes pour chaque quartier par chaque participant. Rappelons également que la quantité maximum de biens qui peut être achetée par quartier est de 5.

Tableau 2 : exemple fictif de détermination des prix d'achat de biens

	Quartier 0		Quartier 1	
participant	Quantité demandée	Prix unitaire proposé	Quantité demandée	Prix unitaire proposé
A	3	12	3	6
B	2	14	3	7
C	2	10	2	5
D	1	6	2	5

Dans le quartier 0, le participant B gagne a priori le droit d'avoir 2 unités, puisqu'il est celui qui a proposé le plus haut prix unitaire (14 points). Il reste donc $5 - 2 = 3$ unités de bien à allouer dans ce quartier. Le participant A représente le 2^{ème} plus haut prix (12 points) et demande 3 unités. Il peut les obtenir puisqu'il en reste 3. Par conséquent, une fois les 2+3 unités de bien

retirées, il reste $5 - 5 = 0$ unités dans le quartier 0. Le troisième plus haut prix est proposé par le participant C (10 points). Toutefois, comme il ne reste plus d'unités, il est éliminé et ne pourra acheter dans le quartier 0. Il faudra alors qu'il achète dans un autre quartier.

Par conséquent pour le quartier 0, seuls les participants A et B peuvent y acheter. Le prix qu'ils paieront finalement respecte la règle suivante : *le prix payé par un gagnant dans un quartier dépend des prix proposés dans ce même quartier par les perdants.*

Dans l'exemple ci-dessus, les participants C et D ont perdu la possibilité d'acheter des biens dans le quartier 0 du fait que les participants A et B ont proposé un prix plus élevé.

Le participant B gagne le droit d'acheter 2 unités. Le premier perdant est le participant C. Notez encore que si le participant B n'avait pas existé ou s'il avait proposé un prix plus faible que celui du participant C, c'est C qui aurait gagné le droit d'acheter dans le quartier 0. Pour cette raison, le prix global payé par le participant B correspond au prix proposé par le participant C, c'est-à-dire 10 points par unité de bien.

Comme le participant B demande 2 unités, il paiera donc :

$$\text{Prix global payé par B} = (2 \text{ unités} \times 10 \text{ points}) = 20 \text{ points}$$

Ce prix global sera divisé par 5, le nombre d'unités de biens disponibles dans le quartier 0, et le prix final acquitté par le participant B pour ses 2 unités de bien sera :

$$\text{Prix final payé par B} = \text{Prix global payé par B} / 5 = 20 / 5 = 4 \text{ points.}$$

En ce qui concerne le participant A, qui demande 3 unités au prix de 12, sa proposition a empêché que le participant C puisse acheter 2 unités au prix de 10. De même elle a empêché le participant D d'acheter des biens dans ce quartier. Le participant A qui demande 3 unités paiera 2 unités au prix de 10 (le prix proposé par le premier perdant C) et l'unité restante ($2 + 1 = 3$) au prix du second perdant, le participant D, qui avait proposé un prix de 6. Au total, le participant A paye pour ces 3 unités :

$$\text{Prix global payé par A} = (2 \text{ unités} \times 10 \text{ points}) + (1 \text{ unité} \times 6 \text{ points}) \\ = 26 \text{ points}$$

Ce prix global sera divisé par 5, le nombre d'unités de biens disponibles dans le quartier 0, et le prix final acquitté par le participant A pour ses 3 unités de bien sera :

Prix final payé par A = Prix global / 5 = 26 / 5 = 5,2 points.

Comme les participants C et D ont perdu dans le quartier 0, ils vont avoir la possibilité d'acheter dans le quartier 1. Comme les participants A et B ont déjà gagné dans le quartier 0, leurs propositions pour le quartier 1 ne seront pas considérées et donc seules les propositions de C et D sont considérées pour fixer les prix qu'ils auront à payer.

Le participant C a demandé 2 unités et le participant D 2 unités, la somme de leurs demandes est inférieure aux 5 unités disponibles dans ce quartier ($2+2 = 4 < 5$). Par conséquent, C et D sont gagnants dans le quartier 1. Comme il n'y a pas de participant perdant dans ce quartier 1, les prix payés par les participants C et D correspondront au minimum qui peut être proposé en tant que prix unitaire, soit 5 points (ce qui est aussi le prix qu'ils ont proposé).

Le prix global payé par le participant C paiera pas conséquent :

Prix global payé par C = 2 unités X 5 points = 10 points

Et le **prix final payé** par C sera $10/5 = 2$ points.

Pour le participant D, il paiera comme prix global :

Prix global payé par D = 2 unités x 5 points = 10 points

Et le **prix final payé** par D sera $10 / 5 = 2$ points.

Notez bien que c'est le prix final qui sera retiré des gains de chaque participant (donc le prix global divisé par 5).

Par rapport à la partie précédente, il s'agit du seul changement. Les règles du jeu restent rigoureusement les mêmes.

En particulier, votre gain pour la période sera, comme précédemment, calculé comme étant :

Gain de la période = $30 + (\text{gain en points lié à l'achat de biens}) - (\text{prix final d'achat des biens}) - (\text{distance personnelle parcourue pour acheter les biens} \times 0,5) - (\text{total distances parcourues par tous les participants} \times 0,5)$

10.3. Instructions de l'expérimentation réalisée à l'Université de Sydney (chapitre 5, Polycentric City Experiment)

Instructions

Please do not read this material until instructed to.

Please do not touch your computer until we have completed the instructions.

Welcome

Thank you for coming to today's experiment. Please do not talk with anyone. If you have any question, please raise your hand- an experimenter will come over and answer your question privately.

This is a decision-making experiment. You will be asked to make many decisions, which the object is to score as many points as possible. All of your decisions will be kept completely anonymous. Your decisions and the decisions of others will determine how many points you will earn. These points will be changed in Australian Dollars at the end of the session, defining your final payoff. Moreover, you will get a participation fee of 10\$. We will pay you in cash at the end of the experiment. However, you will not receive anything if you leave before the end of the experiment.

The players

In this experiment, there are 32 participants. These 32 participants will be split randomly into 2 groups of 16 participants. You will be allocated to one of these groups randomly by the central computer.

In this experiment, you will form a group of 16 participants. You and the other 15 participants will remain partners during the entire experiment.

In each group, there will be two types of players, *firms* and *workers*. Your type will be chosen randomly at the beginning of the experiment, and your computer will recall your type during the experiment. Your type will not change over the entire experiment, and other participants

will not know which type had been attributed to you personally. In the same way, you will not know what will be the type of your partners during the experiment. There will be 8 participants as firms and 8 participants as workers.

You will interact with the other participants during 5 rounds. The first round will be a trial one's, and no point can be gained or lost during this trial. The last four rounds are for real and will give you some points. At the end of the experiment, one of these four rounds will be randomly chosen by the computer and the points you gained in this round will be exchanged in Australian dollars according the following rate:

$$1 \text{ point} = \$AU 0.5$$

The principle of the game

In this game, workers have to find a job and also to locate in a certain place within the city. Firms have to find one worker in order to produce goods and should also locate in a certain place within the city. In the city, some essential facilities that are a necessity for firms to be able to produce goods are located on a certain slot. If firms do not locate on this given slot, they will have to pay a cost in order to reach these essential facilities. This cost depends on the distance between firm's location and the place where facilities are located.

Workers have also to choose a location place as home. As workers will have a workplace depending on their job, if a worker's home place differs from his workplace, he will have to pay a transport cost depending on the distance between his workplace and his home.

Each round in this experiment consists in 2 steps.

The first step will consist in a job market where both all firms and all workers interact in order to find a job contract. Indeed, firms need workers to produce goods and have to find one worker for each round, no more no less. If firms do not succeed to have a worker, they get 0 point for the entire round. If workers do not succeed to be employed by any firm, they get 20 points for the entire round.

Moreover, firms will have to choose a certain slot for location. This location will be defined by the job contract they get with a given worker. This location will also be the workplace for the worker that had been hired by the firm.

The second step is only with workers who are to compete for available slots in order to find a home. There will be a certain number of slots as homes that are available, but for each slot there can be only **at most one worker**. That is, it is not possible to have 2 workers or more on a given slot. But it is possible to have more than one firm on a given slot. Workers will have to make some **bids over each home slot**, and the highest bidder will win the corresponding slot as a home. Then, the distance between a worker work place and his home will imply transport costs for him. If a worker succeeds to have a home at his work place, there is no transport cost. But the longer the distance to his work place, the higher transport costs. All these steps will be explained more deeply now.

Specific instructions for firms' type

As a firm, you will need 2 inputs to produce revenue from your sales. This revenue you will get if you are able to produce will be 18 points. **To produce you will need to recruit one employee that will get a wage that you paid as a firm.** The wage value will be subtracted from your revenue at the end of the round. **The other output you need is essential facilities that are located in slot 6.** Depending on your location choice (that is the final slot you choose to locate), you will have to bear a *communication cost* in order to access these essential facilities. The cost will be the following:

Communication cost for accessing facilities = 3 points + 2 points (times) distance to slot 6

For instance, if you locate in slot 4, the distance to Essential Facilities is 2 (that is, 6-2), and you will pay as a firm a communication cost of $3 + 2 \times 2 = 7$ points. If you locate in slot 8 for instance, the distance is also of 2 slots (8-6), and then the cost will be also 7 points. This communication cost will be subtracted from your revenue, as wage will be. Note that if you are not able to recruit an employee, there is no revenue for the firm, but there will also be no cost, and consequently, you will win 0 point for the round.

Firms only participate to the first step (the labour market), since the second step is only a concern for workers (the land market). Workers will also participate in the first step since they will be able to make proposals regarding the wages they ask for.

In this first step, labour market will open for 10'. During this time, workers and firms can make bids and ask over wages as much they want to, but will be constrained to make a better bid or ask than the best ask or bid that will be currently available at the time they make it.

As a firm, you will be asked to indicate the wage level you are willing to bid at a given time **for each possible slot**, from 1 to 11, in points. You can validate these bids (let call it “**wage bids**”) by clicking on OK. You can also change your offers and validate it by clicking on OK at any time during these 10'.

The pieces of information that you will have on your computer screen are the following

- A table where you can bid for wage for each possible location slot,
- A table where you see the best bids and asks that have been made for the moment by all workers and all firms, such for each possible slot,
- A table that indicates which agreements have been reached between a given firm and a given worker, that is the wage level and the location slot for firm (workplace).

Your computer screen will also give you the opportunity to make offers by using a table that resembles to the following:

Period: Trial 1 of 1 Remaining time [sec]: 550

FIRM : WAGE BID

Slot 1 as your location	Slot 2 as your location	Slot 3 as your location	Slot 4 as your location	Slot 5 as your location	Slot 6 as your location	Slot 7 as your location	Slot 8 as your location	Slot 9 as your location	Slot 10 as your location	Slot 11 as your location

Click on the wage level you want and then click "Hire"

WORKER : WAGE ASK

Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location	Slot 1 as location
Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire	Hire

Cost for accessing facilities :

Slot 1 as your location	Slot 2 as your location	Slot 3 as your location	Slot 4 as your location	Slot 5 as your location	Slot 6 as your location	Slot 7 as your location	Slot 8 as your location	Slot 9 as your location	Slot 10 as your location	Slot 11 as your location
13	11	9	7	5	0	5	7	9	11	13

Contract	Wage	Slot as location

Your type : FIRM 5

Wage

Slot as your location

Wage bids

Of course, you can enter a zero value if you wish. But you have to realize that you have very few chances to get an employee in this case. Moreover, let recall that if you have an employee, you will be able to have revenue that is 18 points.

When you will click on “OK” to validate these choices, your offers are transmitted to the computer that will display some of them by applying the following rule.

If one or more of the bids you make for each slot is better than the best already made by other firms and currently displayed on every participant’s computer, all workers and firms will see it.

That is, at any time, you will see on your computer 2 important pieces of information:

- the **best bid** that has been made for each slot by the 8 firms, including you, that is the highest wage that had been proposed for each slot by firms,
- the **best ask** that has been made for each slot by the 8 workers, that is the lowest wage that had been proposed for each slot by workers

As a firm, you can hire your employee by using two possibilities:

- if a wage that had been proposed on a given slot interests you as a firm, you can click on it and therefore accepts it. That is, bids and asks that you see consist in proposals that

have not been already accepted. In this case, the computer will tell you that the first step ended.

- you can make a proposal by bidding on wage for each slot, with the following rule: Your offer should be higher than the current best offer by other firms, displayed in the table. If one of your offers is to be accepted by a given worker (he should click on it), the computer will tell you that the first step is finished since you have found a worker.

In all of these 2 cases, the computer will tell you which employee you get and at what wage.

Note that this wage contract will also define your location place as a firm that is the workplace for your employee. That is, if one worker accepts a bid you made for a wage of 7 points for slot 4, you will be located in slot 4 (work place), and the distance for essential facilities will be of 2 slots ($6-4 = 2$).

As a firm, you can choose to locate on any slot, but recall that if a worker accepts one of your wage bids on a given slot, it will define your location place. **Moreover, there will be only 2 slots different from slot 6 that will be available as a possible location for firms (first-in, first served). But several firms can choose the same slot that already had been chosen by another firm. For instance, if firm 1 has already a contract with a worker for slot 2 at a given wage, and that firm 2 has already a contract with a worker for slot 3 at a given wage, firms that do not have a contract will be constrained to choose either slot 2, slot 3 or slot 6 for having a contract that defines their location.**

As a firm, if you get a contract with a worker, you will not be able to make other proposals in order to have an employee, since you have already one. Moreover, your worker will no longer be available for other firms until the current round ends.

Then, after this first step, as a firm, you will have to wait until the second step ends, this step being only for workers, in order to be informed about your payoff.

Your payoff for the round as a firm

Your payoff in points for the round =

18 - wage paid – cost for accessing facilities

Your final payoff as a firm

At the end of the 4 rounds you made for real, central computer will pick randomly for each participant 1 round among the 4 and will pay it to you for real by transforming the points you gained in Australian dollars. Your total payoff will be this sum plus a participation fee of 10 AU\$.

Specific instructions for workers' type

As a worker, **you will have to find a job and a living place** (home). To find a job, you will participate to a job market where 8 firms interact with 8 workers, including you. Then, finding a job will give you revenue and also a wage that you will use to find a home. If you do not find a job, you will get an amount of 20 points for the entire round. If you find a job and a home, your final revenue in points will depend on the wage you have and on the price you paid for having your home.

The round will consist in 2 steps, and for each you will interact with other participants. In the first step, you will interact with the other workers and also with the firms (that is 15 other participants in your group) in order to find a job. In the second step, you will interact only with other workers (that is 7 participants) in order to find a home.

Firms only participate to the first step (**the job market**), since the second step is only a concern for workers (**the land market**). Workers will also participate in the first step since they will be able to make proposals regarding the wages they ask for.

The first step: Finding a Job

The first step will be organized in the following way.

As a worker, the fact to get a job will give you revenue, this revenue being not the wage. This revenue that you will get if you have a job is of 72 points (20 if you have not). Moreover, if you get a job, you will have a wage that is paid by a firm. That is, your total income for the round will be the sum of your revenue (72 points) *plus* your wage.

In this first step, labour market will open for 10'. During this time, workers and firms can make bids and ask over wages as much they want to, but will be constrained to make a better bid or ask than the best ask or bid that will be currently available at the time they make it.

As a worker, you will be asked to indicate the wage level you are willing to ask at a given time **for each possible slot**, from 1 to 11, in points. You can validate these offers by clicking on OK. You can also change your asks (let call it “**wage asks**”) and validate it by clicking on OK at any time during these 10'.

The pieces of information that you will have on your computer screen are the following:

- A table where you can bid for wage for each possible location slot,
- A table where you see the best bids and asks that have been made for the moment by all workers and all firms, for each possible slot,
- A table that indicates which agreements have been reached, that is the wage level and the location slot for firm for each contract (see screen capture 1).

Your computer screen will also give you the opportunity to make offers by using a table that resembles to the following:

Period

Trial 1 of 1

Remaining time (sec): 582

Click on the wage level you want and then click "Accept"

FIRM : WAGE BID

Slot 1 as working place	Slot 2 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place	Slot 1 as working place
Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept

WORKER : WAGE ASK

Slot 1 as your working place	Slot 2 as your working place	Slot 3 as your working place	Slot 4 as your working place	Slot 5 as your working place	Slot 6 as your working place	Slot 7 as your working place	Slot 8 as your working place	Slot 9 as your working place	Slot 10 as your working place	Slot 11 as your working place

Please remember that you will have to pay a transport cost of 9 points per unit of distance from your home place to your working place

Your type : WORKER 6

Wage

Slot as your working place :

Wage ask

Contract	Wage	Slot as working place

Of course, you can enter a zero value if you wish. But you have to realize that in this case, you will get no additional points on your income.

When you will click on "OK" to validate these choices, your wage asks will be transmitted to the computer that will display some of them by applying the following rule.

If one or more of the bid asks you make for every slot is lower than the lowest already made by other workers and currently displayed on every participant's computer, all workers and firms will see it.

That is, at any time, you will see on your computer 2 important pieces of information:

- the best wage bid that has been made for each slot by the 8 firms, that is the highest wage that had been proposed for each slot by firms,
- the best wage ask that has been made for each slot by the 8 workers (including you), that is the lowest wage that had been proposed for each slot by workers.

As a worker, you can become firm's employee by using 2 possibilities:

- if a wage bid that had been proposed on a given slot interests you as a worker, you can click on it and therefore accept it. That is, bids and asks that you see consist in proposals that have not been already accepted. In this case, the computer will tell you that the first step ended, and will indicate your payoff for the current round.
- you can make a proposal by bidding on wage for each slot, with the following rule: Your ask(s) should be lower than the current lowest wage ask by all workers for each slot, that are displayed in the table. If one of your asks is accepted by a given firm (she should click on it), the computer will tell you that the first step ended, and will indicate your total income for this first step.

When you will make these wage asks in order to find a job, please consider that, depending on your final workplace, you will be charged for transport costs that depends on the distance between your workplace and your home (please read carefully the second step below).

In all of these 2 cases, the computer will tell you which firm you get as an employer and at what wage. This wage contract will also define location place for this firm that is your workplace as an employee.

In this case, as an employee, you will not be able to make other proposals in order to have another job, since you have already one. Moreover, your employer will no longer be able to recruit another employee, since he has already one, until the current round ends.

Then, after this first step, as a worker, your income will have 2 possible values.

- If you get a job, your income is 72 points (plus) your wage, and you will be allowed to participate to the second step.
- If you do not get a job, your income is 20 points, and you are not allowed to participate to the second step,

The second step: Finding a Home

As a worker, you will have also expenses that are related first to the distance you will have between your home location and your workplace (**transport cost**), and second, to the **land rent** you will have to give to obtain a given slot as a home. This second step will last at most 5'.

The transport cost between your home and your workplace

There are 11 possible slots that could be chosen as your home, and each worker consumes one slot and no more. That is, if a worker buys slot 3, it belongs unavailable for all other workers as a home (see the graph below).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

As an employee, you will have to commute to your workplace that is the slot that had been chosen by firm as a location in step 1. If your home location is the same as your workplace, there will not be any transport cost for you.

Otherwise, the transport cost will be computed in the following way:

Transport Cost = (distance from workplace to home) times 9 points

For instance, if your home location is slot 4, and your workplace is on slot 6, the transport distance is 2 (that is, 6-4), and you will pay as a worker a transport cost of $2 \times 9 = 18$ points. If you locate in slot 4 for instance, and workplace is on slot 2, the distance is also of 2 slots (4-2), and then the cost will be also 18 points (that is 2×9 points). This cost will be subtracted from your total income.

How will you find a home?

There are 11 possible homes or slots, from slot 1 to slot 11. As you are 8 workers, there are enough slots for each of you. The computer screen will always recall the following pieces of information:

- what is your identity as a worker
- which firm is your employer and at which slot is your workplace
- what is your income (that is 72 points + your wage)

The slots or homes will be auctioned by using the following procedure. Each worker will have to put **bids for every slot**, from 1 to 11 that is a certain number of points he will have to pay in case he obtains a given slot. Each worker through his computer will submit these bids (from 0 to a max of 140), in a table that resembles to the following:

Slot as your home	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8	Slot 9	Slot 10	Slot 11
Your home place bid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

When you will click on “OK” to validate these choices, your bids are transmitted to the central computer and will not be known by the other workers, that will similarly have to transmit bids to central computer. You will not know the bids that other workers are to make.

When all workers have transmitted their bids, or as the 5' period ends, slots will be given to workers by applying the following rule:

The highest bidder on a given slot will win the slot for which he is the highest bidder, but will pay the second highest bid.

For instance, assume that you are the highest bidder on slot 3, your bid being 10 points as the highest bid, as the second highest bid for this slot being 7 points by another worker. Then, you will win the home located at slot 3 and pay 7 points for his home. The other workers won't win slot 3 since you won it.

In case of equal bids among workers for a given slot, the following rule will be applied in order to determine the winner for each slot:

- if bids are equal, computer will attribute slots by giving priority to workers for which workplace are close to. Winner will have also to pay the second highest bid for the slot he wins,
- if bids are equal, and distance between workplaces are the same for the winning bidders, computer will randomly pick one of the winning bidders, and the winning bidder will pay the second highest bid,

Of course, the price you paid for slot will be subtracted from your income. Last but not least, computer will make the difference between your home location and your workplace (distance), and will subtract your transport cost from your total income.

When slots will be allocated among the workers, you will get your payoff for the round, displayed on your computer screen. Then the round ends, and another round begins. There will be 4 rounds, after one first round as a trial.

Your payoff for the round as a worker

$$\begin{aligned} &\textbf{Your payoff in points for the round =} \\ &\quad \textbf{(72 + your wage)} \\ &\quad \textbf{- (Home price you paid) - (your Transport Cost)} \end{aligned}$$

Your final payoff as a worker

At the end of the 4 rounds you made for real, central computer will pick randomly for each participant 1 round among the 4 and will pay it to you for real by exchanging the points you gained in Australian dollars. Your total payoff will be this sum plus a participation fee of 10 AU\$

Questions

These questions are just to control if you understand clearly the instructions, and not to test you in any manner.

For firms' type

Question 1

a) Assume that you hire an employee with a wage of 5, and for such a contract, you are located on slot 3, what will be your payoff for the round?

$$18-5-(3+6) = 4 \text{ points}$$

b) Assume that you were unable to hire an employee, what will be your payoff for the round?

0 point

Question 2

Assumes that a worker makes a bid ask of 11 on slot 5 and 17 on slot 6.

- what his your payoff if you accepts to locate on slot 5? $18-11= 7$
- What is your payoff if you accept to locate on slot 6? $18-17 = 1$
- What is worker's payoff if you accept to locate on slot 5? Do not know, will depend on his subsequent home choice!
- What is worker's payoff if you accept to locate on slot 6? Idem, do not know

For workers' type

Question 1

a) Assume that you had been hired by a firm which is located on slot 3 (your workplace), for a wage of 5.

At the end of the first step, what is your income?

$$72 + 5 = 77 \text{ points}$$

Your revenue is 72 points that you get by having a job, plus your wage of 5, that is an income of 77 points (income = revenue + wage).

b) At the end of the second step, your home is located in slot 6, and you pay 10 points for land rent. What is your final payoff for the round?

$$77 - 10 - 9 * (6-3) = 40 \text{ points}$$

Your income at the end of the first step is 77,

You pay 10 points for land rent

As your workplace is located on slot 3 and as your home is on slot 6, the distance between your home and your workplace is 3 slots (6-3) and the cost of distance per slot is 9 points.

Question 2

Assume that you do not find a job at the end of the first step?

What is your income for the first step? 20 points

What is your payoff for the round? 20 Points

Question 3

Assume that you bid 40 points for slot 5 as a living place. Others workers bid respectively for this slot (home) 35, 32, 30, 25, 20, 13, 12.

a) Do you win this slot? YES

b) What is the price you will pay for this slot? 35 points (if you do not win another slot closer to your workplace)

10.4. Dossier de candidature auprès du Comité d’Ethique de l’University of Sydney au titre de l’expérimentation réalisée à Sydney

HREC OFFICE USE		
HUMAN RESEARCH ETHICS		
COMMITTEE NUMBER:		
Meeting Date:		
Chief Investigator/Supervisor’s Surname:		
Student’s Surname:		
Agenda Category:	Honours	<input type="checkbox"/>
	Masters	<input type="checkbox"/>
	PhD	<input type="checkbox"/>
	Grants Awarded	<input type="checkbox"/>
	Small Grants Awarded	<input type="checkbox"/>
	General	<input type="checkbox"/>

ETHICS AND PRIVACY APPLICATION FORM FOR RESEARCH INVOLVING HUMANS

INSTRUCTIONS FOR ALL SUBMISSIONS

Original Application signed [all signatures required before submitting]

 X
 Y

8 copies of the signed Original Application plus a soft PDF copy

 X
 Y

Please (X) to indicate either “Y” or “N” that the following documents are attached to the Original and Copies:

Participant Information Statement (s)

 Y N

Consent Form (s)	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
Copy of questionnaire(s), survey questions, interview topics to be covered etc.	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
Research references	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
Recruitment advertisement / circular	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
Evidence of permission to conduct research in other locations	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
One copy of the grant application with appropriate clearance forms as requested by the Research Office	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N

Please Note: Each question on this form has instructions and links to relevant documents and guidelines on how to answer that particular question as hidden text. To show the text with the hidden text effect, click symbol “¶” (**Show/Hide**) (situated next to the “Zoom” button) on the “Standard” toolbar. When hidden text is shown it is marked with a dotted underline. This text will not be seen on the printed version.

Please note the following:

1. This application must be completed electronically or typewritten
2. Complete all sections except those specifically not applicable
3. Use lay terms wherever possible
4. Do not alter the order of questions or layout of the application form
5. “Y” signifies Yes, “N” signifies No, and “N/A” signifies Not applicable
6. Some “Y”/“N” boxes have been reversed so take care in answering the questions
7. HREC refers to Human Research Ethics Committee

SECTIONS:		Page
Section 1:	Administration	3
Section 2:	Nature of Research	6
Section 3:	Participants and Recruitment	7
Section 4:	Privacy	10
Section 5:	Collection and Dissemination of Results	13
Section 6:	Risks and Benefits	15
Section 7:	Participant Information and Consent	16
Section 8:	Conflict of Interest and Other Ethical Issues	17
Section 9:	Description of Project	18
Section 10:	Field Based Research or Research Conducted Outside Australia	20
Section 11:	Declaration of Researchers	22
	Checklist	23

This form has been prepared in collaboration between Ms G Briody, Associate Professor M Grimm, Professor A Lloyd, Associate Professor J Watson and Ms M Wright of the Human Research Ethics Committees (HRECs) of the Universities of New South Wales and Sydney.

SECTION 1: ADMINISTRATION

This section is obligatory

1.1 (a) Full project title

LOCEX: Location Choices in Urban Areas and Transport Cost- Laboratory Experiments

(b) Short name by which the project will be known

LOCEX

(c) Name of Chief Investigator

Prof. David Hensher

(d) Provide a brief summary of the project in lay language (approximately 100 words)

The LOCEX project consists in implementing the method of experimental economics to the study of microeconomic location choices in urban areas, in particular the influence of transport cost. The French Ministry of Transport had officially subsidized this project, the study began in September 2011 and should be finished in September 2013. The key aspects of this project are the experimental test of some theoretical models within the field of Urban Economics and New Economic Geography. Moreover, it will be used in order to better assess urban

e (e) Outline the academic/scientific merits of this study (including potential contributions to the body of knowledge and methodological rigor) (approximately 100 words)

The academic merits of such a projects are quite clear, in the sense there exists virtually nothing regarding laboratory experiments aiming at studying location choices. In particular, the behavioral pattern and regularities regarding households and firms locating decisions are totally unknown,. It is quite a paradox since the theoretical literature is huge (See Fujita and Thisse, 2003 ; Combes, Thisse, 2010) and is gaining increasing attention, in particular the New Economic Geography field. More generally, a key outline of this project is to have a better

1.2 Indicate the institutional ethics committee that you consider to be the primary one for this project. (In general, if the Chief Investigator is a University employee, then the University should be considered to be the primary site. If the Chief Investigator or participants are from a health care service, then the Area Health Service ethics committee should be considered as the primary site.)

The University of Sydney

1.3 (a) Has this project already been submitted to any other HREC(s)?

N Y

(b) Will this project be submitted to any other HREC(s)?

N Y

If you answered YES to (a) or (b), give the name of the HREC(s), and indicate the status of the application at each (i.e., submitted, approved, deferred or rejected).

Attach copies of the correspondence with each of the other HREC(s).

Please do not submit to more than one HREC concurrently.

1.4 List the following details of the Chief Investigator/Supervisor, any Co-Researcher(s), Associate Researcher(s) and Student(s).

Chief Investigator/Supervisor

Name	David Hensher
Title	Professor
Qualifications	PhD
Positions held: employed, conjoint/adjunct/visiting	Professor of Management, Director
Full mailing address (including building number)	Room 315, C37 - Newtown Campus, The University of Sydney, NSW 2006 Australia
Telephone	+61 2 9351 0071
Fax	+61 2 9351 0088
E-mail	david.hensher@sydney.edu.au

Co-Researcher(s), Associate Researcher(s), Student(s) or other Personnel involved in the study (If appropriate indicate for each named person whether they are University staff, student or neither). If the named person is a student, nominate (in the Qualifications section) the degree for which he/she is enrolled.

Name	Laurent Denant-Boemont
Title	Professor
Qualifications	Doctor
Positions held: employed, conjoint/adjunct/visiting	Visiting Academic, ITLS at the University of Sydney Business School
Full mailing address (including building number)	Room 117, C37 - Newtown Campus, The University of Sydney, NSW 2006 Australia
Telephone	+61 2 9351 0046
Fax	+61 2 9351 0088
E-mail	L.Denant-Boemont@econ.usyd.edu.au

Name	Michiel Bliemer
Title	Professor
Qualifications	
Positions held: employed, conjoint/adjunct/visiting	Employed, ITLS at the University of Sydney Business School

Full mailing address (including building number)	
Telephone	
Fax	
E-mail	

Name	Corinne Mulley
Title	Professor
Qualifications	Doctor
Positions held: employed, conjoint/adjunct/visiting	Employed, ITLS at the University of Sydney Business School
Full mailing address (including building number)	
Telephone	
Fax	
E-mail	

Name	Sabrina Hammiche
Title	Associate Professor
Qualifications	Doctor in Economics
Positions held: employed, conjoint/adjunct/visiting	Visiting Academic, ITLS at the University of Sydney Business School
Full mailing address (including building number)	Room 118, C37 - Newtown Campus, The University of Sydney, NSW 2006 Australia
Telephone	+61 2 9351 0046
Fax	+61 2 9351 0088
E-mail	S.Denant-Boemont@econ.usyd.edu.au

Insert additional boxes if necessary.

1.5 Who is the nominated Contact Person (from those listed in 1.4 above) for this protocol?

Name	Telephone Number	Email
David Hensher	+61 2 9351 0071	david.hensher@sydney.edu.au

1.6 Who is the person preparing this document?

Name	Telephone Number	Email
Denant-Boemont, Laurent	+61 2 9351 0046	L.Denant-Boemont@econ.usyd.edu.au

1.7 Are there students involved in this project?

N Y

If you answered YES, indicate the number of students covered by this study and the degrees which this study will contribute towards (i.e., Honours, Masters, PhD, etc.) **If the names are already known please include them.**

300 students, Honours and Masters.

1.8 (a) Indicate the proposed date of commencement of the project.

Projects may not commence without the prior written approval of the HREC.

Date 01st, May, 2012

(b) Indicate the proposed completion date of the project.

Date 30th, June, 2012

1.9 Indicate all location(s) at which the research will be undertaken.

Experimental Lab of the Faculty of Economics, Merewether Building, The University of Sydney

1.10 (a) Has this protocol received research funding/contracting or is this submission being made as part of an application for research funding/contracting? N Y

If you answered YES, list the funding/contracting bodies to which you have submitted, or intend to submit, this project. Attach a copy of the grant application(s), contract(s) or similar agreement(s).

Funding/Contracting body 1: French Ministry of Transport, PREDIT Program

Funding/Contracting body 2:

Funding/Contracting body 3:

(b) What is the outcome of these funding/contracting application(s) (please tick the appropriate box)

RIMS_ID: Funding/Contracting body 1: Approved Pending Refused

RIMS_ID: Funding/Contracting body 2: Approved Pending Refused

RIMS_ID: Funding/Contracting body 3: Approved Pending Refused

(c) Will this study still be undertaken if funding is not successful? N Y

(d) If the title of the project submitted for funding is different from that listed under Q1.1(a), state it below.

Proceed to Section 2.

SECTION 2: NATURE OF RESEARCH

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 23-45)

This section is obligatory

2.1 *The nature of this project is most appropriately described as research involving:-
(more than one may apply):*

- *behavioural observation*
 N
 Y

- *self-report questionnaire(s)*
 N
 Y

- *interview(s)*
 N
 Y

- *qualitative methodologies (e.g. focus groups)*
 N
 Y

- *psychological experiments*
 N
 Y

- *epidemiological studies*
 N
 Y

- *data linkage studies*
 N
 Y

- *psychiatric or clinical psychology studies*
 N
 Y

- *human physiological investigation(s)*
 N
 Y

- *biomechanical device(s)*
 N
 Y

- **human tissue (see Section 11 – Medical Form)**
N Y
- **human genetic analysis (see Section 11)**
N Y
- **a clinical trial of drug(s) or device(s) (see Section 12)**
N Y
- **Other (please specify in the box below)**
N Y

Experimental Economics

Proceed to Section 3.

SECTION 3: PARTICIPANTS AND RECRUITMENT

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 25-34)

This section is obligatory

3.1 (a) What is the age range of all participants involved in this study?

18+

(b) If the participants include children (defined by statute for this purpose as anyone under 18) has a Prohibited Employment Declaration Form for the researchers (“criminal record check”) been lodged with the University or hospital? (see <http://www.kids.nsw.gov.au/check/>)
Y N

If you answered NO, give reasons why not.

Given the nature of this research project (location choice within urban areas), we only need adults as land renters or land owners.

3.2 Are the participants:-

(more than one may apply)

- **in a teacher–student relationship with the researchers or their associates?**
N Y
- **in an employer–employee relationship with the researchers or their associates?**

	N	Y
- <i>in any other dependent relationship with the researchers or their associates?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>wards of the state?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>prisoners?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>refugees?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>members of the armed services?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>mentally ill?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>intellectually impaired?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>unconscious or critically ill patients?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>under the Guardianship Act 1987 (as amended)?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>in a doctor-patient relationship or a health giver-receiver relationship with the researchers or their associates?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <i>Aboriginal or Torres Strait Islanders?</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

If you answered YES to any of the above, provide details.

3.3 (a) What is the sample size for the study? Comment on how this sample size will allow the aims of the study to be achieved.

Sample size: 304 participants (288 participants to the experimental sessions + 16 participants for the pilot study)

This number of participants will ensure us sufficient number of statistical independent observations, as we have 3 experimental treatments for different groups of 16 participants interacting together. Having 288

(b) How will the participants be recruited?

Investigators should note that the initial contact with participants should be at "arm's length" to avoid real or perceived coercion.

ORSEE Procedure, used by the experimental lab of the School of Economics, Faculty of Arts and Social Sciences, The University of Sydney
(please see <http://orsee.arts.usyd.edu.au/public/>)

3.4 (a) Does recruitment involve a direct personal approach from the researchers to the potential participants?

N Y

If you answered YES, explain how the real, or perceived, coercion from researchers for potential participants to enrol has been addressed.

(b) Does recruitment involve the circulation/publication of an advertisement, circular, letter, email letter etc?

N Y

If you answered YES, provide a copy. If recruitment involves an advertisement, please indicate where and how often it will be published.

3.5 Will participants receive any reimbursement of out-of-pocket expenses, or financial or other "rewards" as a result of participation?

N Y

If you answered YES, what is the amount or nature of the reward and the justification for this?

Participants will receive a payoff in Australian Dollars that is based first on a participation fee and second on points that had been gained during the experiment (experimental economics methods), finally transformed in dollars by using an experimental exchange rate that is communicated before the experiment to the participants. This final reward each participant get could go from 10AU\$ from 40\$ approximately, depending on each participant choice during the experiment and also from group decisions as participants interact with the others.

3.6 Is the research targeting any particular ethnic or community group?

X	
N	Y

If you answered YES, which group is being targeted?

If you answered YES, is there an investigator who is a member of the Particular ethnic or community group?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Y	N

If you answered YES to 3.6, has this project been planned in consultation with a representative of this group?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Y	N

If you answered YES, who have you consulted and how do they represent this group?

If you answered NO, give reasons why you have not consulted.

Proceed to Section 4.

SECTION 4: PRIVACY

Refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 52-53. For health related information refer to the Statutory Guidelines made under the Health Records and Information Privacy (HRIP) Act 2002 (NSW) Statutory Guidelines on Research via Privacy NSW HRIP Act and also the NHMRC overview document *The Regulation of Health Information Privacy in Australia* <http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/nh53syn.htm>

This section is obligatory

4.1 Is there a requirement for the researchers to identify, collect, use, or disclose information of a personal nature (either identifiable or potentially identifiable) about individuals without their consent?

- | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| (a) from Commonwealth departments or agencies? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | N | Y |
| (b) from State departments or agencies? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | N | Y |
| (c) from other third parties, such as non-government organisations? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | N | Y |

If you answered YES to (a), (b) or (c), state what information will be sought and how many records will be accessed.

- | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| 4.2 (a) Is there a requirement for the researchers to identify, collect, use, or disclose personal <u>health</u> information about individuals without their consent, which is identifiable or potentially identifiable? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | N | Y |

IF YOU ANSWERED NO, YOU DO NOT NEED TO COMPLETE ANY MORE OF SECTION 4. GO TO SECTION 5

If you answered YES, indicate the reason(s)

- | | |
|--|--------------------------|
| - The project involves linkage of data | <input type="checkbox"/> |
| | Y |
| - Scientific deficiencies would result if de-identified information was used | <input type="checkbox"/> |
| | Y |
| - Other | <input type="checkbox"/> |
| | Y |

Please provide details

4.3 Will the health information that is identifiable or potentially identifiable with respect to individuals be collected, used or disclosed without the consent of the individual(s) concerned?

N
Y

If you answered YES, indicate the reason(s)

- *The size of the population involved in the research.*
Y
- *The proportion of subjects who are likely to have moved or died since the health Information was originally collected.*
Y
- *The risk of introducing bias into the research, affecting the generalisability and validity of the results.*
Y
- *The risk of creating additional threats to privacy by having to link information in order to locate and contact subjects to seek their consent of the results.*
Y
- *The risk of inflicting psychological, social or other harm by contacting subjects with particular conditions in certain circumstances.*
Y
- *The difficulty of contacting individuals directly when there is no existing or continuing relationship between the organisation and the individuals.*
Y
- *The difficulty of contacting individuals indirectly through public means, such as advertisement and notices.*
Y
- *Other*
Y

Please provide details

4.4 Was this research the primary purpose of collecting the health information?

Y
N

If you answered YES, you do not need to complete any further questions in Section 4. Go to Section 5

If you answered NO, please provide details

4.5 *Would the subjects have expected the researchers to use or disclose their health information for the purposes of this project?*

Y
N

Please provide details

4.6 *Explain why the collection, use or disclosure of this information is in the public interest, and why the public interest in the project substantially outweighs the public interest in the protection of privacy.*

Proceed to Section 5.

SECTION 5: COLLECTION OF DATA AND DISSEMINATION OF RESULTS

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 52-53)

This section is obligatory

5.1 Will any part of the study involve recordings using audio tape, film/video, or other electronic medium ?

N **Y**

If you answered YES, what is the medium and how it will be used?

5.2 Does your research involve the secretive use of photographs, tape-recordings, or any other form of record-taking?

N **Y**

If you answered YES, provide details and a justification for the secrecy.

5.3 (a) How will the results of the study be disseminated (e.g. via publication in journals and presentations in scientific meetings)?

The results will be communicated via four main media: conferences and internationally refereed journals, Scientific reports that are due to the French Ministry who subsidizes this research, academic books

(b) How will feedback be made available to participants (e.g. via a lay summary or newsletter)?

Please cross (X) the appropriate box:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | One (1) Page Lay Summary |
| <input type="checkbox"/> | Written Transcripts |
| <input type="checkbox"/> | Newsletter |
| <input type="checkbox"/> | Report |
| <input type="checkbox"/> | Web-based Feedback |
| <input type="checkbox"/> | If NO feedback will be given, provide details below |

5.4 How will the confidentiality of the data, including the identity of participants, be ensured during collection and dissemination?

As per usual practice – we will not record any data on a person’s name, address etc.

5.5 Is there any possibility that information of a personal nature could be revealed to persons not directly connected with this research?
If you answered YES, provide details.

X	
N	Y

5.6 (a) What is the proposed storage location of, and access to, materials collected during the study (including files, audiotapes, questionnaires, videotapes, photographs)?

Please cross (X) the appropriate box:

<input type="checkbox"/>	Chief Investigator/Supervisor’s Office	Room No.	<input type="checkbox"/>	Building	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Faculty / Departmental Office	Room No.	<input type="checkbox"/>	No. Building	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Other (Please provide details below)				

On laptops of the academics involved into this project, including myself, and ITLS web server archives

(b) On completion of the study, where will the materials that were collected during the study (including files, audiotapes, questionnaires, videotapes, photographs) be stored?

Please cross (X) the appropriate box:

<input type="checkbox"/>	Chief Investigator/Supervisor’s Office	Room No.	<input type="checkbox"/>	Building	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Faculty / Departmental Office	Room No.	<input type="checkbox"/>	No. Building	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Other (Please provide details below)				

We never destroy valuable data. It will be retained by Prof Hensher and academics mentioned above on their laptops and archived on ITLS server.

(c) Specify how long materials collected during the study (including files, audiotapes, questionnaires, videotapes, photographs) will be retained after the study, and how they will ultimately be disposed of.

Please ensure that the period of data retention stated here is appropriate to the nature of the proposed study. If the project involves clinical trial(s), the data should be kept for a minimum of 15 years (please refer to <http://www.fda.gov/oc/ohrt/irbs/websites.html>). If the projects do not involve clinical trial(s), the data should be kept for a minimum of 7 years after which time the data may be disposed of. (Please also refer to National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, 12.11 for further requirements).

Please cross (X) the appropriate box:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 15 years for clinical trials |
| <input type="checkbox"/> | 7 years |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Other (Please provide details below) |

Such data are so valuable, that it has an infinite life
--

Please cross (X) the appropriate box/es:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Paper / CD / DVD Shredding |
| <input type="checkbox"/> | Audio / Video Tapes Erased |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Other (Please provide details below) |

Data will be archived on ITLS server

Proceed to Section 6.

SECTION 6: RISKS AND BENEFITS

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 51)

This section is obligatory

6.1 (a) Could participation in the research adversely affect the participants?
N Y

If you answered YES, complete 6.1 (b) and 6.1 (c). If you answered NO go to 6.2

(b) Could the research induce any psychological distress in the participants?
N Y

(c) Could the research cause any physical harm to the participants?
(e.g. from physically invasive procedures or from drug administration, etc) N Y

If you answered YES to (b) or (c) describe the aspect(s) of the research and all the risks involved. Indicate the rate at which these risks are expected to occur. Indicate what facilities and trained personnel are available to deal with such psychological or physical problems.

6.2 Will the true purpose of the research be concealed from the participants?
N Y

If you answered YES, outline the rationale and provide details for the concealment.

Provide details of the debriefing. (If you do not intend to debrief, give reasons why not).

6.3 Are you doing research on patients (i.e. subjects receiving health care)?
N Y

If you answered YES, list the procedures/techniques which would not form part of routine clinical management.

6.4 Is this research expected to benefit the participants directly or indirectly?

N Y

If you answered YES, provide details.

Directly, since they get a payoff for their participation right after the experimental session. Indirectly, as such a study aims at improving efficiency of urban planning and to assess the impact of transport costs on the structure of cities. But there will be no benefit simply by participating in the survey

Proceed to Section 7.

SECTION 7: PARTICIPANT INFORMATION AND CONSENT

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p.12-13, p.28-29, p. 40-42, p.44-45, p.47-50, p.54)

This section is obligatory

7.1 Will a Participant Information Statement be provided?

Y N

7.2 Will written consent be obtained?

Y N

If you answered NO to either 7.1 or 7.2, give reasons why not.

7.3 In the case of participants who may not be fluent in English or who have difficulty understanding English, will arrangements be made to ensure

Y N

comprehension of the Participant Information Statement and Consent Form?

If you answered NO, give reasons. If you answered YES, what arrangements have been made?

As all participants will be students at the University of Sydney, they are expected to be at a minimum fluent in English language. Moreover, the instructions are simple and use direct language without any ambiguous

7.4 (a) Do the Participant Information Statement and Consent Form have:-

- the first page of the Participant Information Statement and Consent Form printed on appropriate institutional letterhead?

Y N

- **the title of the project on every page, including the Revocation of Consent? (if one is required) (Use a short title as appropriate)**
Y N
- **the page numbers expressed as page 1 of .., 2 of .., 3 of .. etc?**
Y N
- **an assurance that participation is voluntary and participants are permitted to withdraw from the project at any time without penalty?**
Y N
- **the name and telephone number of an appropriate researcher?**
Y N
- **a telephone number, fax number and E-mail address for the HREC, should a participant wish to make a complaint about the conduct of the research project?**
Y N

(b) How has the possibility of withdrawal from the study been addressed in the Participant Information Statement and Consent Form?

Yes through a clear statement that they may discontinue at any time

Proceed to Section 8.

SECTION 8: CONFLICT OF INTEREST AND OTHER ETHICAL ISSUES

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 51–54, Appendix 2)

This section is obligatory

8.1 Are any “conflict of interest” issues likely to arise in relation to this research?

N Y

If you answered YES, provide details.

8.2 Do the researchers have any affiliation with, or financial involvement in, any organisation or entity with direct or indirect interests in the subject matter or materials of this research?

N Y

*(Note that such benefits must be declared in the Participant Information Statement.)
If you answered YES, provide details.*

8.3 Do the researchers expect to obtain any direct or indirect financial or other benefits from conducting this research?

N Y

*(Note that such benefits must be declared in the Participant Information Statement.)
If you answered YES, provide details.*

8.4 (a) Have conditions already been imposed upon the use (eg. publication), or ownership of the results (eg. scientific presentations) or materials (eg. audio-recordings), by any party other than the listed researchers?

N Y

(b) Are such conditions likely to be imposed in the future?

N Y

If you answered YES to (a) or (b), provide details.

Proceed to Section 9.

SECTION 9: DESCRIPTION OF PROJECT

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p. 13)

This section is obligatory

9.1 Describe the project using lay terms wherever possible, including the aims, hypotheses, research plan

and potential significance. Where relevant, provide the projected number, sex, and age range of participants (including inclusion/exclusion criteria). You must satisfy the HREC that the study

is scientifically valid (include at least four (4) research references) and conducted in accordance with the accepted ethical principles governing research involving humans.

The description must be no longer than 2 pages and must be in a font size of at least 10 points.

The aim of this project is to study the economic relationship between location choices for firms and households in urban areas and transport costs (i.e. also about factors that could influence transport costs, like urban policies). This project is mostly empirical, since one key methodology should be laboratory experiments using the method of experiment economics, that aim in particular at testing theoretical models in the urban economics field (For a review, see for instance Fujita and Thisse, 2003). Laboratory experiments are presently lacking in this area of knowledge in economics that becomes increasingly huge, and the paradox is therefore that very few empirical tests of such models exist (with the noticeable exception of Bergman et al, 2009 and Anderson et al, 2007 for experimental tests). Laboratory experiments also imply that theoretical (behavioural) models have to be built in order to establish proper predictions for experimental design, or other empirical methods that could be used in order to obtain complementary data, like discrete choice, modelling (See Green, Hensher & Rose, 2008) and various statistical and econometrics technics.

More precisely, this project consists in implementing a laboratory experiment that aims at producing, depending on experimental treatments, various possible structures for cities, that is monocentric city, polycentric city and hierarchical city (see Fujita & Thisse, 2003). This laboratory experiment will be based on the theoretical model by Cavailhes et al. (2007) that is based on New Economic Geography and Urban Economics (See Combes et al., 2010). The model of Cavailhes et al (2007) describes a general equilibrium where 3 markets exist, one for a homogenous good for consumption, the other for labor force as an input, and the last one for land. Firms and workers are free to locate at any place in the city, but some essential facilities for firms are to lie in the Central Business District (CBD). In this model, proposition 1 states that the demographic structure of a city, in particular the weight of CBD compared to the suburbs, depends on the ratio between of commuting cost for workers and communication cost for firms. Our laboratory experiment will test such a proposal by implementing a game situation where participants, either representing firms or workers, have to choose location places, land rents they pay for and wages they pay or get. By implementing different calibrations for commuting cost and communication cost, Nash equilibrium should give rise to different structures for the city, monocentric (all jobs are in the CBD), polycentric (uniform distribution of jobs) or hierarchical (the majority of jobs in the CBS but also small secondary workplaces). The experimental design consists in a double sequence of markets games, the first one being a double-auction procedure for labour force, and the second one being a Public English auction mechanism for land space.

Concerning the research plan, this part of the LOCEX projects began in February 2012 with the arrival at ITLS of Professor Laurent Denant-Boemont, who works in the field of experimental economics. Then, the adequate theoretical model has to be found in the literature since the aim was to have i) a general equilibrium approach both with firms and households, and ii) a theoretical model that was flexible enough, but also tractable, in order to obtain either polycentric or monocentric structures for cities. Such properties are some important ones of the

9.1 (continued)

REFERENCES

- Anderson L, Freeborn B., Holmes J., Jeffrey M., Lass D. & Soper, J. (2007). *Location, Location, Location! A Classroom Demonstration of the Hotelling Model*. Working Papers 44, Department of Economics, College of William and Mary, revised 05 Feb 2007.
- Bergman M, Mateer D., Reksulak M., Rork J.C., Wilson R.K. and Zirkle D. (2009). *Your Place in Space: Classroom Experiment on Spatial Location Theory*, *Journal of Economic Education*, Fall, 405-21.
- Cavailhès J., Gaigné C., Tabuchi T. and Thisse J.F. (2007) *Trade and the structure of cities*, *Journal of Urban Economics*, 62 (3): 383-404.)
- Combes, P.P., Mayer T. and Thisse J.-F. (2008) *Economic Geography: The Integration of Regions and Nations*, Princeton University Press.
- Fujita M. and Thisse J.-F.(2003), *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location and Regional Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hensher, D.A., Rose, J. and Greene, W. (2005) *Applied Choice Analysis: A Primer*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Harrison, G. W. and List, J. A. 2004. *Field experiments*. *Journal of Economic Literature* 42, 1009–55.
- Noussair, Charles N & Plott, Charles R & Riezman, Raymond G, 1995. *An Experimental Investigation of the Patterns of International Trade*, *American Economic Review*, vol. 85(3), pages 462-91, June

Proceed to section 10.

SECTION 10: FIELD-BASED RESEARCH (i.e., CONDUCTED OFF CAMPUS OR OUTSIDE A HEALTH SERVICE) INCLUDING RESEARCH CONDUCTED OUTSIDE AUSTRALIA

(refer to the National Statement on Ethical Conduct in Research Involving Humans, p.14, p.31-32)

This section must be completed for all applications involving EITHER field-based research OR research to be carried out in countries outside Australia (eg. in a school, a corporation, a government department an Aboriginal and Torres Strait Islander community or research in a another country).

10.1 Is your research conducted

- | | | |
|--|--|-------------------------------|
| (i) Outside Australia | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (ii) Off Campus | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (iii) In an Aboriginal and Torres Strait Islander Community | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (iv) In a School | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (v) In a Corporation | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (vi) In a Government Department | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |
| (vii) In a Hospital | <input checked="" type="checkbox"/>
N | <input type="checkbox"/>
Y |

If you answered NO to all of the above, go to Section 11

- 10.2 Have you obtained formal permission from relevant authorities for entry to the area to carry out research (e. g., national or local government bodies, organisations of local communities)?**
- | | | |
|--|--|-------------------------------|
| | <input checked="" type="checkbox"/>
Y | <input type="checkbox"/>
N |
|--|--|-------------------------------|

If you answered YES, name the relevant authorities and attach the relevant correspondence.

If you answered NO, give reasons.

10.3 *If research is proposed among members of specific organisations, have you sought approval from those organisations (e. g., church groups, national associations, etc)?* Y N

If you answered YES, name the relevant authorities and attach the relevant correspondence or letter of support.

If you answered NO, give reasons.

10.4 *Does the research involve individuals or groups of people who are not formally organised (e.g., people living in a village or town, etc)?* N Y

If you answered YES, indicate the context of the research. How will you obtain access to participants? Indicate any ethical issues that you can foresee in this approach.

10.5 *Will your research necessarily involve the acquisition of objects of valuable cultural property (e. g., carvings, paintings, etc)?* N Y

If you answered YES, give details of arrangements with owners of the property with regard to access to/acquisition of these items, where appropriate.

10.6 *Will your research necessarily involve any activities that are likely to be seen by research participants and/or members of their local communities* N Y

as in conflict with local practices and customs (e.g. regarding religious or ritual participation)?

If you answered YES, provide details.

Proceed to Section 11.

SECTION 11. DECLARATION OF RESEARCHERS

I/we apply for approval to conduct the research. If approval is granted, it will be undertaken in accordance with this application and other relevant laws, regulations and guidelines.

Signature of Chief Investigator or Supervisor

NameDavid

Hensher.....

(print)

Signature: .

.....



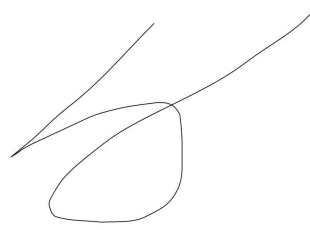
Date: 4th, April
2012.....

Signature of Associate Researcher(s) or Student(s)

Name Laurent Denant-Boemont.

Date:

.....



Signature:

.....

(print)

NameMichiel Bliemer.....

Signature:

Date:

.....

.....

(print)

NameCorinne Mulley.....

Signature:

Date:

.....

.....

(print)

NameSabrina Hammiche.....

Date:

.....



Signature: ..

.....

(print)

Signature of appropriate senior officer NOT ASSOCIATED with the research (e.g. Head of School OR appropriate).

After careful consideration and appropriate consultation, I have reviewed the attached HREC application, including the Participant Information Statement and Consent Form. I am satisfied that the scientific merit of this work justifies its being performed and that the information which will be obtained justifies the inconvenience and risks to participants.

Name:

(print)

Title:

(print)

Position:

(print)

Signature:

Date:

.....

10.5. Instructions de l'expérimentation réalisée au LABEX-EM sur la Nouvelle Economie Géographique (préférence pour la diversité et localisation des consommateurs, annexe 9.3.)

Principe de l'expérience

Dans cette expérience, vous devrez prendre une série de décisions de consommation. À chaque étape de l'expérience vous aurez la possibilité de choisir votre récompense entre plusieurs options. Les gains obtenus pendant le jeu consisteront en diverses quantités de biens de consommation (nous parlerons par la suite de « récompenses en biens physiques »). A ces gains, s'ajoutera un forfait de participation 15 euros. L'expérience se déroulera sur 2 séances.

Première séance, vous devrez effectuer un ensemble de choix de consommation.

Deuxième séance, vous devrez consommer les biens choisis au Labex. Vous devrez rester un minimum de 40min, vous devez donc choisir quels biens consommer pendant ce laps de temps. Les gains monétaires vous seront distribués à la fin de la seconde séance.

Il vous sera impossible d'emporter avec vous tout ou même une partie de vos gains physiques, qui devront être consommés sur place impérativement. Il y aura 7 types de biens : fruits, boissons (coca, Fanta etc.), carrés de chocolat, pâtisseries (macarons), articles de magazines, jeux vidéo, musique à écouter.

Pour les récompenses physiques, vous devrez choisir entre plusieurs récompenses possibles ; chaque récompense offrira des quantités d'unité de biens différentes.

- Pour la nourriture (fruits, pâtisseries, etc.), chaque unité achetée correspondra à une quantité en grammes que vous aurez le droit de manger
- Pour les boissons, chaque unité achetée correspondra à une quantité en centilitres que vous pourrez boire.
- Pour la musique, nous allons mettre à votre disposition un catalogue de chansons sous fichiers mp3. Par exemple, dans une des options, vous aurez droit d'écouter de la

musique à partir de ce catalogue pour 20min alors que si vous choisissez l'option vous n'aurez que 15min.

- Pour les jeux vidéo, chaque unité achetée correspondra un nombre de minutes, c'est le nombre de minutes pendant lesquelles vous aurez le droit de jouer à un jeu parmi ceux que nous vous proposons. Vous ne pourrez jouer qu'à un seul des jeux parmi ceux proposés.
- Pour les magazines, même chose, une unité correspond à un nombre de minutes pendant lesquelles vous pourrez lire des magazines de notre catalogue.

Les différents catalogues de magazines, chansons et jeux disponibles se trouvent à la suite de ces instructions.

Déroulement détaillé de l'expérience

Etape 1

Dans cette étape, il vous sera demandé d'effectuer une enchère contre l'ordinateur. Pour chacun des biens, vous devrez enchérir pour obtenir une quantité donnée du bien.

L'ordinateur tirera au sort une valeur. Si votre enchère est inférieure au tirage de l'ordinateur, vous perdrez. Vous ne paierez rien et vous ne gagnerez rien.

Si votre enchère est supérieure au tirage de l'ordinateur, vous gagnerez. Cela veut dire qu'à la fin de l'expérience, l'enchère que vous avez donnée vous sera retiré de votre forfait de participation en échange de la quantité du bien que pourrez désormais consommer.

Par exemple :

Supposons que pour 3minutes de jeux vidéo, vous enchérissiez à 45 centimes.

- Si l'ordinateur tire au sort 50 centimes, vous perdez. Vous ne payez rien et vous ne gagnez pas de minutes supplémentaires à jouer.

- Si l'ordinateur tire au sort 30 centimes, vous gagnez. Vous aurez le droit de jouer 3 minutes supplémentaires à un jeu vidéo mais 30 centimes seront déduits de votre forfait de participation.

Etape 2

Dans cette étape vous devrez effectuer **7 choix**. A chaque fois vous aurez une dotation d'unités UME que vous choisirez d'utiliser pour acheter des unités de biens. Attention, il vous faudra souvent plusieurs unités UME pour pouvoir acheter une unité d'un bien. Les taux de change de cette étape pour les unités de biens seront les suivants :

- 1 unité de fruits/jus de fruits = 12 grammes
- 1 unité de chocolats ou de pâtisseries achetée = 12 grammes
- 1 unité de musique, de magazines ou de jeux achetée = 1.27 minutes d'écoute ou de jeux
- 1 unité de boissons achetée = 12cl à boire

b) Choix 1 Pour ce choix, vous aurez une dotation de 99 UME, et le prix de chaque bien est fixé à 3 unités UME par unité. Vous pouvez répartir votre consommation entre les différents biens comme bon vous semble à la seule condition que la valeur de vos achats ne dépasse pas 99 points et toute votre dotation doit être utilisée : le montant « Restant » en bas de l'écran doit être égal à 0.

2e Ecran de Choix à remplir

Dotation en UME à dépenser pour ce choix particulier : 99

Prix en UME de chacun des biens : 3

<p>Quantité Boissons (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 cl</p>
<p>Quantité Chocolats (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 gr</p>
<p>Quantité Magazines (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 min</p>
<p>Quantité Jeux (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 minutes</p>
<p>Quantité Musique (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 minutes</p>
<p>Quantité Pâtisseries (en UME) : <input style="width: 100px;" type="text" value="0"/> 33</p> <p style="text-align: center;">0</p>	<p>Conversion en biens réels</p> <p>0.0 gr</p>

Pour finir, vous aurez une suite de choix du même type à faire par la suite sauf qu'à chaque fois, un des biens verra son prix augmenté à 6 UME par unité de biens, le prix des autres biens restent à 3 UME par unité.

Nouvel écran de choix
Dotation à dépenser pour ce choix particulier : 99

Quantité Boissons (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	3	Conversion en biens réels	0.0 cl
Quantité Chocolats (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	3	Conversion en biens réels	0.0 gr
Quantité Magazines (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	3	Conversion en biens réels	0.0 min
Quantité Jeux (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	3	Conversion en biens réels	0.0 minutes
Quantité Musique (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	6	Conversion en biens réels	0.0 minutes
Quantité Pâtisseries (en UME) :	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="33"/>	Prix par unité :	3	Conversion en biens réels	0.0 gr

Etape 3

Les options

Vous aurez à chaque fois le choix entre 2 options, chaque option représentant un ensemble de consommation possible des biens. Les 2 options diffèrent par les quantités de biens présentes que vous obtiendrez.

Vous aurez les informations suivantes :

- La récompense attribuée aux gens qui vont choisir l'option A à gauche de l'écran
- La récompense attribuée aux gens qui vont choisir l'option B à droite de l'écran

Voici un exemple d'écran de choix que vous aurez à faire (les quantités indiquées dans ce tableau ne sont pas celles qui seront présentes dans le jeu !).

Vous devrez effectuer 18 choix différents entre l'option A et l'option B.

Période		1 de 1		Temps restant [sec]: 23																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Récompense pour l'option A</th> <th style="width: 50%;">Quantité de biens</th> <th style="width: 50%;">Récompense pour l'option B</th> <th style="width: 50%;">Quantité de biens</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fruits</td> <td>0.0 gr</td> <td>Fruits</td> <td>62.3 gr</td> </tr> <tr> <td>Boissons</td> <td>35.3cl</td> <td>Boissons</td> <td>51.1cl</td> </tr> <tr> <td>Chocolats</td> <td>35.3gr</td> <td>Chocolats</td> <td>33.4gr</td> </tr> <tr> <td>Mags</td> <td>11.8min</td> <td>Mags</td> <td>11.1min</td> </tr> <tr> <td>Jeux</td> <td>11.8minutes</td> <td>Jeux</td> <td>11.1minutes</td> </tr> <tr> <td>Musique</td> <td>11.8minutes</td> <td>Musique</td> <td>11.1minutes</td> </tr> <tr> <td>Pâtisseries</td> <td>35.3gr</td> <td>Pâtisseries</td> <td>33.4gr</td> </tr> </tbody> </table>						Récompense pour l'option A	Quantité de biens	Récompense pour l'option B	Quantité de biens	Fruits	0.0 gr	Fruits	62.3 gr	Boissons	35.3cl	Boissons	51.1cl	Chocolats	35.3gr	Chocolats	33.4gr	Mags	11.8min	Mags	11.1min	Jeux	11.8minutes	Jeux	11.1minutes	Musique	11.8minutes	Musique	11.1minutes	Pâtisseries	35.3gr	Pâtisseries	33.4gr
Récompense pour l'option A	Quantité de biens	Récompense pour l'option B	Quantité de biens																																		
Fruits	0.0 gr	Fruits	62.3 gr																																		
Boissons	35.3cl	Boissons	51.1cl																																		
Chocolats	35.3gr	Chocolats	33.4gr																																		
Mags	11.8min	Mags	11.1min																																		
Jeux	11.8minutes	Jeux	11.1minutes																																		
Musique	11.8minutes	Musique	11.1minutes																																		
Pâtisseries	35.3gr	Pâtisseries	33.4gr																																		
<input type="button" value="OPTION A"/>			<input type="button" value="OPTION B"/>																																		
<input type="button" value="Je confirme"/>																																					

Etape 4

L'étape 4 est identique à l'étape 3 dans son principe sauf que les valeurs des récompenses ne seront pas les mêmes qu'à l'étape 3. Il y a le même nombre de choix (18).

Gains

Vous aurez donc rempli un certain nombre d'écran de choix lors des étapes 2,3 et 4.

C'est-à-dire que vous avez effectué 7 choix lors de l'étape 2, 18 choix lors de l'étape 3 et 18 choix lors de l'étape 4 soit 43 écrans de choix en tout.

Un seul de ces écrans de choix sera tiré au sort et constituera votre récompense. Plus précisément, à chaque fois que vous aurez cliqué sur le bouton « OK » durant cette expérience après avoir choisi entre plusieurs options aux étapes 2,3 et 4, vous aurez validé un écran de choix. A la fin de l'expérience, un seul des écrans sera tiré au sort dans l'une des étapes. Cet écran peut être tiré au sort au hasard dans l'étape 2 ou l'étape 3 ou l'étape 4.

A ces gains s'ajouteront les gains réels des enchères de l'étape 1 que vous avez gagnées.

Par exemple supposons que vous ayez gagné 15 minutes de jeux vidéo lors des étapes 2,3 et 4. Supposons aussi que vous ayez gagné l'enchère contre l'ordinateur de l'étape 1 sur les jeux vidéo vous donnant 3 minutes de jeux vidéo.

Donc vous aurez le droit de jouer aux jeux vidéo durant 18 minutes (15+3) en tout.

Par contre, vos gains entre les étapes 2,3 et 4 ne vont pas se cumuler. Car un seul de vos choix sur l'ensemble de ces étapes sera tiré au sort.

Votre forfait de participation est de 15 euros, mais nous y enlèverons le paiement des enchères de l'étape 1.

La distribution des gains va se passer lors de la deuxième journée au LABEX, de la façon suivante :

Tout le monde commencera en même temps à écouter de la musique. Au fur et à mesure, tout le monde n'ayant pas le droit de jouer pendant la même durée, les participants verront sur leur ordinateur la musique arrêtée au delà du temps imparti pour chacun. Une fois que la musique sera arrêté pour participant, ce dernier aura la possibilité de jouer aux jeux vidéos, puis une fois les jeux finis il pourra lire les magazines. Enfin, quand tout cela sera terminé, son ordinateur sera recouvert d'un plastique et il pourra consommer la nourriture qu'il aura gagnée.

Vous êtes libres de demander le code pour voir les algorithmes qui effectuent les différents tirages au sort.

Votre gain à l'issue de l'expérience

Votre gain en points sera calculé par l'ordinateur de la manière suivante :

$$\text{Votre gain} = \text{Gains réels} + \text{Gains monétaires}$$

$$\text{Gains réels} = \text{gains réels du choix tiré au sort} + \text{gains réels obtenus lors des enchères gagnées de l'étape 1}$$

$$\text{Gains monétaires} = \text{forfait de participation de 15 euros} - \text{paiement des enchères gagnées lors de l'étape 1}$$