

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

Comparaisons intersexes dans l'estimation des distances

par
Catherine Bourgoïn

Département de psychologie
Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M. Sc.) en psychologie

Juin 2008
© Catherine Bourgoïn, 2008



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :
Comparaisons intersexes dans l'estimation des distances

présenté par :
Catherine Bourgoïn

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

DENIS COUSINEAU
président-rapporteur

Michèle Robert, Ph. D.
directrice de recherche

SERGE LAROCHELLE
membre du jury

Sommaire

L'habileté des hommes et des femmes à fournir des estimés des distances entre des points de repère à l'intérieur d'un environnement a jusqu'à présent été mesurée dans différents contextes et à l'aide de méthodologies variées, ce qui a mené à des patrons de résultats hétérogènes. La présente étude vise à établir le profil des différences intersexes dans des tâches d'estimation des distances réalisées à l'aide de méthodes quantitative et qualitative dans un même contexte. Les résultats montrent qu'à condition qu'une estimation qualitative ait été effectuée auparavant, les femmes surestiment davantage les distances directes (« straight-line estimation ») entre les points de repères que les distances parcourues (« route estimation »), tout en étant moins précises que les hommes dans l'estimation des distances directes. Ces derniers commettent moins d'erreurs que les femmes dans l'évaluation de la distance directe entre des repères. Ces résultats appuient l'idée selon laquelle les hommes ont une plus grande facilité que les femmes à se former une représentation de la configuration de l'espace.

Mots-clés : différences intersexes, estimation des distances, habiletés spatiales

Summary

Studies of gender differences in distance estimation between landmarks are based on a variety of methodologies. This diversity may be responsible for the heterogeneous patterns of results they reveal. The present experiment compares men's and women's ability to produce both qualitative and quantitative distance estimations within the same context. The results show that, when a qualitative estimation is initially performed, women overestimate straight-line distances between landmarks to a larger extent than when judging traveled distances while being less accurate than men in estimating straight-line distances. Finally, men make fewer errors than women when evaluating straight-line distances between landmarks. These results support the notion that men have greater ability than women in constructing accurate representations of the spatial layout of their environment.

Keywords : gender differences, distance estimation, spatial skills

Table des matières

Liste des tableaux.....	vii
Remerciements.....	viii
Contexte théorique	1
Habilités spatiales et sexe des individus.....	2
Estimation des distances et différences intersexes.....	4
Estimation des distances sans égard au sexe.....	8
Questions de recherche.....	10
Méthode.....	12
Participants	13
Matériel et tâches	13
Déroulement de l'expérience	16
Analyse des résultats.....	20
Estimation des distances.....	21
Corrélations entre les mesures d'erreur.....	25
Tâches de contrôle.....	27
Discussion et conclusion.....	29
Estimations à l'aide de jugements quantitatifs.....	31
Estimations à l'aide de jugements qualitatifs.....	33
Jugements quantitatifs et qualitatifs	34
Limites de l'étude.....	36
Conclusion.....	39

Références	41
Appendice A - Illustration du trajet parcouru	ix
Appendice B - Liste des paires de repères utilisées dans la tâche d'estimation des distances	xi
Appendice C - Interface expérimentale pour les jugements qualitatifs et quantitatifs ..	xiii
Appendice D - Item du questionnaire de rotation mentale	xvi
Appendice E - Épreuve de mémoire de la localisation d'objets	xviii
Appendice F - Problème de l'épreuve d'horizontalité des liquides	xx
Appendice G - Item de l'épreuve d'évaluation de l'orientation de lignes.....	xxii
Appendice H - Dessin illustrant le type de distance à estimer	xxiv

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Erreur réelle moyenne en fonction du sexe, du type de distance et de l'ordre de passation	23
Tableau 2 :	Erreur absolue moyenne en fonction du sexe, du type de distance et de l'ordre de passation	24
Tableau 3 :	Nombre moyen d'erreurs en fonction du sexe, du type de distance et de l'ordre de passation	25
Tableau 4 :	Respectivement chez chaque sexe, corrélations entre les trois mesures d'erreur pour l'ordre de passation Qn-Ql.....	26
Tableau 5 :	Respectivement chez chaque sexe, corrélations entre les trois mesures d'erreur pour l'ordre de passation Ql-Qn.....	27
Tableau 6 :	Pour chaque sexe, nombre d'items de rotation mentale réussis (sur 24), nombre de bonnes réponses à l'horizontalité des liquides (sur 8), nombre d'items réussis à l'évaluation de l'orientation de lignes (sur 20) et nombre de sites d'objets correctement retenus (sur 27)	28

Remerciements

Je tiens premièrement à remercier ma directrice de recherche, Michèle Robert, pour son soutien et ses conseils fournis tout au long de la réalisation de cette recherche. Je lui suis reconnaissante pour sa grande disponibilité et ses commentaires effectués sur les versions antérieures de ce travail.

Je désire également remercier les personnes de mon entourage qui ont fait preuve de patience à mon égard tout au long de mes études de deuxième cycle. Plus particulièrement, je veux souligner l'aide et les conseils prodigués par Yan-Olivier Charest, sans qui il m'aurait été moins aisé de terminer mes études. Je souligne enfin l'assistance technique que m'ont fournie Véronique Mathieu et Frédérique-Emmanuelle Lessard.

Cette recherche a été rendue possible par la subvention 2602 octroyée à Michèle Robert par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.

Contexte théorique

Il y a hétérogénéité des différences intersexes observées quand il faut estimer la distance entre des points de repères présents dans un environnement. Quatre moyens de mesurer la capacité à produire cette estimation ont été exploités par différents auteurs dans différents contextes, d'où la diversité des résultats. Par contre, la performance des deux sexes n'a pas été comparée à l'aide de ces quatre modalités dans un même contexte. La présente étude vise donc à procéder à cette comparaison en vue d'éclaircir le patron des différences intersexes.

Habiletés spatiales et sexe des individus

L'examen du produit des comparaisons intersexes sur le plan cognitif révèle que c'est dans le secteur des habiletés visuo-spatiales que les performances des hommes et des femmes diffèrent le plus (Halpern, 2000). Parmi ces habiletés, ce sont celles faisant intervenir des processus de rotation mentale (de stimuli orientés différemment) qui illustrent la différence la plus marquée et la plus robuste, les hommes les maîtrisant davantage que les femmes (Linn & Petersen, 1985; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995). La supériorité des hommes ressort également s'il s'agit de tracer la surface d'un liquide dans un contenant incliné (Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995) ou de repérer, dans un ensemble de lignes, celles de même orientation (Collaer & Nelson, 2002;

Collaer, Reimers, & Manning, 2007). Par contre, les femmes réussissent généralement mieux que les hommes dans des épreuves requérant la mémorisation de la localisation d'objets (Voyer, Postma, Brake, & Imperato-McGinley, 2007). D'autres contextes comportent des activités de navigation ou d'orientation spatiale : il faut alors se déplacer ou se situer dans un environnement réel ou virtuel à l'aide de points de référence absolus ou relatifs. Or, selon le type de tâche en jeu, on retrouve parfois une supériorité de l'un ou l'autre sexe et parfois une égalité des performances chez les deux sexes (voir Coluccia & Louse, 2004).

En plus de ce patron hétérogène des différences intersexes dans les comportements mêmes d'orientation spatiale, hommes et femmes diffèrent habituellement quant à la stratégie qu'ils exploitent pour s'orienter ou le type de représentation qu'ils se construisent de l'environnement où ils circulent. Les hommes ont plus fréquemment recours à une représentation allocentrique [euclidienne ou d'ensemble (« survey »)] de l'espace, centrée sur l'utilisation de points de référence externes tels les points cardinaux, tandis que les femmes ont recours à une représentation égocentrique [topologique ou centrée sur le trajet (« route »)], se basant sur des références perceptives visuelles et proprioceptives, comme tourner à droite ou à gauche à tel point de repère (« landmark »; p. ex., la maison, l'école, l'épicerie) (voir Klatzky, 1998, au sujet des concepts de représentations allocentrique et égocentrique). Ainsi, lors de la description verbale d'un trajet, les hommes font plus souvent référence aux points cardinaux et aux distances, pendant que les femmes invoquent plutôt des références

personnelles et incluent davantage de points de repère (Dabbs, Chang, Strong, & Milun 1998; Miller & Santoni, 1986; Ward, Newcombe, & Overton, 1986). De plus, à l'aide de tâches papier-crayon mesurant diverses habiletés visuo-spatiales, Nori et Giusberti (2006) ont montré que les hommes réussissent mieux dans les épreuves faisant appel à la représentation d'ensemble, et les femmes dans celles requérant une représentation du trajet.

Estimation des distances et différences intersexes

Étant donné qu'en contexte d'orientation spatiale les hommes se centrent de préférence sur l'information relative aux distances et qu'ils l'intègrent davantage à leur représentation de l'environnement, on peut supposer qu'ils seraient plus exacts que les femmes dans l'estimation des distances. Toutefois, les différentes études ayant procédé à de telles comparaisons intersexes ont livré des résultats variables, entre autres parce que leurs auteurs ont évalué la capacité à juger les distances à l'aide de mesures différentes. Certains chercheurs ont ainsi demandé à leurs sujets d'estimer la distance en ligne directe entre deux points de repère (« straight-line estimation »), alors que d'autres ont enregistré l'estimation de la distance parcourue entre deux points de repère (« route estimation »). En plus de l'un ou l'autre de ces deux types d'estimation, le participant pouvait aussi fournir soit une estimation quantitative des distances, c'est-à-dire exprimer la distance à l'aide d'un nombre (p. ex., 500 m ou 4 unités), soit une estimation qualitative, c'est-à-dire exprimer la distance de manière ordinale ou relationnelle (p. ex., la distance entre A et B est plus grande que celle entre B et C).

Dans les études qui suivent, l'estimation de la distance directe entre différents points de repère (« straight-line estimation ») repose sur un jugement quantitatif. D'une part, plusieurs auteurs ont demandé à leurs participants de produire cette estimation suite à un trajet qui, selon les cas, était représenté à l'aide de diapositives (Allen, 1988; Allen, Siegel, & Rosinski, 1978; Holding & Holding, 1989; Kirasic, Allen, & Haggerty, 1992; Kirasic & Bernicki, 1990), illustré par une carte (Montello, Lovelace, Golledge, & Self, 1999), visionné à partir d'une vidéo (Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa, & Lovelace, 2006) ou parcouru en environnement réel (Kirasic, Allen, & Siegel, 1984; Montello et al., 1999) ou virtuel (Tlauka, Brolese, Pomeroy, & Hobbs, 2005). Aucun de ces chercheurs n'a obtenu de différence intersexes. Par contre, d'autres études démontrent que les hommes estiment plus exactement que les femmes la distance entre le point de départ et différents repères, en environnement virtuel (Hegarty et al., 2006) ou réel (Hegarty et al., 2006; Holding, 1992; Ishikawa & Montello, 2006). Quant à McGuinness et Sparks (1983), elles ont remarqué qu'en environnement réel les estimations des distances entre différents bâtiments d'un campus universitaire étaient plus justes quand elles étaient produites par des femmes. Dans leur étude, le participant devait dessiner la carte du campus en y situant les principaux bâtiments; la variable mesurée correspondait à l'espace entre les bâtiments que le participant avait dessinés sur la carte. Or, au terme de leur recension des comparaisons intersexes au niveau de l'orientation spatiale, Coluccia et Louse (2004) ont conclu que les seules tâches de

navigation spatiale où les femmes surpassaient les hommes étaient celles requérant le dessin d'une carte. Il se peut ainsi que ce contexte favorise les femmes.

Par ailleurs, toujours à l'aide d'un jugement quantitatif, d'autres chercheurs ont plutôt analysé l'estimation de la distance parcourue entre deux points de repère (« route estimation »). Dans une tâche utilisant une série de diapositives (Holding & Holding, 1989) ou se déroulant en environnement réel (Montello et al., 1999) ou virtuel (Foreman, Sandamas, & Newson, 2004), certains ont observé que les hommes étaient plus exacts que les femmes. D'autres n'ont cependant pas obtenu de différence en environnement réel (Cornell, Sorenson et Mio, 2003; Ishikawa & Montello, 2006) ou suite à l'apprentissage d'une carte (Montello et al., 1999). Dans la recherche de Cornell et al. (2003), ce résultat peut toutefois s'expliquer par le fait que l'échantillon comprenait deux groupes constitués d'un nombre égal d'hommes et de femmes, chaque groupe rassemblant des individus ayant estimé avoir un sens de l'orientation respectivement bon et mauvais. Or, hommes et femmes ne sont peut-être pas d'emblée également répartis dans ces deux groupes. En général, les hommes évaluent de fait plus positivement que les femmes leur sens des directions, de même que leur habileté à juger des distances et à lire des cartes (Holding, 1992). De plus, ils sont plus confiants dans leur capacité à trouver leur chemin dans un contexte de navigation (Devlin & Bernstein, 1995) et estiment se perdre moins souvent (O'Laughlin & Brubaker, 1998).

D'autre part, c'est à l'aide d'un jugement qualitatif que certains auteurs ont mesuré l'estimation des distances directes entre différents éléments d'un environnement (« straight-line estimation »). Ils ont demandé au participant de placer en ordre croissant de distance les différents repères rencontrés au cours d'un trajet illustré dans une série de diapositives (Allen, Kirasic, Siegel, & Herman, 1979; Allen et al., 1978; Herman, Kail, & Siegel, 1979). Suite à la mémorisation d'une carte (Bosco, Longoni, & Vecchi, 2004; Galea & Kimura, 1993; Péruch, Chabanne, Nesa, Thinus-Blanc, & Denis, 2006), au visionnement d'une vidéo (Péruch et al., 2006) ou encore de l'écoute de la description d'un trajet (Péruch et al., 2006), d'autres ont plutôt posé une question du type « Quel bâtiment est situé le plus près de l'église, le dépanneur ou la station service? ». Ils ont tous conclu à une absence de différence intersexes.

Finalement, à l'aide du même type de question, seuls Bosco et al. (2004) ont mesuré l'estimation de la distance parcourue (« route estimation ») à partir de jugements qualitatifs. Eux non plus n'ont pas rapporté d'écart intersexes.

Il importe de noter que différentes méthodologies ont été utilisées par les précédents auteurs, d'où la diversité de leurs résultats et la difficulté de les comparer. C'est surtout par rapport au contexte dans lequel les estimations ont été effectuées que les études ont différé. Le sujet prenait parfois connaissance du trajet à l'aide d'une série de diapositives (Allen, 1988; Allen et al., 1978, 1979; Herman et al., 1979; Holding & Holding, 1989; Kirasic et al., 1992; Kirasic & Bernicki, 1990) ou d'une description

verbale (Péruch et al., 2006). Parfois, il devait circuler dans un environnement réel familial (Cornell et al., 2003; Hegarty et al., 2006; Kirasic et al., 1984; Montello et al., 1999) ou non (Ishikawa & Montello, 2006). Tantôt il fallait se référer à un environnement familial, sans s'y déplacer, pour effectuer les estimations (Holding, 1992; McGuinness & Sparks, 1983; Montello et al., 1999); tantôt une carte montrait l'environnement (Bosco et al., 2004; Galea & Kimura, 1993; Montello et al., 1999; Péruch et al., 2006). Enfin, la réalité virtuelle (Foreman et al., 2004; Hegarty et al., 2006; Tlauka et al., 2005) ainsi que la présentation d'un trajet par vidéo (Hegarty et al., 2006; Péruch et al., 2006) ont également été exploitées.

Estimation des distances sans égard au sexe

Sans tenir compte du sexe de leurs participants, bon nombre d'auteurs ont mesuré la capacité à estimer les distances à l'intérieur des différentes tâches décrites plus haut. Certains auteurs ont remarqué que les participants tendent à sous-estimer les distances aussi bien parcourues (« route estimation ») (Foreman et al., 2004) que directes (« straight-line estimation ») (McGuinness & Sparks, 1983) entre les éléments d'un environnement. D'autres observent que les sujets font davantage d'erreurs dans l'estimation quantitative de la distance directe entre différents points de repère que dans celle de la distance parcourue (Allen, Kirasic, Dobson, Long, & Beck, 1996; Ishikawa & Montello, 2006). Il est d'ailleurs proposé que ces deux types d'estimations ne sont pas équivalentes puisqu'elles sont reliées à différentes habiletés spatiales (Allen et al., 1996), la capacité à mémoriser l'emplacement de repères sur une carte n'étant corrélée

positivement qu'avec l'habileté à estimer des distances parcourues, par exemple. Dans le même ordre d'idées, Montello (1991, 1997) a proposé que l'estimation à l'aide de jugements quantitatifs ne fait pas appel au même processus que celle à l'aide de jugements qualitatifs. Le premier jugement relèverait de la relation métrique entre les éléments de l'environnement, alors que le deuxième reposerait plutôt sur la connaissance subjective des distances entre les points de repère.

Certains chercheurs ont de leur côté travaillé à élaborer un cadre théorique permettant d'expliquer la formation des connaissances sur les distances entre les éléments de l'environnement. Le modèle conçu par Siegel et White (1975) tente par exemple de rendre compte de la formation des connaissances sur l'environnement physique chez les enfants et les adultes. De type hiérarchique, il stipule l'existence de trois étapes successives. Il y aurait tout d'abord acquisition d'une connaissance des points de repère marquants rencontrés au cours de l'exploration de l'environnement. Il y aurait ensuite construction d'une connaissance du trajet parcouru, qui constitue une représentation des relations unissant les différents points de repère. Finalement, l'individu se ferait une représentation d'ensemble ou configurationnelle de l'espace intégrant l'information relative aux points de repère qui a été traitée lors des deux étapes antérieures. Ce n'est qu'à cette étape, selon ces auteurs, que les individus arrivent à former une métrisation de l'espace.

Questions de recherche

À la lumière de ces informations, il serait donc intéressant d'établir clairement le profil des différences intersexes dans différentes tâches d'estimation des distances. Nous nous proposons de comparer, en environnement réel non familier, la performance des deux sexes dans les quatre tâches décrites plus haut, soit l'estimation de la distance directe entre différents points de repère (« straight-line estimation ») et celle de la distance parcourue (« route estimation »), chacun de ces deux types d'estimation pouvant requérir des jugements quantitatifs et qualitatifs. L'utilisation d'un contexte réel non familier permet de placer les participants dans une situation réaliste faisant appel aux habiletés spatiales mises à contribution dans la vie de tous les jours.

Notre démarche sera guidée par les questions suivantes. Globalement, les hommes et les femmes auront-ils des performances différentes dans les quatre types d'estimation des distances? Plus précisément, est-ce qu'un patron de surestimation ou de sous-estimation émergera différemment chez les deux sexes? Est-ce que les hommes et les femmes estimeront de manière similaire les distances directes et parcourues? Est-ce que le même profil de différences intersexes ressortira des estimations basées sur des jugements qualitatifs et quantitatifs?

Des prédictions complémentaires sont également mises à l'épreuve en ce qui a trait à quatre tâches de contrôle. Les hommes devraient surpasser les femmes dans des épreuves de rotation mentale, d'horizontalité des liquides et d'évaluation de l'orientation

de lignes, tandis que la différence inverse se manifestera en situation de mémoire de la localisation d'objets. Ce profil particulier de différences intersexes de direction opposée étant bien établi (voir p. 2 et 3), son obtention dans le cas présent contribuera à valider le caractère non atypique de l'échantillon de participants. Cette information accroîtra donc la confiance à accorder aux résultats principaux.

Méthode

Participants

Soixante hommes et 60 femmes âgés de 18 à 25 ans ont été recrutés dans divers programmes de premier cycle à l'Université de Montréal. L'âge moyen des hommes est de 21,55 ans ($ET = 2,20$) et celui des femmes de 21,63 ans ($ET = 2,22$). Les étudiants inscrits dans les programmes de géographie et d'architecture ont été exclus en raison de leur plus grande expérience dans la représentation d'ensemble de divers environnements et dans la visualisation des distances. Les étudiants de psychologie ont aussi été écartés de l'échantillon parce qu'ils auraient pu connaître l'intérêt de l'auteure pour les comparaisons intersexes. Les participants sont tous droitiers selon l'échelle (traduction française) de latéralité d'Oldfield (1971), à cause du lien existant entre la préférence manuelle et le niveau des habiletés spatiales (Halpern, 1996).

Matériel et tâches

Cinq tâches sont administrées, la première à l'aide d'un ordinateur compatible IBM (AMD Duron 1000 MHz), muni d'un écran SVGA de 42,5 cm dont la résolution est de 1024 par 768 pixels, et les autres sous forme de questionnaire écrit.

Estimation des distances. D'une durée de 5 minutes, une vidéo illustrant un trajet (voir l'Appendice A) en environnement réel non familier est présentée à l'écran. Le trajet traverse le village de Nomingue situé à environ 190 kilomètres au nord de

Montréal; ce village a été choisi parce qu'il ne semblait pas présenter d'attrait particulier (p. ex., par rapport au tourisme et aux loisirs) pour un échantillon d'étudiants. La vidéo a été filmée à 2 mètres du sol afin de permettre une bonne vision, à partir d'une caméra digitale Sony DCR-TRV17 NTSC couleur (6,8 méga pixels) faisant face à la direction du trajet. La distance totale parcourue en voiture, à une vitesse de 25 km/h, est de 1955 mètres. Une photo numérique des neuf points de repère marquants a été prise à l'aide d'un appareil Canon SD 550 de 7,1 méga pixels. Ces repères permettent de constituer un total de 36 paires servant à l'estimation des distances (voir l'Appendice B). Un appareil, de marque Garmin Quest, de géo-positionnement par satellite a été utilisé afin de calculer la distance séparant les repères inclus dans chaque paire.

Présentée à l'écran, l'interface expérimentale comprend la question ainsi que la photo des points de repère nommés (voir l'Appendice C pour un exemple de jugement respectivement qualitatif et quantitatif). Quatre types de questions sont posées selon la nature de l'estimation à effectuer. Par exemple, pour l'estimation directe entre les points de repère (« straight-line ») à l'aide de jugements quantitatifs, la question est : « Quelle est la distance en ligne directe entre l'épicerie et le monastère? ». Pour l'estimation de la distance parcourue (« route ») sous forme de jugements quantitatifs, la question est : « Quelle est la distance parcourue entre le bureau de poste et la croix? ». Pour l'estimation directe entre les points de repère (« straight-line ») avec un jugement qualitatif, la question est : « En ligne directe, qu'est-ce qui est le plus loin de l'épicerie? Le monastère ou la caisse? ». Enfin, pour l'estimation de la distance parcourue

(« route ») à l'aide de jugements qualitatifs, la question est : « En distance parcourue, qu'est-ce qui est le plus loin du bureau de poste? La croix ou l'église? ». La réponse est enregistrée à l'aide d'un clavier où, pour les estimations à l'aide de jugements qualitatifs seulement, chacun des neuf points de repère est respectivement représenté sur une touche. La programmation a été effectuée à l'aide du logiciel E-Prime (version 1.1). Lorsque la réponse est enregistrée, une nouvelle question apparaît à l'écran.

Rotation mentale. L'épreuve de rotation mentale en format papier mise au point par Peters et al. (1995) regroupe 24 items. Chaque item consiste en la présentation d'une figure tridimensionnelle cible et de quatre autres figures tridimensionnelles dont deux sont identiques à la cible mais présentées dans un angle différent (voir l'Appendice D pour un exemple d'item).

Mémoire de la localisation d'objets. L'épreuve élaborée par Silverman et Eals (1992) requiert une feuille illustrant 27 objets et une autre montrant les mêmes objets, certains ayant été déplacés (voir l'Appendice E).

Horizontalité des liquides. L'épreuve d'horizontalité des liquides comporte huit problèmes, chacun présenté sur une feuille de papier standard. Avant ces problèmes, une feuille illustre un contenant à peu près mi-rempli d'eau et posé à plat sur un plan horizontal. À chaque problème, le même contenant est ensuite illustré vide et en position inclinée. Le participant doit tracer, dans le contenant incliné, le niveau qu'y atteindrait

l'eau montrée au départ (voir l'Appendice F pour un exemple de problème). Dans l'ordre, les inclinaisons utilisées sont les suivantes : 150°, 300°, 60°, 200°, 30°, 220°, 130° et 350° (0° correspondant à l'extrémité droite d'une horizontale).

Évaluation de l'orientation de lignes. L'épreuve d'évaluation de l'orientation de lignes (Collaer & Nelson, 2002) comporte 20 items respectivement présentés sur une petite feuille de papier (10 cm de large x 12 cm de haut). Une feuille blanche de mêmes dimensions suit chaque item pour éviter que l'item suivant ne soit visible. Dans chaque item, il s'agit de comparer les 2 lignes du haut avec les 15 en dessous (voir l'Appendice G pour un exemple d'item) et de décider quelles sont, parmi les lignes du bas, les 2 ayant la même orientation que celles du haut.

Déroulement de l'expérience

Le recrutement des participants se fait dans leur salle de classe. À l'aide de l'échelle d'Oldfield (1971), l'évaluation de leur latéralité est subséquentement effectuée par téléphone ou par courrier électronique¹. Parmi les droitiers retenus, un nombre égal d'hommes et de femmes est réparti au hasard à l'intérieur de deux groupes différent quant à la tâche d'estimation de distance à compléter. Le premier groupe effectue des estimations de la distance directe et le deuxième des estimations de la distance parcourue. À l'intérieur de chaque groupe, la moitié des participants effectue la tâche à

¹ Les participants conservés sont ceux ayant obtenu un score supérieur à 40.

l'aide de jugements quantitatifs en premier puis celle à l'aide de jugements qualitatifs en deuxième, les autres participants réalisant les tâches dans l'ordre inverse.

Chaque participant signe d'abord un formulaire de consentement et s'assoit devant l'ordinateur. Pour la tâche d'estimation des distances, l'expérimentatrice lui indique qu'il doit visionner un trajet et se concentrer sur les composantes de ce trajet afin de pouvoir par la suite répondre à des questions. Comme la majorité des auteurs dans le domaine, elle ne spécifie pas qu'il devra effectuer des estimations de la distance puisqu'il s'agit de procéder à un apprentissage similaire à celui se déroulant habituellement en contexte de navigation. Le trajet est présenté à deux reprises. Afin de s'assurer que le participant a retenu les neuf points de repère en jeu pour la tâche d'estimation, les photos de ces points et leur appellation sont présentées à la suite du deuxième visionnement.

Après ce visionnement, l'expérimentatrice indique au sujet qu'il doit estimer la distance entre différents points de repère en répondant aux questions qui seront affichées à l'écran. Elle explique le type d'estimation (parcourue ou directe) qui devra être effectuée selon les groupes, en montrant au participant un dessin illustrant un exemple fictif de distance (parcourue ou directe selon le cas) entre deux points de repère (voir l'Appendice H). Pour les estimations à l'aide de jugements quantitatifs, une distance standard est d'abord établie. Une photo de l'église est montrée : il est spécifié qu'une distance de 100 mètres sépare l'église de la personne l'ayant photographiée et que toutes

les estimations doivent s'effectuer en référence à cette distance. Le participant doit par la suite répondre à l'aide du clavier en inscrivant le nombre, en mètres, correspondant à son estimation. Pour les estimations à l'aide de jugements qualitatifs, le participant doit simplement répondre en appuyant sur la touche correspondante du clavier. Trente-six estimations doivent être produites (18 estimations à l'aide de jugements quantitatifs et 18 à l'aide de jugements qualitatifs); 30 permutations aléatoires de l'ordre de ces estimations sont effectuées. Chaque permutation est utilisée auprès d'un homme et d'une femme, appariés selon l'âge et le domaine d'étude.

Par la suite, le sujet répond au questionnaire de rotation mentale en traçant un X sur les figures qu'il juge identiques à la figure cible. Un point est attribué uniquement s'il a fourni les deux bonnes réponses (Peters et al., 1995). La tâche est divisée en deux blocs de 12 items et, pour chaque bloc, le sujet dispose de 3 minutes pour compléter le plus grand nombre d'items; une pause de 4 minutes sépare les blocs.

Puis, le participant exécute l'épreuve de mémoire de la localisation d'objets. Il dispose d'une minute pour examiner les objets présentés sur une feuille. Ensuite, il voit une autre feuille illustrant les mêmes objets : sept paires d'objets y ont échangé leur position respective. Le participant a alors une minute pour encercler les objets qui n'ont pas bougé et faire un X sur ceux qui ont été déplacés. Un point est attribué pour chaque bonne réponse.

Le participant complète ensuite la tâche d'horizontalité des liquides sans qu'aucune limite de temps lui soit imposée. Un problème est jugé réussi si le tracé effectué ne dévie que de 5° ou moins par rapport à l'horizontale.

Enfin, le participant effectue l'épreuve d'évaluation de l'orientation de lignes. Il commence par quelques items visant à le familiariser avec la comparaison de lignes droites dont l'orientation diffère. Suivent les 20 items proprement dits, pour lesquels 7 minutes sont allouées. La consigne précise qu'il est interdit de s'aider avec quoique ce soit (p. ex., crayon, feuille ou main) ayant un bord droit. Le participant fait part de son choix en inscrivant, à côté des lignes du haut, le numéro des lignes du bas qu'il perçoit comme ayant la même orientation que celles du haut. Un item n'est considéré réussi que si le participant a choisi les deux bonnes lignes.

Le sujet est finalement remercié pour sa participation et reçoit la somme de 10 dollars.

Analyse des résultats

Avant d'effectuer les analyses, les données recueillies dans chaque tâche ont été examinées afin de vérifier la normalité de leur distribution. À la tâche d'estimation des distances, une femme présentait un score extrême (cote z supérieure à $\pm 3,29$) pour l'erreur réelle et l'erreur absolue (définies plus bas), alors que la performance d'un homme faisait de même à la tâche de mémoire de la localisation d'objets. Ces valeurs extrêmes ont été remplacées par une valeur plus modérée, se situant à ± 3 écarts types de la moyenne de l'échantillon total. Les analyses sont donc effectuées sur la totalité de l'échantillon ($N = 120$). Le seuil de signification a été fixé à .05 pour l'ensemble des analyses.

Estimation des distances

Les participants devaient poser des jugements de type quantitatif et qualitatif. Pour les jugements quantitatifs, la différence entre l'estimation (en mètres) fournie par les participants et la distance réelle (en mètres) entre les repères a été calculée, puis pondérée (divisée) par la distance réelle à chaque essai. Cette pondération permet de tenir compte du fait que les distances réelles à estimer ne sont pas équivalentes pour les distances directes ($M = 503,32$) et parcourues ($M = 729,26$), tel que l'indique une analyse de la variance 2 (sexe) x 2 (type de distance), $F(1, 116) = 474.31$, $\eta^2 = .80$. Effectivement, une plus grande distance à estimer génère fréquemment une plus grande erreur (Allen et al., 1996; Allen & Rashotte, 2006; Holding & Holding, 1989). Deux

mesures ont ensuite été construites. La première est l'erreur réelle, qui correspond à la moyenne des différences pondérées et qui estime la propension à surestimer ou à sous-estimer. La seconde mesure est l'erreur absolue, qui correspond à la moyenne des différences pondérées en valeurs absolues et qui évalue la justesse ou l'exactitude des estimations. Pour ce qui est des jugements qualitatifs, le nombre d'erreurs consiste en la somme des erreurs commises dans l'ensemble des jugements. Chacune des trois variables dépendantes que sont l'erreur réelle, l'erreur absolue et le nombre d'erreurs est soumise à un plan d'analyse de la variance 2 (sexe) x 2 (type de distance) x 2 (ordre de passation) à huit groupes indépendants.

Erreur réelle. Les erreurs réelles moyennes commises par les hommes et par les femmes sont rapportées au Tableau 1. Afin de pouvoir effectuer les transformations requises par l'hétérogénéité des variances, les mesures ont d'abord été ramenées au-dessus de zéro, en additionnant à chacune la plus faible valeur obtenue. L'analyse est en effet effectuée sur la racine carrée de l'erreur réelle. Elle dégage une interaction entre les facteurs du sexe, du type de distance et de l'ordre de passation, $F(1, 112) = 4.20$, $\eta^2_{\text{partiel}} = .04$. Les effets du sexe et du type de distance sont analysés pour chaque ordre de passation isolément puisque cette variable n'a qu'un objectif de contrôle, l'intérêt portant sur l'effet des deux autres variables. Il en ressort que, seulement chez les participants ayant effectué leurs estimations à l'aide de jugements qualitatifs en premier, l'interaction du sexe et du type de distance est significative, $F(1, 56) = 6.19$, $\eta^2_{\text{partiel}} = .10$. Afin de mettre au jour le profil complet des différences en procédant à toutes les

comparaisons possibles, la décomposition de cette interaction a été effectuée à l'aide de la technique de Cicchetti (1972). Ce procédé révèle que les femmes commettent des erreurs réelles plus élevées lorsqu'il faut estimer la distance directe que lorsqu'il s'agit de la distance parcourue. Aucune autre comparaison n'est significative.

Tableau 1
Erreur réelle moyenne en fonction du sexe, du type de distance
et de l'ordre de passation

Type de distance/ Ordre	Hommes		Femmes	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
Distance directe				
Qn - Ql	0,82	1,15	0,62	0,88
Ql - Qn	0,19	0,49	0,84	1,21
Distance parcourue				
Qn - Ql	0,29	0,92	0,49	1,27
Ql - Qn	0,67	1,07	0,07	0,62

Note. Qn = jugement quantitatif, Ql = jugement qualitatif.

Erreur absolue. Les erreurs absolues moyennes commises chez chaque sexe sont présentées au Tableau 2. Les mesures sont transformées en leur racine carrée afin de corriger l'hétérogénéité des variances. L'effet d'interaction entre le sexe, le type de distance et l'ordre de passation est significatif, $F(1, 112) = 7.32$, $\eta^2_{\text{partiel}} = .06$. Les effets des facteurs sexe et type de distance sont analysés séparément pour chaque ordre de passation. Uniquement chez les participants ayant effectué des estimations à l'aide de

jugements qualitatifs en premier, l'interaction entre le sexe et le type de distance est significative, $F(1, 56) = 9.17$, $\eta^2_{\text{partiel}} = .14$. L'analyse des effets simples basée sur la technique de Cicchetti (1972) indique que les hommes sont plus précis que les femmes, mais seulement dans l'estimation des distances directes. Les autres comparaisons ne sont pas significatives.

Tableau 2
Erreur absolue moyenne en fonction du sexe, du type de distance
et de l'ordre de passation

Type de distance/ Ordre	Hommes		Femmes	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
Distance directe				
Qn - Ql	1,20	0,96	1,01	0,71
Ql - Qn	0,64	0,23	1,26	0,97
Distance parcourue				
Qn - Ql	0,80	0,72	1,07	0,93
Ql - Qn	1,10	0,83	0,70	0,40

Note. Qn = jugement quantitatif, Ql = jugement qualitatif.

Nombre d'erreurs. Le Tableau 3 présente le nombre moyen d'erreurs commises par les hommes et les femmes. L'analyse révèle que les femmes commettent un plus grand nombre d'erreurs que les hommes, sans égard au type de distance ou à l'ordre de passation, $F(1, 112) = 5.68$, $\eta^2 = .05$. Le type de distance exerce également un effet principal ; les participants font plus d'erreurs lorsqu'ils doivent estimer des distances

directes plutôt que des distances parcourues, $F(1, 112) = 7.41$, $\eta^2 = .06$. Aucun effet d'interaction n'est significatif.

Tableau 3

Nombre moyen d'erreurs en fonction du sexe, du type de distance
et de l'ordre de passation

Type de distance/ Ordre	Hommes		Femmes	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
Distance directe				
Qn - Ql	3,63	2,19	5,33	3,01
Ql - Qn	4,00	2,14	5,00	2,93
Distance parcourue				
Qn - Ql	2,29	1,73	3,40	2,06
Ql - Qn	3,67	2,72	3,93	1,53

Note. Qn = jugement quantitatif, Ql = jugement qualitatif.

Corrélations entre les mesures d'erreur

Le calcul des relations entre les différentes mesures d'erreur a été effectué chez chaque sexe isolément, ainsi que pour chaque ordre de passation étant donné l'impact de cette variable sur les erreurs réelle et absolue. Les coefficients de corrélation (*r* de Pearson) obtenus sont présentés aux Tableaux 4 (pour les jugements quantitatifs en premier) et 5 (pour les jugements qualitatifs en premier). Chez les deux sexes et indépendamment de l'ordre de passation, l'erreur réelle est en forte corrélation positive avec l'erreur absolue, ce qui est logique puisque cette dernière est une transformation de

la première. Chez les femmes, le nombre d'erreurs commises est en corrélation positive modérée avec les deux autres mesures d'erreur, mais seulement lorsque la tâche requérant des jugements qualitatifs a été effectuée en premier.

Tableau 4

Respectivement chez chaque sexe, corrélations entre les trois mesures d'erreur pour l'ordre de passation Qn - Ql

Tâche	1	2	3
1. Erreur réelle (quantitative)	-	.95*	.13
2. Erreur absolue (quantitative)	.95*	-	.20
3. Nombre d'erreurs (qualitative)	.34	.32	-

Note. Les corrélations établies chez les hommes ($n = 30$) et chez les femmes ($n = 30$) sont présentées respectivement en haut et en bas de la diagonale.

Qn = jugements quantitatifs, Ql = jugements qualitatifs

* $p < .05$.

Tableau 5

Respectivement chez chaque sexe, corrélations entre les trois
mesures d'erreur pour l'ordre de passation Q1 – Qn

Tâche	1	2	3
1. Erreur réelle (quantitative)	-	.93*	.09
2. Erreur absolue (quantitative)	.95*	-	.18
3. Nombre d'erreurs (qualitative)	.35*	.38*	-

Note. Les corrélations établies chez les hommes (n = 30) et chez les femmes (n = 30) sont présentées respectivement en haut et en bas de la diagonale.

Qn = jugements quantitatifs, Q1 = jugements qualitatifs

*p < .05.

Tâches de contrôle

Le rendement des hommes et des femmes à chacune des quatre tâches de contrôle a été comparé. Le Tableau 6 rapporte les performances moyennes de chaque sexe ainsi que les valeurs t obtenues. Tel que prévu, les hommes ont réussi davantage d'items que les femmes aux tâches de rotation mentale, d'horizontalité des liquides et d'évaluation de l'orientation de lignes, alors que les femmes ont retenu correctement un plus grand nombre de sites d'objets que les hommes.

Tableau 6

Pour chaque sexe, nombre d'items de rotation mentale réussis (sur 24), nombre de bonnes réponses à l'horizontalité des liquides (sur 8), nombre d'items réussis à l'évaluation de l'orientation de lignes (sur 20) et nombre de sites d'objets correctement retenus (sur 27)

Tâche de contrôle	Hommes		Femmes		<i>t</i>
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	
Rotation mentale	11,72	5,60	8,42	4,57	-3,54*
Horizontalité des liquides	5,65	2,48	4,45	2,94	-2,43*
Évaluation de l'orientation de lignes	12,53	4,30	9,64	3,79	-3,93*
Mémoire de localisation d'objets	18,50	4,42	20,48	3,86	2,62*

* $p < .05$.

Discussion et conclusion

La présente étude vise à établir, à l'intérieur d'un même contexte expérimental, le profil des différences intersexes dans quatre tâches d'estimation des distances entre différents points de repère en environnement réel non familial. Sommairement, les données recueillies démontrent d'une part que, dans l'estimation des distances à l'aide de jugements quantitatifs, des effets du sexe et du type de distance ne sont présents, en interaction, que lorsque les participants ont préalablement produit des jugements qualitatifs. Dans ce cas, les femmes surestiment davantage les distances lorsqu'elles doivent juger des distances directes plutôt que celles parcourues. Aussi, les hommes sont plus exacts que les femmes quant aux distances directes. D'autre part, pour ce qui est de l'estimation via des jugements qualitatifs, les hommes commettent moins d'erreurs que les femmes et l'estimé des distances directes entraîne plus d'erreurs que celui des distances parcourues.

Avant de proposer une interprétation de ces résultats, il convient de souligner que, dans les quatre tâches de contrôle administrées, le profil des différences intersexes obtenu concorde en tout point avec l'ensemble des recherches antérieures (Collaer & Nelson, 2002; Collaer et al., 2007; Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995, 2007). Les hommes ont en effet surpassé les femmes dans les épreuves de rotation mentale, d'horizontalité des liquides et d'évaluation de l'orientation de lignes, tandis que les femmes ont mieux réussi que les hommes à mémoriser le site de divers objets. Ceci

renforce donc la probabilité que les résultats dégagés dans les tâches centrales à la présente recherche ne soient pas attribuables à des particularités de l'échantillon recruté.

Estimations à l'aide de jugements quantitatifs

Certaines des questions de recherche formulées au chapitre 1 portaient sur l'existence de patrons différents, en fonction du sexe, de surestimation ou de sous-estimation des distances, alors que d'autres portaient sur l'exactitude différentielle des estimations faites par les hommes et les femmes.

Surestimation ou sous-estimation. En ce qui a trait aux patrons de surestimation ou de sous-estimation, il s'est avéré que les femmes surestiment davantage les distances lorsqu'elles doivent évaluer de manière métrique des distances directes plutôt que celles parcourues, mais seulement si elles ont au préalable réalisé la tâche à l'aide de jugements qualitatifs. Il faut d'abord souligner que l'estimation qualitative des distances aide généralement le participant à se former une représentation d'ensemble plus exacte de l'environnement où il a circulé et à y situer les principaux points de repères, ce qui facilite par la suite l'estimation quantitative de ces mêmes distances (Allen et al., 1978). Or, les femmes ont souvent plus de difficulté que les hommes à se former une représentation d'ensemble de l'espace (Montello et al., 1999; Nori & Giusberti, 2006) et ce type de représentation de l'environnement intervient justement dans l'estimation des distances directes (Allen et al., 1996). Il semble donc que les femmes ont davantage profité de la réalisation de la tâche qualitative pour ajuster leurs estimations des

distances parcourues. Elles auraient probablement pu s'améliorer également dans l'estimation des distances directes si l'entraînement permis par la tâche qualitative avait été plus poussé. Cette différence entre les estimations directes et parcourues n'est peut-être pas apparue chez les hommes à cause de leur meilleure capacité initiale à traiter l'ensemble de l'information spatiale.

Exactitude des estimations. Sur le plan de l'exactitude des estimations ou de l'erreur absolue mesurée, les hommes se sont révélés plus précis que les femmes lors de l'estimation de distances directes, à condition cependant que la tâche d'estimation qualitative ait été exécutée auparavant. Ce résultat est d'une part en accord avec les conclusions d'Ishikawa et Montello (2006) selon lesquelles les hommes parviennent plus facilement que les femmes à estimer avec justesse des distances directes, alors que les distances parcourues donnent lieu à des performances comparables chez les deux sexes. De plus, les hommes surpassent les femmes dans les tâches faisant appel à une représentation d'ensemble (Montello et al., 1999; Nori & Giusberti, 2006). D'autre part, l'effet de l'ordre de passation peut être expliqué par les facteurs invoqués plus haut. En effet, suite à la réalisation de la tâche qualitative, les femmes n'ont pas suffisamment profité de cet entraînement pour accroître l'exactitude de leur évaluation des distances directes de façon à rejoindre les hommes qui, eux, ont au départ davantage de facilité à se représenter l'espace à partir d'une vue d'ensemble.

Estimations à l'aide de jugements qualitatifs

Le portrait des différences intersexes est moins circonstancié dans le cas des jugements qualitatifs. Les hommes sont supérieurs aux femmes pour estimer qualitativement des distances, qu'elles soient directes ou parcourues et peu importe que des jugements quantitatifs aient été posés avant ou non. Ce résultat ne concorde toutefois pas avec ce qui a été relevé dans la littérature. En effet, tous les auteurs (Allen et al., 1978, 1979; Bosco et al., 2004; Galea & Kimura, 1993; Herman et al., 1979; Péruch et al., 2006) dont les études ont été exposées au chapitre 1 qui ont enregistré des estimations de distances à l'aide de jugements qualitatifs ont conclu à une absence de différence intersexes. Dans la majorité de ces études (Allen et al., 1978, 1979; Bosco et al., 2004; Galea & Kimura, 1993; Herman et al., 1979), les auteurs avaient cependant recours à une présentation statique (soit des diapositives ou une carte) de l'environnement où peu de points de repères étaient présents. Pour ce qui est de Péruch et al. (2006), qui ont présenté l'environnement à parcourir via une vidéo, cette dernière montrait un trajet en environnement virtuel où peu de repères étaient également en jeu. Dans tous ces cas, peut-être une telle simplification de l'environnement a-t-elle occasionné une élimination de l'écart intersexes. Coluccia et Louse (2004) ont d'ailleurs proposé que les tâches spatiales simples masqueraient les différences intersexes. Il faut rappeler que la présente situation comportait le visionnement dynamique d'un trajet incluant un nombre de repères plus élevé.

Les présents résultats semblent plutôt appuyer l'idée selon laquelle le fait que les hommes utilisent davantage une représentation d'ensemble de l'environnement (Dabbs et al., 1998; Miller & Santoni, 1986; Ward et al., 1986) serait une indication d'une plus grande facilité à se représenter les distances relatives entre les points de repère que sont les bâtiments. Ainsi, les hommes auraient une plus grande facilité à se représenter la configuration relative de l'espace, tel qu'indiqué par leur moins grand nombre d'erreurs que les femmes dans la tâche d'estimation qualitative.

Sans égard au sexe des participants, les estimations de distances directes ont ici entraîné un nombre plus important d'erreurs que celles de distances parcourues. Ces résultats confirment la position d'Allen et al. (1996) selon qui les distances directes seraient généralement plus complexes à estimer puisqu'elles font appel à une représentation de la configuration de l'espace.

Jugements quantitatifs et qualitatifs

Les présents résultats démontrent que les hommes surpassent les femmes dans l'estimation des distances à l'aide de jugements qualitatifs, alors qu'un élément facilitateur doit être présent afin que cet écart ressorte dans le cas de jugements quantitatifs. Tel que discuté plus haut, ces résultats vont tous dans le sens d'une plus grande facilité des hommes à se représenter l'espace à partir d'une vue d'ensemble, ce qui abonde dans le sens de plusieurs études rapportant que les hommes ont normalement plus souvent recours à cette stratégie lors de la réalisation de tâches spatiales (voir

Coluccia & Louse, 2004) et réussissent aussi mieux que les femmes dans des tâches requérant le recours à ce type de représentation (Montello et al., 1999; Nori & Giusberti, 2006). Cependant, il demeure qu'une asymétrie est présente dans les résultats provenant des deux types de jugements. À ce sujet, les corrélations existant entre les trois mesures d'erreur peuvent être invoquées. Effectivement, chez les femmes exclusivement, le nombre d'erreurs commises à la tâche qualitative est positivement corrélé aux deux mesures quantitatives d'erreur, et ce uniquement lorsque la tâche qualitative a été réalisée au préalable. Les femmes mettraient donc en marche des processus similaires lors de l'exécution des tâches qualitative et quantitative seulement lorsqu'elles ont réalisé la tâche qualitative en premier, alors que les hommes semblent plutôt procéder à des traitements distincts selon le type de tâche, peu importe l'ordre de passation présenté. Ce point renforce par ailleurs les idées avancées plus haut selon lesquelles les deux sexes ne sont pas affectés de manière similaire par la réalisation d'une tâche qualitative avant une tâche quantitative.

Enfin, il semble que si les gens arrivent à se former une représentation de la configuration globale des bâtiments, ils ont plus de difficulté à estimer la distance physique les séparant. En tenant compte de l'ensemble des données (indépendamment des variables étudiées), les présents participants ne commettent en effet qu'une moyenne de 3,92 erreurs aux 18 essais de la tâche qualitative; ils se représentent par conséquent la configuration relative des repères avec 78% de justesse ($18 - 3,92 = 14,08$; $14,08/18 * 100 = 78\%$). Aussi, l'erreur absolue moyenne de l'ensemble des participants à la tâche

quantitative est de 0,98. Les estimations métriques entre les bâtiments étant donc presque deux fois plus élevées que les distances à estimer¹, les relations métriques ne semblent pas très bien évaluées par les participants. Ces résultats s'insèrent bien dans le cadre fourni par le modèle hiérarchique de Siegel et White (1975) qui suggère que la connaissance métrique de l'environnement est complexe à obtenir et nécessite une bonne connaissance de ce dernier. Une connaissance sommaire de la configuration de l'espace s'acquiert toutefois rapidement (Ishikawa & Montello, 2006). Afin de pallier cette plus grande difficulté, il aurait peut-être fallu s'assurer d'une plus longue exposition des sujets à l'environnement.

Limites de l'étude

Les résultats discutés plus haut doivent être considérés avec prudence compte tenu de certaines caractéristiques de la méthodologie utilisée. D'abord, il y a un recoupement entre certaines distances directes et d'autres parcourues. De plus, les différences observées pourraient ne pas traduire des effets présents en environnement réel. Finalement, la méthode d'estimation des distances via des jugements quantitatifs commande certaines nuances.

Distances directes ou parcourues. Puisque la majorité des points de repère vus au cours du trajet se situent le long d'une ligne droite (voir l'Appendice A), certaines

¹ Cette affirmation découle de la transformation de la formule permettant de calculer l'erreur absolue. Effectivement, si $(\text{estimation fournie par le participant} - \text{distance à estimer}) / \text{distance à estimer} = 0,98$, alors, par isolation d'un facteur, nous avons que l'estimation fournie par le participant correspond à $1,98 * \text{distance à estimer}$.

estimations des distances directes sont similaires à celles des distances parcourues, alors que d'autres sont réellement des distances vectorielles. Il aurait été préférable de construire un trajet où les distances directes à estimer auraient toutes été des distances vectorielles. Le village ici sélectionné l'a été principalement à cause de son éloignement de Montréal (afin de contrôler un possible effet de familiarité, ce qui semble avoir été atteint puisque aucun participant n'a mentionné avoir reconnu ce village) et de la disposition sommaire qu'y ont les points de repère. Par ailleurs, le calcul des distances à l'aide d'un appareil de géo-positionnement par satellite révèle qu'en fait aucune distance directe n'était vraiment égale à une distance parcourue. Toutefois, certaines (28%) le sont presque parce qu'elles diffèrent de 5 mètres (en plus ou en moins) de la distance parcourue. De plus, les résultats obtenus dans les tâches d'estimation dégagent certains effets du type de distance, ce qui autorise à présumer que des processus distincts ont bien été sollicités.

Apprentissage visuel de l'environnement. Le recours à une vidéo pour permettre aux participants d'apprendre un trajet comporte des limites. Certains auteurs ont noté que l'estimation des distances parcourues est moins exacte lorsqu'elle ne comporte pas les aspects kinesthésiques liés à la locomotion en environnement réel (Sun, Campos, & Chan, 2004). L'information proprioceptive, reliée au mouvement corporel, serait alors une importante source d'indices de nature spatiale. Les auteurs sont toutefois divisés à ce sujet puisque d'autres stipulent que l'information visuelle à elle seule, comme dans le

cas du visionnement d'une vidéo, suffit à la comparaison des distances parcourues (Bremmer & Lappe, 1999).

D'un autre côté, le recours à une présentation par vidéo nuirait aux femmes dans des tâches de navigation puisqu'il élimine la vision périphérique (Czerwinski, Tan, & Robertson, 2002). Selon ces auteurs, l'élargissement du champ visuel permet de réduire l'écart intersexes en navigation spatiale en rapprochant le contexte d'une situation réelle. Ainsi, il serait intéressant d'évaluer la capacité à estimer les distances dans un contexte plus près de la réalité, soit en faisant circuler directement les participants dans l'environnement, soit en utilisant une présentation vidéo incluant la vision périphérique (par élargissement de l'écran d'affichage).

Procédure d'estimation quantitative. Montello (1991) souligne deux faiblesses méthodologiques couramment soulevées par les procédures d'estimation quantitative des distances. La première a trait au recours à des points de repère présents à l'intérieur de l'environnement dans la définition de distances standards, ce qui pourrait faciliter les estimations. Dans le cas présent, l'église constituait un point de repère de cette nature. La seconde faiblesse concerne le fait que les estimations sont généralement plus précises à mesure que les distances à estimer sont près du standard fourni. Ainsi, les présents participants pourraient avoir été d'autant plus précis que la distance à estimer se rapprochait de 100 mètres. Toutefois, 86% des distances à estimer se situaient à plus de 100 mètres de la distance standard.

Montello (1991) croit cependant que ces deux difficultés sont compensées par le fait que la définition de standards de distance faisant intervenir des points de repère choisis à l'intérieur de l'environnement minimise l'impact de la familiarité des sujets avec les étalons métriques traditionnels. Il conclut donc que les estimations quantitatives fournissent les mesures les plus représentatives dans l'étude de la visualisation mentale des distances. Il faut finalement rappeler qu'étant donné que les présents participants des deux sexes ont tous été affectés par ces biais, l'évaluation des différences intersexes dans les mesures enregistrées n'a vraisemblablement pas été modifiée.

Conclusion

L'analyse de la performance à des tâches d'estimation des distances entre des points de repères rencontrés au cours d'un trajet révèle des profils de différences intersexes distincts selon le type de jugement utilisé. Lorsqu'une tâche d'estimation de type qualitatif est effectuée en premier, les femmes surestiment davantage les distances directes que parcourues et sont moins précises que les hommes dans l'estimation des distances directes. De plus, les hommes font moins d'erreurs que les femmes dans leur estimation de la configuration relative des bâtiments, tandis que les erreurs sont plus fréquentes chez les deux sexes dans le cas des distances directes que dans celui des distances parcourues.

Il est possible de chercher plus loin l'explication des différences observées dans le cadre de cette expérience et d'en proposer des causes distales dans une perspective évolutionniste (Silverman & Eals, 1992). Manifeste dans les présents résultats, une certaine supériorité des hommes à se représenter la configuration des repères dans l'espace pourrait refléter la division sexuelle du travail qui aurait eu cours chez nos ancêtres hominidés, tel que postulé dans le modèle élaboré par Silverman et Eals (1992). Selon ce modèle, les hommes s'étant spécialisés dans la chasse, ils auraient développé une capacité à s'orienter efficacement par rapport aux objets à l'aide d'une représentation d'ensemble et à manipuler l'information spatiale afin de naviguer efficacement à travers de vastes espaces. De leur côté, les femmes s'occupant de la cueillette à l'intérieur de régions plus petites, elles auraient plutôt appris à mémoriser efficacement l'emplacement des sources de nourriture à proximité. Dans le domaine de l'évaluation des distances, les comparaisons intersexes à venir pourraient s'appuyer sur des prédictions productives dérivées à partir de ce cadre évolutionniste.

Références

- Allen, G. L. (1988). The acquisition of spatial knowledge under conditions of temporospatial discontinuity. *Psychological Research, 50*, 183-190.
- Allen, G. L., Kirasic, K. C., Dobson, S. H., Long, R. G., & Beck, S. (1996). Predicting environmental learning from spatial abilities: An indirect route. *Intelligence, 22*, 327-355.
- Allen, G. L., Kirasic, K. C., Siegel, A. W., & Herman, J. F. (1979). Developmental issues in cognitive mapping: The selection and utilization of environmental landmarks. *Child Development, 50*, 1062-1070.
- Allen, G. L., & Rashotte, M. A. (2006). Training metric accuracy in distance estimation skill: Pictures vs words. *Applied cognitive psychology, 20*, 171-186.
- Allen, G. L., Siegel, A. W., & Rosinski, R. R. (1978). The role of perceptual context in structuring spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4*, 617-630.
- Bosco, A., Longoni, A. M., & Vecchi, T. (2004). Gender effects in spatial orientation: Cognitive profiles and mental strategies. *Applied Cognitive Psychology, 18*, 519-532.

- Bremmer, F., & Lappe, M. (1999). The use of optical velocities for distance discrimination and reproduction during visually simulated self motion. *Experimental Brain Research*, 127, 33-42.
- Cicchetti, D. V. (1972). Extension of multiple-range tests to interaction tables in the analysis of variance: A rapid approximate solution. *Psychological Bulletin*, 77, 405-408.
- Collaer, M. L., & Nelson, J. D. (2002). Large visuospatial sex differences in line judgment: Possible role of attentional factors. *Brain and Cognition*, 49, 1-12.
- Collaer, M. L., Reimers, S., & Manning, J. T. (2007). Visuospatial performance on an Internet line judgment task and potential hormonal markers: Sex, sexual orientation, and 2Ds: 4D. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 177-192.
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 329-340.
- Cornell, E. H., Sorenson, A., & Mio, T. (2003). Human sense of direction and wayfinding. *Annals of the Association of American Geographers*, 93, 399-425.

- Czerwinski, M., Tan, D. S., & Robertson, G. G. (2002). Women take a wider view. *Proceedings of the Computer Human Interaction, USA, 4*, 195-202.
- Dabbs, J. M., Chang, L., Strong, R. A., & Milun, R. (1998). Spatial ability, navigation strategy and geographic knowledge among men and women. *Evolution and Human Behavior, 19*, 89-98.
- Devlin, A. S., & Bernstein, J. (1995). Interactive wayfinding: Use of cues by men and women. *Journal of Environmental Psychology, 15*, 23-38.
- Foreman, N., Sandamas, G., & Newson, D. (2004). Distance underestimation in virtual space is sensitive to gender but not activity-passivity or mode of interaction. *CyberPsychology & Behavior, 7*, 451-457.
- Galea, L. A., & Kimura, D. (1993). Sex differences in route-learning. *Personality and Individual Differences, 14*, 53-65.
- Halpern, D. F. (1996). Sex, brains, hands, and spatial cognition. *Developmental Review, 16*, 261-270.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence, 34*, 151-176.
- Herman, J. F., Kail, R. V., & Siegel, A. W. (1979). Cognitive maps of a college campus: A new look at freshman orientation. *Bulletin of the Psychonomic Society, 13*, 183-186.
- Holding, C. S. (1992). Clusters and reference points in cognitive representations of the environment. *Journal of Environmental Psychology, 12*, 45-55.
- Holding, C. S., & Holding, D. H. (1989). Acquisition of route network knowledge by males and females. *Journal of General Psychology, 116*, 29-41.
- Ishikawa, T., & Montello, D. R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive Psychology, 52*, 93-129.
- Kirasic, K. C., Allen, G. L., & Haggerty, D. (1992). Age-related differences in adults' macrospatial cognitive processes. *Experimental Aging Research, 18*, 33-39.

- Kirasic, K. C., Allen, G. L., & Siegel, A. W. (1984). Expression of configurational knowledge of large-scale environments. *Environment and Behavior, 16*, 687-712.
- Kirasic, K. C., & Bernicki, M. R. (1990). Acquisition of spatial knowledge under conditions of temporospatial discontinuity in young and elderly adults. *Psychological Research, 52*, 76-79.
- Klatzky, R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa, C. Habel, & K. F. Wender (Eds.), *Spatial cognition: An interdisciplinary approach to representing and processing spatial knowledge* (pp. 1-17). Berlin: Springer-Verlag.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1476-1498.
- McGuinness, D., & Sparks, J. (1983). Cognitive style and cognitive maps: Sex differences in representations of a familiar terrain. *Journal of Mental Imagery, 7*, 91-100.
- Miller, L. K., & Santoni, V. (1986). Sex differences in spatial abilities : Strategic and experimental correlates. *Acta Psychologica, 62*, 225-235.

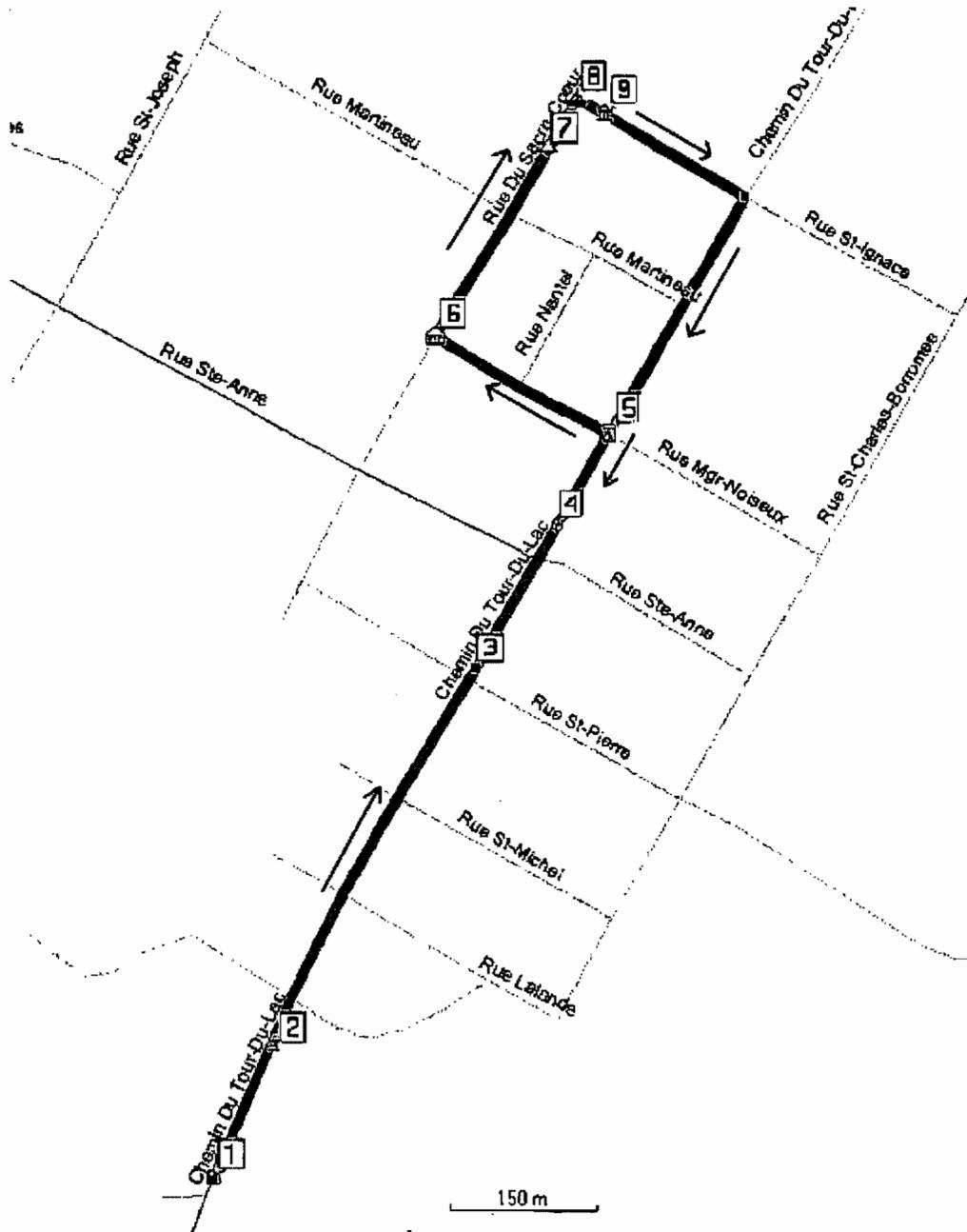
- Montello, D. R. (1991). The measurement of cognitive distance: Methods and construct validity. *Journal of Environmental Psychology, 11*, 101-122.
- Montello, D. R. (1997). The perception and cognition of environmental distance: Direct sources of information. In S. H. Hirtle & A. U. Frank (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS* (pp. 297-312). Berlin: Springer-Verlag.
- Montello, D. R., Lovelace, K. L., Golledge, R. G., & Self, C. M. (1999). Sex-related differences and similarities in geographic and environmental spatial abilities. *Annals of the Association of American Geographers, 89*, 515-534.
- Nori, R., & Giusberti, F. (2006). Predicting cognitive styles from spatial abilities. *American Journal of Psychology, 119*, 67-86.
- O'Laughlin, E. M., & Brubaker, B. S. (1998). Use of landmarks in cognitive mapping: Gender differences in self report versus performance. *Personality and Individual Differences, 24*, 595-691.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness : The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia, 9*, 97-113.

- Péruch, P., Chabanne, V., Nesa, M.-P., Thinus-Blanc, C., & Denis, M. (2006). Comparing distances in mental images constructed from visual experience or verbal descriptions: The impact of survey versus route perspective. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 1950-1967.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, *28*, 39-58.
- Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 10, pp. 9-55). New York: Plenum Press.
- Silverman, I., & Eals, M. (1992). Sex differences in spatial abilities: Evolutionary theory and data. In J. H. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (pp. 533- 549). Oxford: Oxford University Press.
- Sun, H.-J., Campos, J. L., & Chan, G. S. W. (2004). Multisensory integration in the estimation of relative path length. *Experimental Brain Research*, *154*, 246-254.

- Tlauka, M., Brolese, A., Pomeroy, D., & Hobbs, W. (2005). Gender differences in spatial knowledge acquired through simulated exploration of a virtual shopping centre. *Journal of Environmental Psychology, 25*, 111-118.
- Voyer, D., Postma, A., Brake, B., & Imperato-McGinley, J. (2007). Gender differences in object location memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*, 23-38.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin, 117*, 250-270.
- Ward, S. L., Newcombe, N., & Overton, W. F. (1986). Turn left at the church, or three mile North: A study of direction giving and sex differences. *Environment and Behavior, 18*, 192-213.

Appendice A

Illustration du trajet parcouru



- 1- Station service (point de départ)
- 2- Quincaillerie
- 3- Épicerie
- 4- Caisse populaire (point d'arrivée)
- 5- Bureau de poste

- 6- Église
- 7- École
- 8- Croix
- 9- Monastère

Appendice B

Liste des paires de repères utilisées dans la tâche d'estimation des distances

1. station service – quincaillerie
2. station service – épicerie
3. station service – bureau de poste
4. station service – église
5. station service – école
6. station service – croix
7. station service – monastère
8. station service – caisse populaire
9. quincaillerie – épicerie
10. quincaillerie – bureau de poste
11. quincaillerie – église
12. quincaillerie – école
13. quincaillerie – croix
14. quincaillerie – monastère
15. quincaillerie – caisse populaire
16. épicerie – bureau de poste
17. épicerie – église
18. épicerie – école
19. épicerie – croix
20. épicerie – monastère
21. épicerie – caisse populaire
22. bureau de poste – église
23. bureau de poste – école
24. bureau de poste – croix
25. bureau de poste – monastère
26. bureau de poste – caisse populaire
27. église – école
28. église – croix
29. église – monastère
30. église – caisse populaire
31. école – croix
32. école – monastère
33. école – caisse populaire
34. croix – monastère
35. croix – caisse populaire
36. monastère – caisse populaire

Appendice C

Interface expérimentale pour les jugements qualitatifs et quantitatifs

Jugements qualitatifs

**Qu'est-ce qui est le plus loin de
la station service**

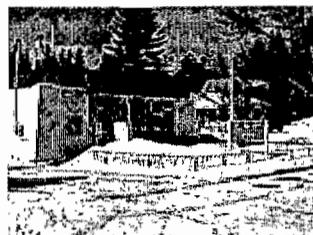


l'église



le bureau de poste

ou



Jugements quantitatifs

Quelle est la distance entre

l'église



et

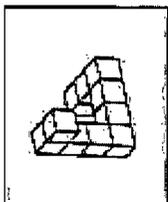
l'école



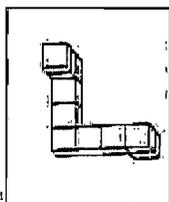
Appendice D

Item du questionnaire de rotation mentale

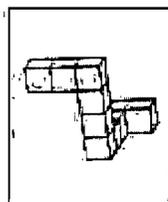
Figure Cible



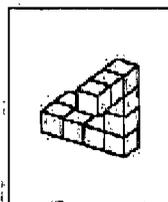
A



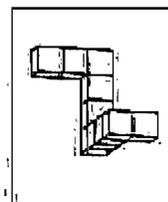
B



C



D



Ici, les bonnes réponses sont A et D.

Appendice E

Épreuve de mémoire de la localisation d'objets



Figure 1. Feuille de présentation initiale des objets.

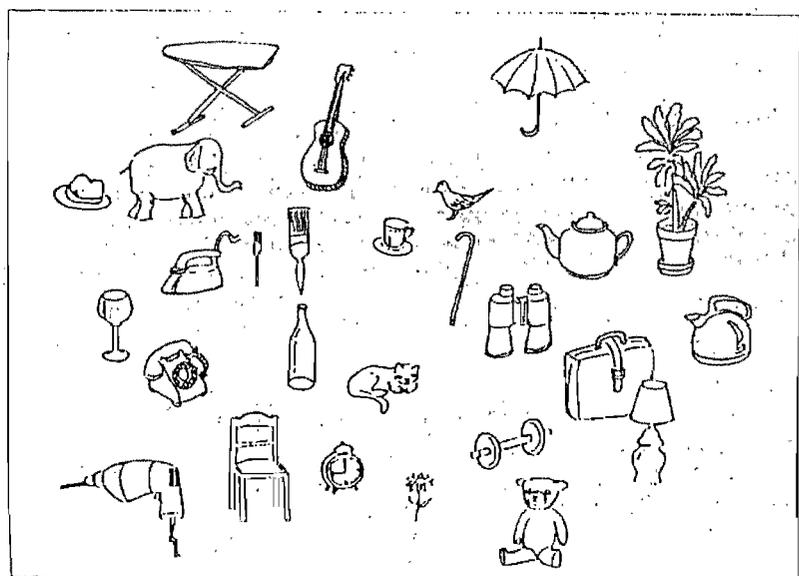
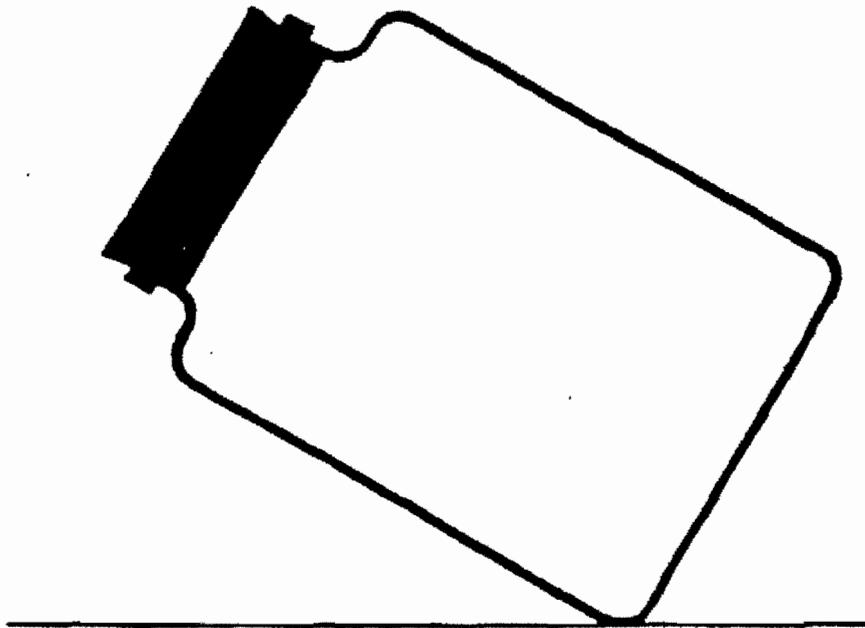


Figure 2. Feuille de réponse où sept paires d'objets ont été déplacées (p. ex., dans la partie gauche, la planche à repasser et la perceuse ont inversé leur position initiale).

Appendice F

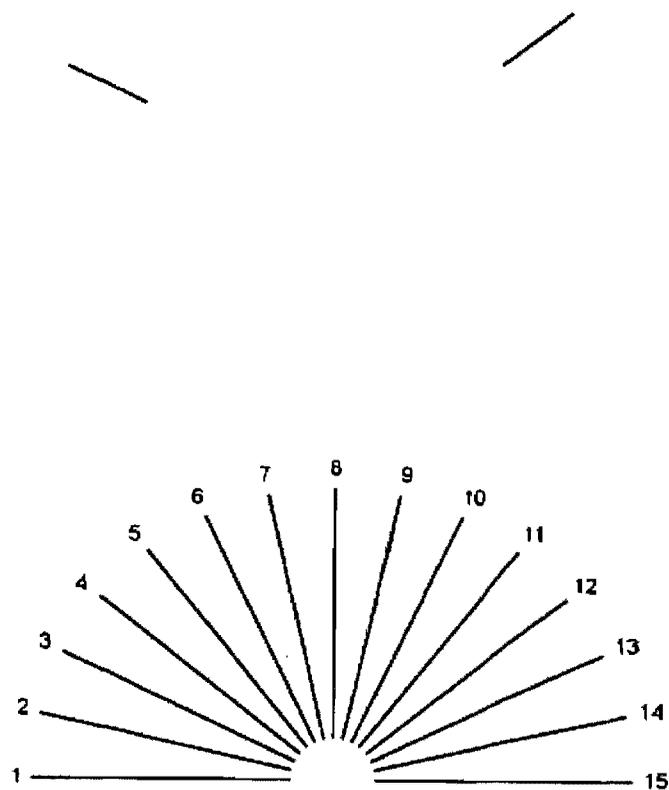
Problème de l'épreuve d'horizontalité des liquides



Le contenant est ici incliné à 150° (0° correspondant à l'extrémité droite du trait horizontal sous le contenant).

Appendice G

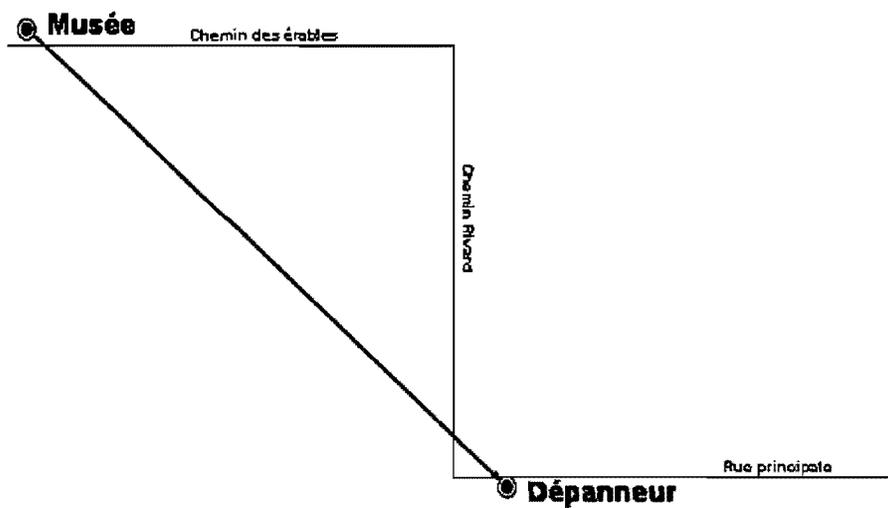
Item de l'épreuve d'évaluation de l'orientation de lignes



Les lignes de la partie supérieure correspondent respectivement à celles numérotées 3 et 12 dans la partie inférieure.

Appendice H

Dessins illustrant le type de distance à estimer

Distance directe**DISTANCE EN LIGNE DIRECTE entre le MUSÉE et le DÉPANNEUR**Distance parcourue**DISTANCE PARCOURUE entre le MUSÉE et le DÉPANNEUR**