

Université de Montréal

Analyse chronométrique intersexes de la résolution
de la tâche d'horizontalité des liquides

par

François Berthiaume

Département de Psychologie

Faculté des Arts et Sciences

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du Doctorat (Ph.D.) en psychologie

Mai 1998

© François Berthiaume, 1998



BF
22
U54
1999
V.019

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia de Estruturas
e Mecânica dos Sólidos

Departamento de Engenharia de Estruturas
e Mecânica dos Sólidos

Trabalho de Conclusão de Curso
em Engenharia de Estruturas



2000

Trabalho de Conclusão de Curso

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée:

Analyse chronométrique intersexes de la résolution
de la tâche d'horizontalité des liquides

Présentée par:

François Berthiaume

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes:

Monsieur Serge Larochelle	Président-rapporteur
Madame Michèle Robert	Directrice de recherche
Madame Olga Favreau	Membre du jury
Madame Claudette Fortin	Examinatrice externe
	Université Laval
Madame Gisèle Lemoyne	Représentante du doyen
	de la FES

Thèse acceptée le: 26 février 1999

Sommaire

D'abondantes recherches ont démontré que la réussite à la tâche d'horizontalité des liquides est en moyenne plus élevée chez les individus de sexe masculin que chez ceux de sexe féminin, lesquels représentent plus souvent à l'oblique la surface d'un liquide dans un contenant incliné (Voyer, Voyer et Bryden, 1995). Deux facteurs principaux ont été proposés pour rendre compte du rendement enregistré et, partant, de l'écart intersexes qu'il traduit: il s'agit de la connaissance du principe physique de l'invariance de l'orientation des liquides (Liben, 1991b) et de certaines habiletés perceptives d'ordre visuel (Vasta, Lightfoot et Cox, 1993), les sujets féminins affichant davantage de lacunes sur ces deux plans. La performance à cette tâche a jusqu'à maintenant été évaluée au moyen de mesures d'exactitude, fondées sur l'écart entre l'horizontale objective et le tracé, par le sujet, de la surface du liquide; elle n'a jamais été estimée de façon systématique au moyen de la mesure du temps de réponse. Cette dernière mesure possède pourtant une sensibilité qui en fait un outil valide pour mettre au jour des différences entre catégories de sujets (Bekey et Michael, 1986-87; Jensen, 1985) et suggérer des hypothèses quant à la nature des opérations mentales sollicitées dans une tâche donnée (Glass et Meany, 1978; Sternberg, 1969).

Le but de la présente recherche est d'établir la durée

détaillée de la résolution de la tâche d'horizontalité des liquides chez 185 filles et 180 garçons, âgés de 15 à 19 ans et répartis en 8 groupes. Dans une version informatisée où les stimuli sont présentés sur un écran d'ordinateur, le premier groupe trace la position de la surface de l'eau à l'intérieur d'un contenant dans diverses inclinaisons et le deuxième évalue si l'orientation d'une ligne y représente bien cette position; en guise de contrôle, le troisième groupe trace une horizontale dans un rectangle et le quatrième juge si la ligne illustrée y est bien horizontale. Afin de déterminer l'impact de cette version informatisée, quatre autres groupes exécutent respectivement les mêmes tâches dans la version classique papier-crayon. Pour tous les groupes la proportion d'essais réussis est calculée. Chez ceux produisant un tracé sur support informatique, le sont aussi le temps accordé à la réflexion avant de commencer le tracé, le temps de traçage comme tel et le temps de vérification du tracé complété. Chez les groupes qui évaluent l'orientation d'une ligne sur support informatique, le temps requis pour y parvenir est noté. Enfin, un questionnaire estime si les participants connaissent ou non le principe physique d'invariance de l'orientation de la surface d'un liquide.

Les résultats révèlent que cette connaissance est plus fréquente chez les garçons dans l'ensemble des groupes, mais non dans chacun. Dans le cas où les sujets ont à

tracer une ligne, les filles réussissent moins d'essais que les garçons s'il faut, sur support informatique, tracer la surface de l'eau dans un contenant incliné ou à l'horizontale. Il en va de même s'il faut, sur support papier, tracer une horizontale dans un contenant incliné. Le tracé de la surface de l'eau est plus exact chez les sujets connaissant le principe d'invariance que chez ceux l'ignorant et l'écart intersexes disparaît si l'analyse tient compte de cette connaissance. Sur le plan du temps de réponse, les deux sexes ne se distinguent que lors du tracé de la surface de l'eau dans un contenant incliné, les garçons réfléchissant alors plus longtemps avant de commencer leur tracé. Cet écart paraît dû au plus long temps requis par ceux des garçons qui ignorent le principe, alors que, chez les autres et chez les filles détenant ou non cette connaissance, le temps de réflexion qui précède le tracé de la surface de l'eau ne se différencie pas de celui antérieur au tracé d'une horizontale. Le temps mis à produire, puis à vérifier un tracé, ne diffère pas selon le sexe des participants.

Dans l'évaluation de l'orientation d'une ligne cependant, les filles ne se distinguent pas des garçons et les participants connaissant le principe d'invariance réussissent mieux que ceux l'ignorant. Par ailleurs, les filles procèdent toujours moins rapidement que les garçons, peu importe ce que représente la ligne. Pour les contenants

inclinés ou à l'horizontale, si la ligne représente la surface de l'eau, la différence intersexes est annulée quand la connaissance du principe est prise en compte. Pour les mêmes contenants, le temps est en outre plus élevé chez les sujets évaluant si la ligne représente la surface de l'eau et ignorant le principe que chez ceux le connaissant ou évaluant si la ligne représente plutôt une horizontale.

Les présents résultats suggèrent que, lors du tracé de la surface de l'eau, la composante spatiale du traitement que doivent opérer les sujets pour résoudre la tâche ne diffère pas selon le sexe des sujets. Ils suggèrent de plus que les garçons ignorant le principe d'invariance sont plus lents que les filles à établir un principe ou doutent davantage de celui établi. Lors de l'évaluation de l'orientation d'une ligne en revanche, plus lentes, les filles éprouveraient sur le plan visuel plus de difficulté que les garçons à juger rapidement de l'orientation d'une ligne, soit une habileté qui pourrait être déterminante dans la possibilité, quotidienne, de constater l'invariance de l'orientation des liquides; et l'absence de différence intersexes chez les sujets qui ne connaissent pas le principe de l'horizontalité des liquides et chez ceux qui le connaissent, suggère que, dans chacune de ces catégories de sujets, le traitement opéré ne diffère pas selon le sexe du sujet. Par ailleurs, la connaissance du principe physique en cause semble bien un facteur important, mais

non exclusif, des différences intersexes en temps et en exactitude. De plus, l'examen des temps de réponse met en relief, chez les sujets connaissant ce principe, le poids des seules dimensions visuo-spatiales intrinsèques à la production ou à l'évaluation d'une horizontale dans un rectangle incliné et suggère que si une composante visuo-spatiale intervient dans la résolution de la tâche d'horizontalité des liquides effectuée par certains sujets, ce serait chez ceux qui ne connaissent pas le principe. Enfin, aux moments du traçage et de la vérification, filles et garçons, qu'ils connaissent ou non le principe, paraissent ne plus se préoccuper de la question de savoir comment se positionne la surface de l'eau dans un contenant incliné et ne différeraient pas quant au traitement mental qu'ils opèrent dans la tâche.

Table des matières

Liste des tableaux.....	xii
Liste des figures.....	xvi
Liste des tableaux des Appendices.....	xviii
Remerciements.....	xxxix
Chapitre I - Contexte théorique et expérimental.....	1
Différences intersexes dans l'exactitude à la tâche d'horizontalité des liquides.....	4
Mesures et formats.....	5
Composantes de la réussite.....	7
Mesure du temps de réponse dans des tâches cognitives.....	14
Méthode soustractive.....	15
Méthode de l'addition des facteurs.....	17
Intérêt de la mesure du temps de réponse.....	23
Mesure du temps de réponse et différences intersexes dans les tâches visuo-spatiales.....	29
Mesure du temps de réponse dans la tâche d'horizontalité des liquides.....	33
Objectifs et contenu de la recherche.....	36
Hypothèses et questions particulières.....	40
Chapitre II - Description de l'expérience.....	43
Sujets.....	44
Plan de la recherche.....	48
Matériel.....	52
Déroulement.....	59

Tâche principale.....	63
Questionnaire «après la tâche principale».....	81
Tâches de diversion.....	81
Questionnaire postexpérimental et demande de non- divulgation.....	83
Chapitre III - Analyse des résultats.....	85
Méthodes de compilation.....	86
Exactitude de la réponse.....	87
Temps de réponse.....	94
Connaissance du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides.....	96
Résultats.....	97
Connaissance du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides.....	99
Exactitude de la réponse.....	100
Temps de réponse.....	114
Chapitre IV - Interprétation des résultats.....	136
Différence intersexes dans le temps de réponse.....	137
Temps de réponse dans la tâche d'horizontalité des liquides à l'épreuve d'évaluation.....	139
Temps de réponse dans la tâche de l'horizontale à l'épreuve d'évaluation.....	143
Temps de réflexion dans la tâche d'horizontalité des liquides à l'épreuve de production pour les «contenants» inclinés.....	145
Traitement de l'information effectué dans la tâche	

d'horizontalité des liquides.....	149
Hypothèse 1: Similitude entre réflexion et évaluation chez les sujets soumis à la tâche d'horizontalité des liquides et connaissant le principe en cause et ceux soumis à la tâche de l'horizontale.....	149
Hypothèse 2: Absence de questionnement sur la position de la surface de l'eau aux moments du traçage et de la vérification.....	150
Hypothèse 3: Absence de différence intersexes sur le plan de la tendance à vérifier l'exactitude du tracé.....	152
Exactitude dans la tâche d'horizontalité des liquides.....	154
Épreuve de production.....	155
Épreuve d'évaluation.....	163
Mesure de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	166
Moindre performance de certaines filles du groupe Pa- H-Tr.....	170
Exactitude à l'horizontalité des liquides selon la nature du support.....	174
Conclusion.....	178
Références.....	182
Appendice A - Matériel, déroulement et consignes.....	198
Précisions concernant certains éléments du	

matériel.....	199
Consigne préliminaire.....	202
Questionnaire «Après la tâche principale».....	204
Questionnaire postexpérimental.....	205
Consigne de la demande de non-divulgation.....	208
Consignes relatives à la tâche principale.....	210
Déroulement et consignes des tâches de diversion...	237
Appendice B - Grille d'analyse du contenu des réponses relatives à la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides dans les groupes In-E-Tr, In-E-Év, Pa-E-Tr et Pa-E-Év.....	243
Réponses attestant l'ignorance du principe de l'horizontalité des liquides.....	244
Réponses attestant la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	245
Appendice C - Résultats individuels.....	247
Appendice D - Analyses de la variance.....	291

Liste des tableaux

Tableau 1:	Pourcentages de filles et de garçons inscrits dans chaque programme d'étude....	45
Tableau 2:	Pourcentages de filles et de garçons à chaque âge.....	46
Tableau 3:	Plan global de la recherche.....	49
Tableau 4:	Pour chaque groupe travaillant sur support informatique, pourcentages de filles et de garçons selon le programme d'études, âge moyen (M) des filles et des garçons, et écart type (S) correspondant.....	60
Tableau 5:	Pour chaque groupe travaillant sur support papier, pourcentages de filles et de garçons selon le programme d'études, âge moyen des filles et des garçons, et écart type correspondant.....	61
Tableau 6:	Proportions de filles et de garçons connaissant le principe de l'horizontalité des liquides dans chaque groupe exécutant la tâche d'horizontalité des liquides et dans l'ensemble de ces groupes.....	100
Tableau 7:	Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr) et une horizontale (groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr), proportion moyenne d'essais réussis par les filles et les	

garçons pour chaque position du «contenant»,
et écart type correspondant.....102

Tableau 8: Dans les groupes évaluant si une ligne
représente la position respective de la
surface de l'eau (groupes In-E-Év et Pa-E-
Év) et d'une horizontale (groupes In-H-Év et
Pa-H-Év), proportion moyenne d'essais
réussis par les filles et les garçons pour
chaque position du «contenant», et écart
type correspondant.....109

Tableau 9: Dans les groupes évaluant si une ligne
représente la position de la surface de
l'eau (groupes In-E-Év et Pa-E-Év) et pour
les «contenants» inclinés, proportion
moyenne d'essais réussis chez filles et
garçons pour chaque position de la ligne à
l'intérieur du «contenant», et écart type
correspondant.....111

Tableau 10: Pour les «contenants» respectivement
inclinés et à l'horizontale, temps (ms)
moyen de réflexion des filles et des garçons
du groupe In-E-Tr selon qu'ils connaissent
(1) ou non (0) le principe d'horizontalité
des liquides, et écart type correspondant,
et temps (ms) moyen de réflexion des filles
et des garçons du groupe In-H-Tr, et écart

	type correspondant.....	120
Tableau 11:	Pour les «contenants» respectivement inclinés et à l'horizontale, temps (ms) moyen d'évaluation des filles et des garçons du groupe In-E-Év selon qu'ils connaissent (1) ou non (0) le principe d'horizontalité des liquides, et écart type correspondant, et temps (ms) moyen d'évaluation des filles et des garçons du groupe In-H-Év, et écart type correspondant.....	124
Tableau 12:	Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» inclinés, et écart type correspondant.....	126
Tableau 13:	Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» à l'horizontale, et écart type	

correspondant.....127

Tableau 14:	Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» à la verticale, et écart type correspondant.....128
-------------	--

Liste des figures

- Figure 1. Exemple d'un dessin utilisé dans l'épreuve de production. Le «contenant» est ici incliné à 45° de la verticale.....56
- Figure 2. Exemple d'un dessin utilisé dans l'épreuve d'évaluation. Le «contenant» est ici incliné à 225° de la verticale et la ligne à l'intérieur du «contenant» est à -10° de l'horizontale.....57
- Figure 3. Dans les groupes traçant, dans des «contenants» inclinés, la position de la surface de l'eau respectivement sur support informatique (groupe In-E-Tr) et sur support papier (groupe Pa-E-Tr), proportions de filles et de garçons selon la proportion d'essais réussis.....104
- Figure 4. Chez les filles et les garçons connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides dans les groupes traçant, dans des «contenants» inclinés, la position de la surface de l'eau respectivement sur support informatique (groupe In-E-Tr) et sur support papier (groupe Pa-E-Tr), proportions de sujets selon la proportion d'essais réussis.....106
- Figure 5. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification

chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est incliné, et écart type correspondant.....116

Figure 6. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est à l'horizontale, et écart type correspondant.....116

Figure 7. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est à la verticale, et écart type correspondant.....117

Figure 8. Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est respectivement incliné, à l'horizontale et à la verticale, et écart type correspondant.....122

Liste des tableaux des Appendices

- Tableau 15: Pour chaque essai des blocs 1 à 5, inclinaison du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Tr, In-H-Tr, Pa-E-Tr et Pa-H-Tr.....232
- Tableau 16: Pour chaque essai de pratique, inclinaison du «contenant» et position de la ligne à l'intérieur du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Év, In-H-Év, Pa-E-Év et Pa-H-Év.....233
- Tableau 17: Pour chaque essai (Es.) de chaque bloc, inclinaison (In.) du «contenant» et position (Po.) de la ligne à l'intérieur du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Év et In-H-Év et tous les sujets des groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év.....234
- Tableau 18: Pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....248
- Tableau 19: Pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité

des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....251

Tableau 20: Pour chaque sujet des groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....254

Tableau 21: Pour chaque sujet des groupes In-H-Év et Pa-H-Év, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....257

Tableau 22: Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....260

Tableau 23: Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de réflexion (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....263

Tableau 24: Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et

temps médian de réflexion (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....265

Tableau 25: Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....267

Tableau 26: Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....269

Tableau 27: Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de vérification (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....271

Tableau 28: Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de vérification (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....273

Tableau 29: Pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides

et temps médian d'évaluation (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....275

Tableau 30: Pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale.....277

Tableau 31: Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....279

Tableau 32: Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....281

Tableau 33: Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de

l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....283

Tableau 34: Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....285

Tableau 35: Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....287

Tableau 36: Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).....289

Tableau 37: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év

selon le support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et le sexe du sujet.....292

Tableau 38: Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier), le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.292

Tableau 39: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon les facteurs intersujets du support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....293

Tableau 40: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche est effectuée sur support informatique ou papier, anova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le facteur

intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....294

Tableau 41: Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon les facteurs intersujets du support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et le sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.295

Tableau 42: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche est effectuée sur support informatique ou papier, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....297

Tableau 43: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova de la

proportion d'essais réussis dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....298

Tableau 44: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova de la proportion d'essais réussis dans le groupe Pa-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....298

Tableau 45: Pour les essais où le «contenant» est inclinée, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....299

Tableau 46: Pour les essais où le «contenant» est inclinée et selon que la tâche consiste à tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale, anova du temps de réflexion en fonction du sexe du sujet.....299

Tableau 47: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....300

- Tableau 48: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....300
- Tableau 49: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....301
- Tableau 50: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....301
- Tableau 51: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....302
- Tableau 52: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....302
- Tableau 53: Pour les essais où le «contenant» est à

l'horizontale, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet..303

Tableau 54: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet.....303

Tableau 55: Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....304

Tableau 56: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr en fonction de la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.304

Tableau 57: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.305

Tableau 58: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps de réflexion dans

	le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	305
Tableau 59:	Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	306
Tableau 60:	Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.	306
Tableau 61:	Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	307
Tableau 62:	Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.	307
Tableau 63:	Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le	

sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....308

Tableau 64: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.308

Tableau 65: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de réflexion selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux traçant la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux traçant une horizontale) et leur sexe.....309

Tableau 66: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de réflexion selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux traçant la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux traçant une horizontale) et leur sexe.....309

Tableau 67: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps d'évaluation selon

	la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet.....	310
Tableau 68:	Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps d'évaluation selon la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet.....	310
Tableau 69:	Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps d'évaluation selon la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet.....	311
Tableau 70:	Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....	311
Tableau 71:	Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.	312

- Tableau 72: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....312
- Tableau 73: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps d'évaluation selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et leur sexe.....313
- Tableau 74: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps d'évaluation selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et leur sexe.....313
- Tableau 75: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps

d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....314

Tableau 76: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....315

Tableau 77: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....316

Tableau 78: Pour les essais où le «contenant» est à

l'horizontale et selon que la tâche consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....316

Tableau 79: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....317

Tableau 80: Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....318

- Tableau 81: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, ancova univariée du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» utilisant la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides comme covariable.....319
- Tableau 82: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe de l'horizontalité des liquides, anova du temps d'évaluation des filles du groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....320
- Tableau 83: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe de l'horizontalité des liquides, anova du temps d'évaluation des garçons du groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....320
- Tableau 84: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le

facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....321

Tableau 85: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....322

Tableau 86: Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides.....323

Tableau 87: Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les

sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....324

Tableau 88: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....325

Tableau 89: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le

principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée à mesures répétées du temps d'évaluation des filles selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».326

Tableau 90: Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée à mesures répétées du temps d'évaluation des garçons selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».327

Tableau 91: Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux

évaluant si une ligne représente une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....328

Tableau 92:	Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant».....329
-------------	--

Remerciements

Ma directrice de recherche, Madame Michèle Robert, professeure au département de psychologie de l'Université de Montréal, a contribué, grâce à sa connaissance du domaine, à son expérience, à son encadrement soutenu, à sa disponibilité et à son appui financier, à la réalisation de cette étude. D'autres personnes m'ont également aidé lors de diverses phases de cette entreprise. Monsieur Carl L'Archevêque, ingénieur au même département, a conçu et mis au point le programme informatique requis pour la collecte des données. Madame Nicole Raymond, registraire au Collège de Bois-de-Boulogne, a rendu possible le recrutement de l'échantillon. Madame Julie Archer, étudiante au département de psychologie de l'Université de Montréal, a participé à la préparation technique de la collecte des données. Elle et Madame Josée Dubord, ainsi que Messieurs Pascal Rollin et Pierre Morin, tous étudiants au même département, m'ont assisté en recueillant une bonne partie de ces données. Ont procédé à leur compilation et à leur saisie informatique Madame Delphine Collin, élève du Collège de Bois-de-Boulogne, Mesdames Sophie Lapointe et Rebecca Raiche, de même que Monsieur Jason Ogorek, tous trois stagiaires du département de techniques de recherche en enquête et sondage du Collège de Rosemont, et, enfin, Madame Sophie Longpré, étudiante au département de psychologie de l'Université de Montréal. Monsieur Roch Roy,

professeur au département de mathématiques et de statistique de l'Université de Montréal, a supervisé l'analyse des données, laquelle a été effectuée par Madame Lyne Cédras, étudiante à la maîtrise, et Messieurs Michel Lamoureux et Denis Choquet, informaticiens et statisticiens, tous du même département. Madame Johanne Ferland, secrétaire au Collège de Bois-de-Boulogne, a confectionné les tableaux des résultats individuels. Finalement, Mesdames Isabelle Écuyer, Gisèle Héroux, Sophie Longpré et Pauline Morin, étudiantes à la maîtrise ou au doctorat sous la direction de Madame Robert, m'ont fait plusieurs suggestions pertinentes.

Chapitre I
Contexte théorique et expérimental

Depuis les travaux de la pionnière Helen Thompson (1903), les phénomènes psychologiques d'ordre cognitif ont donné lieu à de multiples comparaisons des performances produites par les individus de sexe respectivement féminin et masculin. Ces comparaisons systématiques ont mis au jour bon nombre de similitudes et de différences, autant au sein de diverses espèces animales (Beatty, 1992) que parmi les sujets humains (Halpern, 1992). Chez ces derniers, la configuration constatée pourrait entretenir une certaine relation avec celle propre aux habiletés sensorielles (Baker, 1987) d'une part et motrices (Thomas et French, 1985) d'autre part. Selon les secteurs de la cognition et les situations d'examen, l'analyse a dégagé tantôt une supériorité moyenne¹ de l'un ou l'autre sexe, tantôt une équivalence des deux sexes. Les principaux secteurs jusqu'à maintenant explorés ont été ceux des habiletés d'imagerie et de mémorisation (Richardson, 1991, 1995), de même que

¹ Il est de pratique courante dans les comparaisons intersexes de comparer les performances moyennes des individus de chaque sexe. Cette pratique est retenue dans la présente étude. Il est cependant entendu que le fait que les individus d'un sexe donné affichent une moyenne supérieure à celle des individus de l'autre sexe ne signifie pas que les premiers individus sont tous supérieurs aux seconds (Eizner Favreau, 1993). Dans le cas où la comparaison des moyennes de chaque sexe donne lieu à une différence, il est également fréquent d'y faire référence par des expressions telle que «le rendement des individus d'un sexe donné est supérieur (ou inférieur) à celui des individus de l'autre sexe». Ces expressions, utilisées en raison de leur concision, n'impliquent pas que le rendement de tous les sujets d'un sexe donné soit supérieur (ou inférieur) à celui des sujets de l'autre sexe.

ceux des habiletés verbales (Harris, 1977; Hyde et Lynn, 1988), logiques (Meehan, 1984), mathématiques (Benbow, 1988; Hyde, Fennema et Lamon, 1990) et visuo-spatiales (Voyer, Voyer et Bryden, 1995).

Les habiletés visuo-spatiales renvoient à la capacité de percevoir et de mémoriser l'information visuelle non verbale, ainsi que la capacité d'en construire des représentations et de les transformer mentalement (Linn et Petersen, 1985). Dans ce secteur, le rendement des individus de sexe masculin est généralement supérieur à celui des individus de sexe féminin, bien que l'ampleur de l'écart intersexes soit modulée par la nature de la tâche. Ainsi, cet écart est à toutes fins utiles nul dans les tâches de visualisation spatiale, où il faut opérer un traitement complexe et séquentiel de diverses informations visuo-spatiales (par exemple, dans une épreuve de figures intriquées (EFT), le sujet doit repérer une forme simple, tel un rectangle, à l'intérieur d'une figure plus élaborée) (Linn et Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Par contre, l'écart est très marqué dans les tâches de rotation mentale, où il faut imaginer le déplacement de formes (dont la complexité varie entre autres selon qu'elles sont présentées en deux ou en trois dimensions) afin d'évaluer si, quoique vues dans des orientations différentes, elles sont identiques ou non. Enfin, l'écart est un peu plus atténué dans les tâches dites de perception spatiale, où il

faut déterminer des relations spatiales en se référant à l'orientation de son corps propre, plutôt qu'à celle indiquée par une information visuelle non pertinente. Cette dernière catégorie de tâches regroupe l'épreuve du Rod-and-Frame (RFT, Witkin et Goodenough, 1981: le sujet doit placer à la verticale une tige inclinée à l'intérieur d'un cadre également incliné) et l'épreuve d'horizontalité des liquides, laquelle est au coeur de la présente étude menée auprès de jeunes adultes et d'adolescents.

DIFFÉRENCES INTERSEXES DANS L'EXACTITUDE

A LA TACHE D'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES

La tâche d'horizontalité des liquides fut imaginée par Piaget et Inhelder (1948) en vue d'étudier comment l'enfant parvient à la compréhension des coordonnées de base de la géométrie euclidienne, soit l'horizontale et la verticale. Dans sa version habituelle, celle de type papier-crayon, le dessin d'un contenant, vide, incliné selon différents angles et posé sur une table, est présenté au sujet qui doit y tracer la position qu'adopterait la surface d'un liquide. De l'examen des réponses produites, Piaget et Inhelder (1948) ont conclu que la maîtrise des coordonnées spatiales euclidiennes était achevée à l'âge de 9 ans. Toutefois, plusieurs recherches subséquentes ont montré que bon nombre d'adolescents et d'adultes échouent dans cette épreuve: ils n'illustrent pas la surface du liquide comme

étant invariablement horizontale. De plus, les tracés obliques sont plus fréquemment produits par les sujets de sexe féminin (Kalichman, 1988; Linn et Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Mêmes si d'abondantes recherches ont tenté de percer l'énigme de ce double profil d'échec, le casse-tête est encore loin d'être résolu (Vasta et Liben, 1996). Pour ce qui est de la différence intersexes, sa robustesse ne laisse pas de doute. Ainsi, elle n'est pas limitée aux cultures nord-américaine et européenne puisqu'elle a été observée en Inde (De Lisi, Parameswaran et McGillicuddy-De Lisi, 1989), au Ghana (Amponsah et Krekling, 1997) et au Nigéria (Ohuche, 1984). En Amérique du Nord, elle a même été constatée chez des étudiants de niveau universitaire en physique, en génie et en architecture, en dépit de la réussite supérieure notée chez eux par rapport à celle d'étudiants en provenance de programmes extérieurs aux sciences naturelles (Robert et Harel, 1996).

Mesures et formats

Diverses mesures sont exploitées pour évaluer la qualité des tracés exécutés dans cette tâche: il peut s'agir de l'écart moyen (en valeur absolue) des tracés par rapport à l'horizontale, du nombre de tracés réussis (en référence à un écart critère) ou du stade de développement cognitif atteint. De nature plus qualitative, ce dernier

indicateur est plutôt utilisé dans un contexte piagétien et presque exclusivement chez les enfants. Chez l'adulte est en général jugé réussi tout tracé se situant à 5° ou moins de l'horizontale (Rebelsky, 1964). Par ailleurs, Robert et Tremblay (1992) obtiennent une très forte corrélation négative (-.93) entre le nombre de tracés réussis et l'écart moyen de l'ensemble des tracés par rapport à l'horizontale, les individus qui satisfont au critère de 5° dans plusieurs problèmes exécutant des tracés peu distants de l'horizontale.

Les mesures précédentes sont appliquées lorsque la tâche d'horizontalité des liquides est administrée selon un format dit de production (Liben, 1991b), le sujet devant lui-même tracer la position de la surface de l'eau dans le contenant illustré. Cependant, il en existe aussi un format dit d'évaluation ou de reconnaissance (Liben, 1991b): par exemple, le sujet y identifie laquelle s'avère correcte parmi plusieurs orientations de la surface de l'eau respectivement indiquées dans une illustration du contenant incliné. La différence intersexes se manifeste également avec ce format apparemment un peu moins usité, les sujets féminins repérant moins souvent la bonne orientation. La performance est alors en forte corrélation positive avec celle associée au format de production (Wittig et Allen, 1984).

Composantes de la réussite

La réussite à la tâche d'horizontalité des liquides semble s'appuyer sur diverses composantes. Deux d'entre elles ont été particulièrement étudiées: il s'agit de la connaissance du principe physique de l'invariance de l'horizontalité des liquides et de certains facteurs d'ordre perceptif.

Connaissance du principe physique de l'invariance de l'horizontalité des liquides

La tâche d'horizontalité des liquides déborde le seul domaine visuo-spatial puisque sa résolution semble a priori reposer sur la connaissance du principe physique de l'invariance de l'orientation des liquides (Liben, 1991b; Piaget et Inhelder, 1948). Selon ce principe, quelle que soit la position d'un contenant, l'orientation de la surface du liquide au repos qui s'y trouve est horizontale. Or, il importe de noter que les sujets masculins affichent en général une meilleure maîtrise quant à une variété de concepts physiques même relativement simples (Meehan, 1984), tels ceux en jeu dans la trajectoire d'un pendule (Kaiser, Proffitt, Whelan et Hecht, 1992) ou d'un objet sortant d'un tube courbe (Kaiser, Jonides et Alexander, 1986; Kalichman, 1991).

Certains résultats appuient l'hypothèse voulant que la réussite dans cette tâche soit associée, du moins en

partie, à la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides et qu'en conséquence la moindre performance mesurée chez les sujets féminins soit reliée à leur plus fréquente ignorance de ce principe. Ainsi, plusieurs recherches (Howard, 1978; Kalichman, 1986, 1989; Liben et Golbeck, 1984; Thomas et Jamison, 1975; Vasta, Belongia et Ribble, 1994; Vasta, Lightfoot et Cox, 1993, expériences 1 et 4; Wittig et Allen, 1984) montrent qu'un moins grand nombre d'individus féminins savent que la surface d'un liquide est toujours horizontale. D'autres concluent toutefois qu'un nombre égal de sujets des deux sexes détiennent cette connaissance (Myer et Hensley, 1984; Robert et Harel, 1996; Vasta et al., 1993, expérience 3).

D'autre part, indépendamment du sexe des sujets, la connaissance du principe en cause est souvent modérément ($.50 < r < .65$) corrélée à la réussite de manière positive (Kalichman, 1989¹; Pulos, 1992¹; Thomas et Lohaus, 1993), sauf dans la recherche de McGillicuddy-De Lisi, Bell, De Lisi et Turner (1988) où la corrélation est nulle ($r = .02$), dans celle de Myer et Hensley (1984) où elle est faible ($r = .29$) et dans celle de Howard (1978)¹ où elle est maximale ou modérée ($r = .60$) selon les conditions de production des tracés.

A l'appui de l'importance d'une telle connaissance, il

¹ Le coefficient de corrélation a été calculé par l'auteur au moyen des données disponibles dans l'article publié par ce chercheur.

faut aussi signaler que la différence intersexes peut ne se manifester ni parmi les individus connaissant le principe, ni parmi ceux l'ignorant (Thomas et Jamison, 1975). Liben et Golbeck (1984) rapportent également que si les sujets sont informés du principe d'invariance avant d'exécuter la tâche, la différence intersexes disparaît, bien que la réussite ne soit pas générale. Enfin, ces mêmes auteures (1986) ont demandé à de jeunes adultes de tracer, dans un rectangle incliné, soit la position de la surface de l'eau (tâche de l'horizontalité des liquides), soit une ligne horizontale (tâche dite de l'horizontale). Elles constatent que le nombre moyen de tracés réussis est moins élevé chez les femmes que chez les hommes dans le premier cas, mais comparable chez les deux sexes dans le second. Le même patron de résultats a été récemment obtenu par Longpré (1997). Les femmes parvenant comme les hommes à tracer une horizontale quand on leur demande de le faire, leur moindre maîtrise dans le tracé de la position de la surface de l'eau ne résiderait donc pas dans une possible difficulté perceptivo-motrice à produire une telle ligne. Il est plus vraisemblable qu'elle soit à rapprocher du fait que davantage de sujets féminins ignorent le principe de l'horizontalité des liquides.

Composantes perceptives

Puisque, étant donné le degré partiel d'association

entre la connaissance en cause et la performance, plusieurs individus connaissant le principe d'invariance échouent dans la tâche en question alors que d'autres l'ignorant y affichent un rendement élevé, pareille connaissance ne constitue toutefois pas la seule composante de la réussite. En effet, il existe des cas où autant de femmes que d'hommes connaissent le principe et où la réussite est tout de même inférieure chez les femmes (Myer et Hensley, 1984; Robert et Harel, 1996; Vasta et al., 1993, expérience 3). De plus, certains individus qui viennent d'être informés que l'eau demeure toujours horizontale continuent à produire des tracés incorrects (Liben et Golbeck, 1984; McAfee et Proffitt, 1991) et ce, même après démonstration visuelle par l'expérimentateur du caractère erroné de leurs réponses (Thomas, Jamison et Hummel, 1973). Il est donc clair que la corrélation entre connaissance et performance n'est pas parfaite.

Une composante additionnelle contribuant à expliquer l'échec de certains adultes et la moindre compétence de plusieurs sujets féminins dans la tâche d'horizontalité des liquides reçoit également divers appuis empiriques: il s'agit des éléments de nature perceptive. Ainsi, lorsqu'il faut tracer une horizontale dans un rectangle incliné, ce ne sont pas tous les tracés qui sont exacts (Liben et Golbeck, 1986). Or, cette tâche de l'horizontalité paraît bien ne solliciter que l'habileté perceptive à situer le

plan horizontal, à l'exclusion des connaissances physiques. De plus, quant au nombre de tracés réussis, si Liben et Golbeck (1986) de même que Longpré (1997) n'y observent pas de différence entre jeunes femmes et jeunes hommes, chez des élèves des niveaux primaire et secondaire, les filles affichent un moins bon rendement moyen que les garçons, comme dans la tâche d'horizontalité des liquides (Liben et Golbeck, 1980). Quant à l'écart du tracé par rapport à l'horizontale objective, Vasta et al. (1993, expérience 3) observent également qu'il est supérieur chez les jeunes femmes traçant une horizontale à l'intérieur d'un rectangle ou d'une figure oblongue à extrémités droites et côtés courbes.

Enfin, plusieurs auteurs (Barsky et Lachman, 1986; De Lisi, 1983; De Lisi et McGillicuddy-De Lisi, 1988; Liben, 1978; Morin et Robert, 1993; Pascual-Leone et Morra, 1991; Robert et Ohlmann, 1994; Sholl, 1989) notent que la réussite à la tâche d'horizontalité des liquides est positivement corrélée à celle au RFT, épreuve strictement perceptive dont la résolution ne requiert la connaissance d'aucun concept physique. Dans une épreuve similaire à cette dernière et ressemblant davantage à la tâche d'horizontalité des liquides puisqu'il faut y placer une tige à l'horizontale dans un cadre incliné (Liben, 1991a), les femmes réussissent également moins bien que les hommes.

La nature de cette dimension perceptive est encore

très imprécise. Il importe cependant de noter que, dans une version haptique de la tâche d'horizontalité des liquides où le matériel est manipulé sans être vu, les femmes réussissent en moyenne aussi bien que les hommes (Berthiaume, Robert, St-Onge et Pelletier, 1993; Longpré, 1997). Il en est du reste de même dans une version haptique du RFT (Walker, 1972). Les difficultés que rencontrent certaines femmes dans les versions standards de ces deux épreuves semblent donc d'ordre visuel. Dans le cas de l'horizontalité des liquides, certains auteurs les associent à l'habileté à manipuler mentalement les images d'objets vus (Vasta et al., 1994); d'autres à la capacité de voir qu'une ligne est horizontale (Howard, 1978; McGillicuddy-De Lisi, De Lisi et Youniss, 1978; Thomas et al., 1973); d'autres encore à celle de le faire en dépit d'éléments distrayants, comme l'inclinaison ou la forme du contenant (Abravanel et Gingold, 1977; De Lisi, 1983; Vasta et al., 1993; Willemsen, Buchholz, Budrow et Geannacopulos, 1973). Le rôle possible de cette dernière capacité est corroboré par des recherches montrant que lorsque le contour du contenant est courbe en bonne partie, la performance s'améliore (pour le tracé de la position de la surface de l'eau: Piaget et Inhelder (1948), Thomas et Jamison (1975); pour celui d'une horizontale: Vasta et al. (1993, expérience 3), Willemsen et Reynolds (1973)). Lorsque ce contour est tout à fait circulaire, la

production d'une horizontale est quasi parfaite et la différence intersexes disparaît (Vasta et al., 1993, expérience 1).

Autres composantes

La résolution de la tâche d'horizontalité des liquides pourrait par ailleurs mettre en jeu d'autres composantes, dont la nature exacte reste cependant à préciser de manière empirique. Ainsi, Kalichman (1988) suggère l'impact possible de la compétence à produire une image mentale du contenant qui soit juste et celui de la coordination des références euclidiennes que constituent les axes horizontal et vertical. Ce sont toutefois les composantes perceptives et la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides qui ont donné lieu au plus grand nombre de travaux.

Il importe de souligner que diverses explications d'ordre biologique ou expérientiel ont tenté de rendre compte de la moindre réussite des individus féminins dans cette tâche, mais à ce jour aucune ne s'est avérée satisfaisante (Kalichman, 1988; Liben, 1991b). Ces explications ne permettent donc pas d'identifier de manière productive les variables affectant la réussite.

MESURE DU TEMPS DE RÉPONSE DANS DES
TACHES COGNITIVES

Dans la tâche d'horizontalité des liquides, la performance a jusqu'à maintenant été évaluée au moyen de mesures d'exactitude dont la base est le degré d'écart entre le tracé du sujet et l'horizontale véritable. Cependant, dans d'autres tâches cognitives, des mesures d'un autre type ont aussi été exploitées avec succès. L'une d'elles consiste dans le temps de réponse, c'est-à-dire l'intervalle temporel s'écoulant entre la présentation d'un problème au sujet et la production d'une solution par celui-ci. Or, il est justifié de s'interroger sur sa pertinence dans la tâche ici analysée.

Le premier à avoir mesuré des temps de réponse fut l'astronome Bessel en 1828 (Jensen, 1985). Constatant une constante différence parmi ses collègues quant à leur estimé du moment exact où une étoile croise un point précis de l'image visible au télescope, Bessel l'attribue à une différence dans leur temps de réaction. De là, il invente le chronographe pour mesurer le moment cible et corriger en conséquence les estimés. Tout en améliorant par la suite la précision de l'appareil, Galton inclut le temps de réaction parmi les mesures qu'il cherche à faire des «facultés mentales» en vue de prédire la réussite des individus dans la vie. Wundt élargira subséquemment le champ d'application de la mesure du temps de réaction en exploitant celle-ci

pour estimer la durée de processus mentaux comme la perception, l'association, la discrimination et le choix. Pour ce faire, il utilise la méthode dite soustractive.

Méthode soustractive

Conçue en 1862 par Donders (1969), la méthode soustractive exige les réponses les plus rapides possible et, postulant qu'une erreur (du reste rare compte tenu de la faible difficulté des tâches en cause) résulte de l'intervention d'activités autres que celles étudiées, elle ne tient généralement compte que des temps de réponse aux essais réussis. Elle consiste à soustraire du temps mis à exécuter une tâche requérant diverses activités celui mis à en exécuter une autre requérant les mêmes activités sauf une. Par exemple, afin d'établir la durée de l'activité présumée de catégorisation d'un stimulus, Donders allume, face au sujet, une lumière rouge ou une blanche, le sujet devant presser un bouton, le plus rapidement possible, à l'allumage de la lumière rouge; dans une seconde tâche où seule cette lumière est présentée, la même réponse doit être exécutée. En soustrayant du temps de réponse à la première tâche celui à la seconde, Donders isole le temps que met le sujet à vraisemblablement catégoriser la couleur de la lumière.

La méthode soustractive a soulevé un certain nombre de critiques. Par exemple, son emploi se limite à la mesure de

la durée d'activités mentales dont la présence est fortement plausible a priori; par contre, il ne peut d'emblée déboucher sur l'identification des activités mentales lorsque leur nature n'est pas au départ au moins soupçonnée (Jensen, 1985; Pachella, 1974). De plus, cette méthode postule qu'il est possible de retrancher d'une tâche, ou au contraire d'y ajouter, la nécessité d'une activité mentale particulière sans changer la nature des autres participant aussi à sa résolution (Luce, 1986; Meyer, Osman, Irwin et Yantis, 1988; Pachella, 1974). Or, ce postulat peut ne pas être toujours exact. Ainsi dans une expérience de Donders (1969), lors d'une première série d'essais, une syllabe (par exemple, *ki*) est dite au sujet, qui la connaît à l'avance et doit la redire aussitôt; lors d'une deuxième série, plusieurs syllabes (par exemple, *ki*, *ko*, *ke*, *ku* ou *ka*) sont dites une à la fois sans que le sujet sache à l'avance laquelle le sera à un essai donné, sa tâche consistant à redire aussitôt celle entendue; enfin, lors d'une troisième série, plusieurs syllabes différentes sont dites, comme dans la deuxième série, mais le sujet est informé de la seule syllabe (par exemple, *ki*) à redire dès qu'il l'entend. D'après Donders, le temps additionnel mis dans la deuxième série par rapport à la première correspond au temps mis à d'abord discriminer la syllabe présentée, puis à décider de la dire plutôt qu'une autre, tandis que celui mis dans la troisième série

correspond au seul temps de discrimination. Selon Ericsson et Oliver (1988) cependant, l'analyse des rapports verbaux produits par les participants dans des expériences identiques menées ultérieurement suggère que la tâche pourrait ne pas être exécutée de la même façon dans les trois séries d'essais: par exemple, en ce qui concerne la comparaison des première et troisième séries, ce n'est que dans la première que les sujets disent être prêts à répondre au moindre son.

Compte tenu d'une part du fait que la méthode soustractive a été l'objet de critiques (Meyer et al., 1988) et d'autre part de ce que les études sur l'apprentissage et le conditionnement ont suscité un grand intérêt dans la première moitié du XXe siècle (Jensen, 1985), l'utilisation de la mesure du temps de réponse connut un déclin pendant quelques décennies. Puis, le développement des sciences de la communication et l'avènement des ordinateurs ont ravivé l'attention des chercheurs à l'égard de cette mesure et poussé certains à développer des méthodes de rechange, dont la plus importante est celle dite de l'addition des facteurs (Meyer et al., 1988).

Méthode de l'addition des facteurs

C'est principalement en réaction au fait que la méthode soustractive ne permet pas d'identifier la nature

des activités mentales en cause dans la résolution d'une tâche (Pachella, 1974) que Sternberg (1969) mit au point la méthode de l'addition des facteurs. Cet auteur considère que le temps de réponse reflète une séquence d'étapes indépendantes qui s'opèrent en série, l'une à la suite de l'autre. Chaque étape reçoit une information provenant de la précédente (*input*) et la transforme; le produit (*output*) de cette transformation est ensuite acheminé à l'étape suivante. A chaque étape, la nature de l'information reçue et celle du produit sortant sont indépendantes des facteurs qui influencent la durée de l'étape en question ou des précédentes. Lorsqu'une manipulation expérimentale affecte le temps de réponse dans une tâche, elle le fait en modifiant la durée d'une ou de plusieurs étapes.

Cette conception implique que si deux variables influencent respectivement deux étapes différentes, le temps total de réaction cumulera deux effets indépendants; une analyse de la variance révélera alors un effet principal associé à chacune des variables et l'absence d'interaction entre elles. Par contre, si deux variables influencent toutes deux une étape, l'analyse détectera une interaction. En réalisant une série d'expériences dont chacune fait intervenir différentes variables dans une tâche cognitive donnée et en examinant quelles variables entraînent des effets principaux et quelles autres agissent en interaction, il devient possible de structurer un modèle

du nombre, de la nature et de l'ordre des étapes du traitement de l'information effectué dans cette tâche.

Comme celle de Donders, la méthode de l'addition des facteurs exige que le sujet exécute la tâche le plus rapidement possible. N'y sont généralement considérés que les temps de réponse aux essais réussis et son utilisation s'accompagne d'efforts pour réduire le nombre d'essais ratés en recrutant des sujets qui ont l'expérience de ce type de tâche et reçoivent une rétribution proportionnelle à leur réussite. A la différence de la méthode de Donders, elle comporte la manipulation de facteurs, plutôt que l'ajout ou le retrait de certaines étapes de traitement (ce qui paraît pallier une critique fréquemment adressée à Donders selon laquelle pareille modification pourrait changer le traitement opéré dans une tâche (voir Luce, 1986 et Pachella, 1974)). De plus, elle se centre sur les effets principaux des facteurs manipulés et sur leurs interactions (Sternberg, 1969), plutôt que sur la durée des étapes, intérêt premier de Donders qui en déduisait la durée de diverses opérations mentales postulées.

Sternberg (1969) démontre entre autres l'utilité de sa méthode dans une tâche de reconnaissance en mémoire à court terme. Après avoir vu un ensemble d'items (des chiffres à mémoriser), le sujet voit un item-test (un chiffre) et doit indiquer, le plus rapidement possible, si oui ou non cet item était présent dans l'ensemble à mémoriser. Les quatre

facteurs étudiés sont la lisibilité (normale ou réduite) de l'item-test, la taille de l'ensemble à mémoriser (1 à 6 chiffres), le type de réponse à produire (réponse positive ou négative) et sa fréquence relative (les réponses positives étant requises dans 25, 50 ou 75% des essais). Il s'ensuit que chaque facteur exerce un effet indépendant sur le temps de réaction. Se basant sur ces résultats, mais aussi sur la nature des facteurs et sur des arguments logiques quant à l'ordre des étapes complétées par le sujet dans une telle tâche, Sternberg (1969) propose un modèle de traitement en quatre étapes reflétant respectivement l'impact propre à chaque facteur manipulé: l'encodage où l'image visuelle de l'item-test est convertie en une représentation entreposable en mémoire à court terme; la comparaison où la représentation de l'item-test est comparée à chaque item en mémoire; le choix de la réponse, où le sujet évalue si le résultat de l'étape précédente doit donner lieu à une réponse positive ou négative; et, finalement, la production de la réponse, où est exécutée la commande motrice requise.

La méthode de l'addition des facteurs a toutefois été la cible de diverses critiques. Ainsi, la possibilité que les manipulations expérimentales puissent affecter, non seulement la durée des étapes, mais également leur nombre ne peut être écartée (Pachella, 1974). Par exemple, dans la tâche de reconnaissance en mémoire à court terme

(Sternberg, 1969), la présentation d'un item-test à lisibilité réduite pourrait ajouter une étape de préencodage. De plus, cette méthode définit a priori ce qui constitue une étape donnée de traitement, mais il pourrait être concevable qu'en référence à d'autres définitions deux facteurs affectent la même étape de manière additive ou affectent différentes étapes tout en étant en interaction (Pachella, 1974).

Une troisième critique concerne la nature du traitement de l'information dans une tâche cognitive. Comme celle de Donders (1969), la méthode de Sternberg (1969) postule que les opérations nécessaires à la résolution d'une tâche sont exécutées, non pas de façon parallèle ou concomitante, mais plutôt de façon sérielle, une à la suite de l'autre (Luce, 1986). Or, ce postulat est contesté. Les premiers appuis empiriques à la possibilité d'opérations en parallèle datent du milieu du siècle dernier alors que Hamilton (1859: voir Townsend, 1990) lançait simultanément sur une table un nombre variable de dés sur lesquels il tentait d'estimer instantanément le nombre de points visibles. Ultérieurement, l'hypothèse que certains traitements puissent se faire en parallèle s'est largement répandue (McClelland, 1979).

Cette hypothèse semble certes facile à admettre dans certaines tâches comme celle où il faut rapidement trouver une cible parmi des distracteurs. Dans ce cas, les

résultats appuient d'ailleurs la présence d'un tel traitement: le nombre (1, 5, 15 et 30) de distracteurs (les lettres «X» et «T» de couleur respectivement verte et brune) n'influence pas le temps mis lorsque la cible appartient à une catégorie disjonctive d'attributs (par exemple, une lettre bleue ou la lettre «S»), mais augmente ce temps lorsqu'elle appartient à une catégorie conjonctive (par exemple, la lettre «T» de couleur verte) (Treisman et Gelade, 1980). En revanche, l'hypothèse d'un traitement en parallèle peut être difficile à soutenir dans d'autres tâches, telle une tâche de décision lexicale (le sujet doit décider si une suite de lettres représente un mot), où il est logique de concevoir un déroulement séquentiel des processus. Il paraît en effet aller de soi que, dans semblable tâche, le sujet ne pourra identifier les lettres avant d'avoir complété l'identification de leurs caractéristiques morphologiques (par exemple, les lignes, arêtes et courbes qu'elles comportent). McClelland (1979) fait cependant remarquer que plusieurs théoriciens contestent l'impossibilité d'un traitement en parallèle dans pareilles tâches.

Norman et Bobrow (1975), entre autres, ont plaidé en faveur de l'intervention de cette forme de traitement dans la tâche de décision lexicale. Selon eux, le produit d'un processus s'y déroulant est continuellement accessible aux autres processus. Il correspond à une série de quantités

dont chacune indique le degré de certitude d'une conclusion particulière tirée du traitement d'une information particulière. A un moment précis de la tâche par exemple, le produit du processus d'identification des caractéristiques des lettres peut estimer à 20% la probabilité qu'une ligne verticale se trouve à la droite d'une des lettres et à 5% celle qu'une ligne horizontale se situe en son centre. L'instant suivant, les valeurs estimées peuvent être respectivement de 35% et 60%. Les produits étant toujours accessibles, le processus d'identification pourrait les utiliser à mesure qu'ils changent.

McClelland (1979) va jusqu'à affirmer qu'il ne paraît pas exister d'arguments logiques pour rejeter l'idée que n'importe quel nombre de processus pourraient se dérouler simultanément, peu importe la tâche, tant que les produits de chacun sont disponibles. Puisque la controverse entre les tenants de chaque cours de traitement n'est pas close (voir, par exemple, Townsend (1990)), la possibilité d'un traitement en parallèle ne peut être écartée, ce qui appuie la critique formulée à l'endroit de la méthode soustractive et de celle de l'addition des facteurs.

Intérêt de la mesure du temps de réponse

En dépit des débats toujours en cours sur un plan théorique quant à l'organisation temporelle des processus,

la valeur de la mesure du temps de réponse sur un plan opérationnel et empirique est solidement établie. Cette mesure est maintenant considérée comme une des plus importantes en psychologie cognitive (Jensen, 1985). Elle est utilisée dans une variété de tâches dont certaines sans composante cognitive, évaluant, par exemple, des temps de réaction simple (Jensen, 1982). Elle l'est également dans des tâches avec composante cognitive élémentaire, le sujet décidant, entre autres, si deux lettres sont identiques (Hunt, 1976) ou si une phrase décrit bien une figure (Clark et Chase, 1972). Elle l'est encore dans des tâches avec composante cognitive plus complexe qui exigent, notamment, la résolution d'analogies verbales (Halpern et Wright, 1996; Kleiter et Schwarzenbacher, 1989) ou font appel aux opérations concrètes et formelles (Bekey et Michael, 1986-87).

Si l'apparition des microprocesseurs n'est pas étrangère à l'extension de son utilisation (Jensen, 1985), des raisons d'ordre conceptuel justifient de plus son emploi. Selon divers auteurs (Eysenck, 1967; Jensen, 1985; Vernon, 1983), le temps de réponse constitue en effet une caractéristique essentielle du système humain de traitement de l'information. D'après Salthouse (1996) par exemple, la diminution de la performance cognitive se manifestant chez les gens âgés s'expliquerait par une augmentation du temps mis à exécuter certaines opérations mentales, augmentation

nuisant à l'exécution d'autres opérations et supprimant toute possibilité d'accéder au produit d'opérations antérieures. Selon Vernon (1983), les personnes qui traitent les informations plus rapidement peuvent en acquérir davantage dans un laps de temps donné que celles qui le font plus lentement. Le temps de réponse est aussi une mesure reconnue de la qualité du traitement de l'information. Ainsi, certains tests d'habileté cognitive (dont les sous-tests d'assemblage d'objets et de dessins avec blocs de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes, 1981) imposent une limite de temps ou accordent des points supplémentaires aux réponses plus rapides.

Le temps de réponse sert aussi à identifier laquelle, parmi plusieurs opérations mentales, est affectée par un changement dans la tâche. Ainsi, le temps mis pour dire un mot lu est fonction du nombre de syllabes qui le constituent. Or, à l'aide de la méthode soustractive de Donders (1969), il a été démontré que ce phénomène est dû à l'augmentation du temps de traitement qu'exige l'encodage du mot, plutôt qu'à celle du temps que requiert la préparation à dire ce mot (Eriksen, Pollack et Montague, 1970).

La mesure du temps de réponse possède en outre la caractéristique d'être très sensible. Elle peut donc détecter des différences entre catégories de sujets là où des mesures d'exactitude ne le font pas. Par exemple, elle

permet de distinguer entre des collégiens et des écoliers résolvant correctement de simples additions de deux chiffres, les premiers les complétant en moyenne plus rapidement (Jensen, 1985). De même, des écolières douées réussissent aussi bien que d'autres très douées dans des épreuves mettant à contribution certaines opérations concrètes et formelles, mais les secondes y parviennent plus rapidement (Bekey et Michael, 1986-87).

Enfin, la possibilité de fractionner un temps de réponse global en sous-intervalles successifs contribue à cerner avec plus de précision les opérations mentales sollicitées dans une tâche donnée. Par exemple, dans une épreuve classique de rotation mentale, Cooper (1975, expérience 2) scindait déjà la durée entre la présentation d'un indice et la production d'une réponse en deux temps, soit les temps dits de préparation et de choix de la réponse, seul le second devant être à rapidité maximale. Dans ce cas, le temps de préparation correspond au temps écoulé entre l'apparition de l'indice informant le sujet de l'orientation du stimulus à venir et la pression par le sujet sur un bouton pour indiquer qu'il est prêt à voir le stimulus; fonction linéaire de l'écart angulaire entre les positions initiale et annoncée du stimulus, le temps de préparation paraît occupé à la construction d'une représentation mentale du stimulus à venir. Quant au temps de choix de la réponse, il correspond à l'intervalle entre

la pression sur le bouton, entraînant l'apparition du stimulus, et la réponse du sujet décidant si le stimulus est bien celui annoncé; variable selon les individus, ce temps n'est nullement affecté par l'écart angulaire.

S'intéressant à la catégorisation sémantique, Glass et Meany (1978) ont exploité une procédure encore plus différente de celles à la base des méthodes soustractive et additive: leurs sujets ne sont en aucun moment tenus de répondre le plus rapidement possible et aucune intervention ne tente de minimiser le taux de leurs erreurs. Ce faisant, ils ont réussi à dissocier une étape préliminaire consacrée au recouvrement de la signification d'un mot (expérience 1), ou à la construction d'une image à partir de ce mot (expériences 2 et 3), de celle propre au jugement de catégorisation où il faut décider si le produit de l'étape préliminaire appartient ou non à la catégorie alors présentée. Ces auteurs sont ainsi parvenus à mieux estimer le temps alloué au processus même de catégorisation.

Halpern et Wright (1996) ont récemment exploité une procédure similaire de fractionnement en vue de déterminer si, dans des problèmes d'analogie, une différence entre femmes et hommes sur le plan de l'exactitude s'accompagne d'une différence sur le plan de la vitesse de traitement de l'information. Ils ont ainsi montré que les femmes mettent en moyenne plus de temps que les hommes à résoudre de tels problèmes, ce temps supplémentaire étant vraisemblablement

consacré à l'analyse du contenu du problème présenté, et non à la sélection d'un mot parmi ceux offerts. Selon le fractionnement auquel ces auteurs procèdent, le temps d'analyse débute avec la présentation du problème sur l'écran d'un ordinateur; il se termine lorsque le sujet signale, en appuyant sur une clé, qu'il a identifié le mot voulu. Le problème réapparaît aussitôt à l'écran, accompagné de trois réponses possibles: le temps de sélection de la réponse débute alors, pour se terminer lorsque le sujet fait connaître son choix en appuyant sur celle de trois clés qui y correspond. Traduisant le produit du temps d'analyse, ce choix est en général moins exact chez les femmes.

La mesure du temps de réponse comporte cependant des limites. Il arrive en effet qu'elle soit moins sensible qu'une mesure d'exactitude (voir, plus bas, Holding et Holding, 1989). De plus, si elle autorise à faire des hypothèses relativement précises sur la nature des opérations mentales intervenant dans la résolution d'une tâche, elle ne permet par contre pas de les identifier de façon certaine, cette identification relevant toujours, en dernier ressort, de l'interprétation élaborée par le chercheur (Pachella, 1974). Enfin, les individus exécutant une même tâche n'y déploient pas nécessairement les mêmes activités mentales. Quand il s'agit entre autres de vérifier si une phrase décrit bien une figure, les

résultats obtenus montrent que certains sujets utilisent une stratégie verbale, d'autres une stratégie spatiale (MacLeod, Hunt et Mathews, 1978; Mathews, Hunt et MacLeod, 1980).

Étant donné l'intérêt que présente la mesure du temps de réponse et malgré les limites qui y sont associées, il apparaît pertinent d'établir si cette mesure pourrait dégager, dans la tâche d'horizontalité des liquides, des informations éclairant la nature de la différence intersexes mise au jour avec la mesure d'exactitude.

MESURE DU TEMPS DE RÉPONSE ET DIFFÉRENCES INTERSEXES DANS LES TACHES VISUO-SPATIALES

La mesure du temps de réponse est rarement exploitée pour procéder à des comparaisons intersexes dans les tâches visuo-spatiales (Blough et Slavin, 1987), à l'exception des épreuves de rotation mentale où les femmes affichent un temps moyen de réponse plus élevé que celui des hommes, leur performance étant par contre tout aussi exacte (Linn et Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Dans une tâche de rotation mentale, les femmes qui n'en sont pas à la phase ovulatoire de leur cycle menstruel se révèlent incidemment plus lentes, mais en général aussi exactes, que celles qui en sont à cette phase (Ho, Gilger et Brink, 1986). Ce contraste général entre indicateurs de temps et d'exactitude a du reste incité certains chercheurs (par

exemple, Pezaris et Casey, 1991) à tenter de déterminer si la nature des stratégies de rotation diffère selon le sexe ou si les individus des deux sexes ont recours aux mêmes stratégies, ceux de sexe féminin les appliquant peut-être simplement avec moins de rapidité.

Dans une des quelques recherches procédant à une comparaison intersexes du temps de réponse dans une tâche sans composante de rotation mentale, soit l'EFT, les filles mettent également en moyenne plus de temps que les garçons pour réussir aussi bien qu'eux (Huss et Kayson, 1985). De même, des collégiennes complètent moins rapidement, mais avec autant d'exactitude, que leurs confrères le parcours de labyrinthes en version informatisée (Af Klinteberg, Levander et Schalling, 1987).

Pour leur part, Blough et Slavin (1987) soumettent des collégiens à deux tâches visuo-spatiales présentées sur écran-vidéo. Dans la première, le sujet voit le dessin d'une boîte «dépliée» (représentée sous sa forme bidimensionnelle, avant d'être pliée) et évalue laquelle de deux boîtes «pliées» (représentées sous leur forme habituelle en trois dimensions) y correspond. Dans la seconde tâche, où intervient plutôt la capacité de retenir en mémoire à court terme les éléments spatiaux d'une figure, le sujet voit successivement deux formes, de même orientation, et décide si elles sont identiques. Dans les deux tâches, les femmes réussissent encore le même nombre

d'items que les hommes. Si, dans la première, leur temps moyen de réponse est le même que celui des hommes, il est par contre moindre dans la seconde.

Dans la même veine, Rybash et Hoyer (1992) constatent un haut taux d'exactitude dans des tâches visuo-spatiales de catégorisation ou de coordination où doivent être évaluées la position et la distance relative des éléments d'une figure. Par exemple, une figure illustrant un point et une ligne, la question qui porte sur la catégorisation est: «Le point est-il au-dessus ou au-dessous de la ligne?»; et celle sur la coordination: «Le point est-il en-deçà de 6 mm de la ligne?». Les femmes sont en moyenne plus rapides que les hommes dans la première tâche, mais le sont moins dans la seconde. Selon les auteurs, ces différences opposées s'expliqueraient du fait que la catégorisation fait intervenir les habiletés verbales, en général meilleures chez les femmes, alors que la coordination sollicite plutôt l'habileté à mesurer, qui serait plus développée chez les hommes.

En revanche, il arrive que le temps de réponse ne surpasse pas un indice d'exactitude en ce qui a trait à la sensibilité de la mesure d'une habileté visuo-spatiale. Ainsi, Holding et Holding (1989) montrent à des sujets l'illustration d'un parcours, puis leur demandent d'estimer, par rapport à un site donné du parcours, la direction dans laquelle se trouve un autre site et la

distance qui sépare les deux sites. Dans l'estimation de la distance, les femmes sont aussi exactes que les hommes. Il en va de même dans celle de la direction lorsque l'éloignement entre les sites entraîne un angle inférieur à 45° ; par contre, lorsque l'angle est plus grand, seules les femmes le sous-estiment en général. Malgré ce dernier écart en exactitude, le temps pris pour produire les estimations, quelle qu'en soit la nature, est le même chez les deux sexes.

Faite en partie en référence à la classification des tâches visuo-spatiales suggérée par Linn et Petersen (1985) et Voyer et al. (1995), l'analyse des recherches précédentes dégage donc une différence intersexes, sur le plan du temps de réponse, en rotation mentale et en visualisation spatiale (EFT chez Huss et Kayson, 1985), les femmes mettant en moyenne plus de temps que les hommes à exécuter ces épreuves. Dans des cas voisins de ceux de visualisation spatiale telle que définie par Linn et Petersen (1985), c'est-à-dire dans des tâches de boîtes à déplier (Blough et Slavin, 1987), de parcours de labyrinthes (Af Klinteberg et al., 1987) et de comparaison de formes successives (Blough et Slavin, 1987), les femmes sont également plus lentes que les hommes, sauf dans la dernière tâche. Par contre, les autres épreuves ne paraissent pas aisément classifiables à l'intérieur de la trichotomie de Linn et Petersen. Pour estimer une distance,

les femmes sont moins (Rybash et Hoyer, 1992) ou aussi (Holding et Holding, 1989) rapides que les hommes. Pour évaluer une direction, elles ont besoin du même temps qu'eux (Holding et Holding, 1989). Enfin, elles complètent plus rapidement une tâche de catégorisation spatiale (Rybash et Hoyer, 1992).

MESURE DU TEMPS DE RÉPONSE DANS LA TACHE D'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES

Parmi les rares recherches comparant les temps de réponse d'individus de chaque sexe dans des épreuves visuo-spatiales autres que celles de rotation mentale, deux portent précisément sur la tâche d'horizontalité des liquides (McAfee et Proffitt, 1991; Robert et Ohlmann, 1991).

Dans la première, McAfee et Proffitt (1991, expériences 4a et 4b) proposent a priori que le sujet chercherait à résoudre cette tâche en utilisant comme axes vertical et horizontal soit, à juste titre, les éléments extérieurs au contenant (par exemple, le mur ou la table), soit, à tort, le contenant lui-même (par exemple, son fond ou ses parois). De plus, dans ce dernier cas où le sujet se réfère au contour du contenant, il deviendrait vulnérable à l'illusion du cadre incliné (Asch et Witkin, 1948), ce qui augmenterait la probabilité qu'il trace une ligne

inclinée dans la même direction que le contenant¹. Dans le but de vérifier le rôle de cette illusion, ces auteurs ont présenté, sur écran d'ordinateur, des photographies numérisées montrant un contenant (transparent) incliné devant un évier et un distributeur (opaque) de savon qui servent de références surtout horizontales. Dans le contenant, la surface du liquide est soit horizontale, c'est-à-dire parallèle au bord de l'évier (condition «naturelle»), soit inclinée de 10° au-dessous de l'horizontale (condition «non naturelle, même direction que celle du «contenant») ou au-dessus (condition «non naturelle, direction contraire à celle du «contenant»). Les photos sont présentées à des femmes ayant d'abord échoué dans une version papier-crayon de la tâche d'horizontalité des liquides et à des hommes y ayant réussi. Tous les participants doivent indiquer s'ils jugent «naturelle» ou non la position de la surface de l'eau par rapport à l'évier. Les résultats de McAfee et Proffitt (1991) appuient leurs prédictions: les sujets commettent plus d'erreurs lorsque la surface du liquide est inclinée dans la même direction que le contenant que lorsqu'elle l'est dans la direction opposée² ou que dans la condition

¹ Ainsi, dans un contenant incliné vers la droite serait plus probable un tracé dont l'extrémité droite est plus basse que la gauche, plutôt que l'inverse.

² Ce résultat semble cependant lié à certaines composantes inédites de la procédure de ces auteurs, car d'autres (Amponsah et Krekling, 1994; Harris, Hanley et

«naturelle»; ils mettent aussi plus de temps à répondre dans la première des deux conditions «non naturelles» que dans la seconde. A l'intérieur de chacune de ces deux conditions, femmes et hommes, ou individus ayant au préalable échoué ou réussi, affichent un temps de réponse identique.

Ces résultats ne décrivent toutefois pas ce qui survient avec le format classique de la tâche d'horizontalité des liquides où le sujet produit des tracés, plutôt que d'analyser ceux qui lui sont présentés. En effet, McAfee et Proffitt (1991) ont recours au format moins usuel faisant appel à l'évaluation. De plus, leur comparaison intersexes n'est pas valide puisqu'ils n'examinent que des femmes qui échouent et que des hommes qui réussissent. Enfin, ces sujets sont soumis à un certain entraînement puisqu'ils ont été informés du principe de l'horizontalité des liquides avant de procéder à l'évaluation et de leurs erreurs en cours de route.

D'autre part, en vue d'estimer la contribution de divers indices proprioceptifs de l'orientation gravitaire dans la maîtrise de la tâche d'horizontalité, Robert et Ohlmann (1991) ont étudié les effets à la fois de la position (horizontale ou verticale) de la feuille (ovale)

Best, 1977; Howard, 1978) obtiennent plutôt une dominance de l'orientation inverse, les sujets faisant plus d'erreurs, par exemple, lorsque, dans un contenant incliné vers la droite, l'extrémité droite est plus haute que la gauche.

illustrant le contenant et de la posture (assise, debout-stable et debout-instable) du sujet pendant qu'il produit ses tracés. Ils rapportent qu'indépendamment des deux variables manipulées, les femmes réussissent en moyenne moins bien que les hommes et complètent moins rapidement la totalité des essais dont la durée respective n'a cependant pas été enregistrée. Comparativement à ces groupes (qui ne voient que leur feuille de réponse), un groupe de contrôle, exécutant la tâche de manière habituelle (sur une feuille rectangulaire posée à l'horizontale, les sujets étant assis et ayant accès aux indices visuels fournis par la pièce), réussit aussi bien, mais moins rapidement. Ce dernier résultat illustre la plus grande sensibilité de la mesure du temps de réponse par rapport à celle de l'exactitude pour évaluer l'impact de certaines variations. Néanmoins, ces conclusions n'éclairent pas de manière précise la nature du traitement de l'information opéré par chaque sexe dans la tâche d'horizontalité des liquides, car les mesures sous-jacentes n'en n'incluent aucune du temps d'exécution de certaines étapes d'un essai donné, par exemple celui requis par l'analyse précédant la production même du tracé.

OBJECTIFS ET CONTENU DE LA RECHERCHE

A l'aide de la mesure du temps de réponse, le but de la présente recherche est d'établir la durée détaillée de la résolution de la tâche d'horizontalité des liquides afin

de déterminer si elle diffère selon le sexe des participants. La démonstration d'une telle différence pourrait favoriser l'élaboration ultérieure de conditions expérimentales visant à cerner avec plus de précision les raisons de la moindre performance des sujets féminins dans cette tâche. Puisque cette recherche ne vise pas à identifier le nombre, la nature et l'ordre des étapes de traitement complétées dans cette tâche, la procédure de Sternberg (1969) n'y est pas employée. En conséquence, comme ceux examinés par Halpern et Wright (1996) et par Glass et Meany (1978), les présents sujets ne se voient imposer aucune contrainte de temps pour répondre et aucun effort n'est fait pour minimiser le nombre de réponses erronées de leur part.

Avec l'équipement informatique requis, est ici enregistré le temps de réponse selon les formats production et évaluation de la tâche d'horizontalité des liquides. D'une part, le premier est courant. D'autre part, le second donne lieu à un temps de réponse peut-être plus représentatif du traitement même qu'exige la résolution de la tâche puisque, entre autres, le volet moteur de l'exécution du tracé (à l'aide d'un crayon) n'y entre pas en ligne de compte (encore que le sujet émette souvent une réponse motrice pour signifier sa décision).

Enfin, est également étudié, selon les deux mêmes formats, le temps de réponse dans la tâche de l'horizontale

dont l'introduction pourrait éclairer une éventuelle différence intersexes dans le temps de réponse à la tâche d'horizontalité des liquides. La disparition de la différence correspondante dans la première tâche suggérerait en effet que celle présente dans la seconde est due à des éléments qui ne sont pas d'ordre visuo-spatial, d'où un repérage plus fin des composantes en jeu dans la maîtrise de cette dernière tâche.

La présente recherche examine donc le rôle du sexe des individus et de la nature de la tâche, soit la tâche d'horizontalité des liquides et la tâche dite de l'horizontale. Ces deux variables sont étudiées à l'intérieur de chacune de deux épreuves comportant un grand nombre d'essais: une épreuve de production où le sujet doit exécuter un tracé (celui de la position de la surface de l'eau, dans la tâche d'horizontalité des liquides, ou d'une horizontale, dans la tâche de l'horizontale) et une épreuve d'évaluation où il doit évaluer la justesse de l'orientation d'une ligne (celle représentant la position de la surface de l'eau, dans la tâche d'horizontalité des liquides, ou la position d'une horizontale, dans la tâche de l'horizontale).

Dans l'épreuve de production exécutée sur support informatique, le temps de réponse est scindé en trois temps: le temps de réflexion avant le début du tracé, le temps de traçage comme tel et le temps de vérification de

l'exactitude du tracé complété¹. Compte tenu que chacune de ces étapes de la réalisation d'un essai fait plutôt appel à certaines opérations qu'à d'autres, un tel fractionnement conduira à suggérer, quant aux différences intersexes dans le traitement requis pour résoudre la tâche d'horizontalité des liquides, des interprétations plus précises que ne le permettrait l'analyse du temps total. Sur un plan empirique, l'examen des trois temps en question se justifie au surplus du fait que ce sont les seuls à débiter et à se terminer par des événements (par exemple, la présentation d'un dessin à l'écran ou la réponse du sujet) que l'ordinateur peut détecter.

En plus de ces temps, l'épreuve de production se prête à l'enregistrement du nombre d'essais réussis, soit le nombre de tracés ne déviant pas de plus de 5° de l'horizontale. Dans l'épreuve d'évaluation, les mesures sont le temps requis pour chaque essai ainsi que le nombre d'essais réussis. Un essai est alors réussi quand le sujet juge exact un tracé horizontal ou inexact un tracé oblique. Après l'une ou l'autre épreuve, le sujet répond à un questionnaire établissant s'il connaît ou non le principe de l'horizontalité des liquides.

¹ Répondant à un souci de concision, la désignation de chaque temps correspond à une inférence quant à l'opération dominante, mais peut-être pas exclusive, qui s'y déroule vraisemblablement. Des hypothèses sur les opérations concomitantes aux divers temps seront avancées au chapitre 4 à la lumière des résultats obtenus.

Sauf dans la recherche de McAfee et Profitt (1991), la tâche d'horizontalité des liquides ne semble pas avoir été effectuée sur support informatique. Afin d'évaluer l'impact du recours à un tel support sur l'exactitude, des groupes de contrôle s'exécutent sur le support papier habituel. A ce propos, portant sur des recherches menées auprès d'adolescents et d'adultes et comparant leur performance à des tests d'habiletés cognitives complétés respectivement en versions informatique et papier, la méta-analyse de Mead et Drasgow (1993) conclut à une corrélation positive entre les deux séries de performances, corrélation qui s'avère quasi maximale (.97) ou élevée (.72) selon que la mesure est l'exactitude ou le temps de réponse. Il est donc permis de supposer que l'exactitude à la tâche d'horizontalité des liquides ne sera pas affectée par une exécution en version informatisée.

HYPOTHESES ET QUESTIONS PARTICULIERES

En ce qui concerne la réussite d'adolescents et de jeunes adultes quand les «contenants» sont inclinés, sans égard au fait que les tâches sont exécutées sur support informatique ou sur support papier, les quatre hypothèses suivantes peuvent être énoncées.

Hypothèse 1: Lorsqu'il faut tracer la position de la surface de l'eau, la proportion moyenne d'essais réussis est moins élevée chez les jeunes filles que

chez les jeunes garçons.

Hypothèse 2: Lorsqu'il faut plutôt tracer la position d'une horizontale, la proportion moyenne d'essais réussis ne diffère pas selon le sexe des sujets.

Hypothèse 3: Lorsqu'il faut évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau, la proportion moyenne d'essais réussis est moins élevée chez les filles que chez les garçons.

Hypothèse 4: Lorsqu'il faut plutôt évaluer si une ligne représente la position d'une horizontale, la proportion moyenne d'essais réussis ne diffère pas selon le sexe des sujets.

Pour ce qui est du temps de réponse, les questions suivantes peuvent être formulées.

Questions 1 et 2: Y a-t-il une différence entre filles et garçons, dans chacun des temps de réflexion, de traçage et de vérification, lorsqu'il s'agit de tracer, d'une part, la position de la surface de l'eau et, d'autre part, celle d'une horizontale?

Questions 3 et 4: Y a-t-il une différence entre filles et garçons dans le temps d'évaluation lorsqu'il s'agit de décider si une ligne représente, d'une part, la position de la surface de l'eau et, d'autre part, celle d'une horizontale?

En ce qui a trait à la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides, l'hypothèse suivante peut

être posée.

Hypothèse 5: Cette connaissance est moins fréquente chez les filles que chez les garçons.

Chapitre II
Description de l'expérience

Le présent chapitre expose les caractéristiques des sujets, le plan de la recherche, le matériel utilisé lors de la collecte des données et le déroulement de celle-ci.

SUJETS

Cent-quatre-vingt-cinq filles et 180 garçons participent à l'expérience. Il s'agit d'élèves inscrits dans divers programmes préuniversitaires ou professionnels du collège de Bois-de-Boulogne à Montréal. Aucun sujet n'est cependant inscrit dans un programme préuniversitaire de sciences pures ou de sciences de la santé, puisque des étudiants provenant de programmes universitaires dans ces domaines réussissent la tâche d'horizontalité des liquides mieux que ceux recrutés dans d'autres programmes (Kalichman, 1986; Robert et Harel, 1996)¹. Le tableau 1 présente les pourcentages de filles et de garçons appartenant aux différents programmes. A l'intérieur de chaque programme, la différence entre ces pourcentages n'excède jamais 4,5.

¹ Il eût été préférable de connaître la formation antérieure de chaque participant afin de veiller à ce que, dans chaque groupe requis par le plan de la recherche, la proportion de participants ayant eu une formation scientifique au niveau Secondaire soit la même chez les filles et chez les garçons. Cependant, il est vraisemblable que la non-prise en compte de cette formation antérieure n'a eu ici que peu d'impact. En effet, le nombre de participants ayant reçu une formation scientifique était faible chez les deux sexes (N. Raymond, registraire au collège de Bois-de-Boulogne, communication personnelle, 25 janvier 1999).

Tableau 1
 Pourcentages de filles et de garçons inscrits
 dans chaque programme d'étude

Programme	Filles	Garçons
Préuniversitaire	38,0	35,5
Cinéma	0,5	1,5
Lettres	4,0	0,5
Lettres et communication	6,5	2,5
Sciences administratives	10,0	12,0
Sciences humaines avec mathématiques	12,0	11,0
Sciences humaines sans mathématiques	5,0	8,0
Professionnel	12,0	14,5
Informatique	2,0	6,5
Soins infirmiers	3,0	0,5
Techniques administratives	6,5	7,0
Techniques de bureau	0,5	0,5

Tous les participants sont âgés de 15 à 19 ans. Le tableau 2 présente les pourcentages de filles et de garçons ayant respectivement 15, 16, 17, 18 et 19 ans. A chaque âge, la différence entre les pourcentages de filles et de garçons n'excède jamais 4,1. L'âge moyen des filles est de 17;6 ans et celui des garçons, de 17;7 ans.

La participation des sujets a été sollicitée par

Tableau 2

Pourcentages de filles et de garçons à chaque âge

Age (ans)	Filles	Garçons
15	0,5	0,3
16	7,4	3,3
17	32,0	32,8
18	10,4	12,3
19	0,5	0,5

lettre ou en classe¹. La sollicitation en classe a suppléé au fait que le nombre d'individus recrutés par lettre s'est avéré insuffisant. Par oubli, la modalité de recrutement de chaque sujet n'a pas été notée. Un procédé indirect d'estimé permet cependant d'établir a posteriori que le nombre de filles et de garçons recrutés par lettre avoisine, respectivement, 140 et 132; en classe, les nombres approximatifs correspondants sont 45 et 48. Le recrutement s'est échelonné entre avril 1993 et décembre 1994. Les élèves qui ont reçu une lettre sont, d'une part, un sous-ensemble (n = 500) tiré au hasard parmi tous les

¹ L'échantillon a été constitué grâce à l'aide de Madame Nicole Raymond, registraire au collège de Bois-de-Boulogne à Montréal. Celle-ci s'est, entre autres, chargée, dans le cas des jeunes recrutés à l'aide d'une lettre leur demandant de participer à l'expérience, de leur sélection dans la liste des inscrits et de l'envoi de la lettre; dans le cas des jeunes recrutés en classe, Madame Raymond a établi des listes des groupes d'élèves dans lesquels se trouvaient ceux satisfaisant aux critères de participation.

élèves (n = 725) âgés de 15 à 18 ans, du niveau du secondaire V, admis au collège de Bois-de-Boulogne en avril 1993 en prévision de l'année scolaire 1993-94 et dont le programme d'études collégiales n'était pas celui des sciences pures ou des sciences de la santé; ce sont, d'autre part, l'ensemble des élèves (n = 660) possédant ces mêmes caractéristiques et admis en avril 1994 en prévision de l'année scolaire 1994-95. Par ailleurs, deux critères ont guidé le choix des classes visitées: les élèves de ces classes incluaient des individus d'un programme répondant aux critères de constitution de l'échantillon; ils n'utilisaient pas un manuel scolaire décrivant la tâche d'horizontalité des liquides. Dans la lettre ou durant la rencontre en classe, les jeunes ont été invités à participer à une recherche visant à mieux comprendre les mécanismes de la pensée. Ils ont été prévenus que le coût de leur déplacement serait défrayé au tarif du transport en commun et qu'ils recevraient cinq dollars pour leur participation. S'ils étaient âgés de moins de 18 ans et souhaitaient participer à la recherche, ils devaient rapporter le formulaire de consentement (fourni) signé par un de leurs parents.

Avant le début de l'expérience, les participants sont questionnés pour savoir si d'autres élèves leur ont parlé des tâches à effectuer et, le cas échéant, si ce qu'ils en connaissent peut influencer leurs réponses (voir la

consigne préliminaire rapportée à l'Appendice A). Parmi les rares jeunes qui ont rapporté avoir entendu parler de l'expérience, aucun n'a paru en connaître suffisamment pour être vraisemblablement influencé dans ses réponses.

Les capacités visuelles des participants n'ont pas été évaluées, mais ceux qui portaient habituellement des lunettes ont dû les porter durant l'expérience (voir la consigne préliminaire). Les sujets ne souffraient pas de troubles physiques évidents (blessure à une main, par exemple) pouvant affecter leur temps de réponse ou la précision de leur tracé. Ils ont rapporté ne pas avoir consommé, dans les quatre heures précédant la collecte des données, de la caféine, de l'alcool, des drogues ou des médicaments influant sur le fonctionnement du système nerveux.

PLAN DE LA RECHERCHE

L'ensemble du plan de recherche exploité est présenté au tableau 3. Dans le cas de l'étude du temps de réponse chez les participants produisant un tracé sur support informatique, les variables indépendantes sont le sexe des individus et la nature de la tâche (tâches d'horizontalité des liquides ou de l'horizontale). Les variables dépendantes sont les temps écoulés entre les moments où le dessin apparaît à l'écran et où le sujet pose le crayon lumineux sur l'écran (temps de réflexion); où il pose le

Tableau 3
Plan global de la recherche

Support	Épreuve	Tâche	Sexe des participants	
			Filles	Garçons
Informatique	Production	Horizontalité des liquides	n ₁ = 24 Mesures ¹ : R T V P C	n ₂ = 22 Mesures: R T V P C
		De l'horizontale	n ₃ = 24 Mesures: R T V P	n ₄ = 22 Mesures: R T V P
	Évaluation	Horizontalité des liquides	Position de la ligne n ₅ = 23 Mesures: É P C	Position de la ligne n ₆ = 23 Mesures: É P C
		De l'horizontale	Position de la ligne n ₇ = 23 Mesures: É P	Position de la ligne n ₈ = 22 Mesures: É P
Papier	Production	Horizontalité des liquides	n ₉ = 23 Mesures: P C	n ₁₀ = 24 Mesures: P C
		De l'horizontale	n ₁₁ = 22 Mesure: P	n ₁₂ = 23 Mesure: P
	Évaluation	Horizontalité des liquides	Position de la ligne n ₁₃ = 24 Mesures: P C	Position de la ligne n ₁₄ = 22 Mesures: P C
		De l'horizontale	Position de la ligne n ₁₅ = 22 Mesure: P	Position de la ligne n ₁₆ = 22 Mesure: P

¹ R: temps de réflexion; T: temps de traçage; V: temps de vérification; P: proportion d'essais réussis; C: connaissance du principe de l'horizontalité des liquides; É: temps d'évaluation.

crayon sur l'écran et où il l'en retire (temps de traçage); et où il retire le crayon et où il appuie sur la clé pour passer à l'essai suivant (temps de vérification). Pour chaque variable dépendante, le plan est de type factoriel 2(sexe) x 2(nature de la tâche) à quatre groupes indépendants.

Dans le cas de l'étude du temps de réponse chez les participants évaluant un tracé sur support informatique, les variables indépendantes sont le sexe des individus, la nature de la tâche (tâches d'horizontalité des liquides ou de l'horizontale) et la position (à -20° , -10° , 0° , 10° ou 20° de l'horizontale) de la ligne à l'intérieur du «contenant¹». Le choix de ces positions tient compte des conclusions de plusieurs auteurs. Ainsi, Harris et al. (1977) montrent que, face à des contenants dont l'inclinaison n'est pas rapportée, des collégiens font plus d'erreurs lorsque la ligne qui y est présentée s'écarte de 10° , en valeur absolue, de l'horizontale plutôt que lorsqu'elle s'en trouve à 0° ou 20° ou est parallèle à la base du contenant. Chez des individus de même type, Wittig et Allen (1984) observent, quant à elles, qu'avec des

¹ Dans la suite du texte, le mot «contenant» renvoie à ce qui est désigné, dans les consignes, comme un «pot» pour les sujets qui tracent la position de la surface de l'eau ou évaluent si une ligne placée dans le pot représente cette position, et ce qui est désigné comme un «rectangle» pour les sujets qui tracent la position d'une horizontale ou évaluent si une ligne placée dans le rectangle représente cette position.

contenants inclinés à tous les angles multiples de 30° , 80% des erreurs commises le sont pour une ligne qui s'éloigne de 10° , en valeur absolue, de l'horizontale plutôt que pour une s'en écartant davantage (écart non spécifié) ou une étant parallèle au fond du contenant. Enfin, ayant placé la ligne à 8° , 16° , 24° et 32° , en valeur absolue, de l'horizontale, Amponsah et Kreekling (1994) n'analysent malheureusement pas le nombre d'erreurs commises en fonction de ces positions. Quoiqu'il en soit, les positions ici étudiées se situent bien à l'intérieur d'une marge de variation à la fois sensible et couramment utilisée.

La variable dépendante est le temps entre les moments où le dessin apparaît à l'écran et où le sujet actionne la manette à l'aide de laquelle il indique son évaluation (temps d'évaluation). Le plan est de type factoriel 2(sexe) x 2(nature de la tâche) x 5(position de la ligne) à quatre groupes indépendants et à mesures répétées sur la dernière variable.

Dans tous les groupes précédents où est exécutée la tâche d'horizontalité des liquides, la connaissance qu'a le sujet du principe d'invariance de l'horizontalité des liquides est également mesurée dans le but d'en évaluer la relation avec les temps de réponse.

Afin d'établir si, dans la mesure de ces temps, le recours à une procédure faisant appel à la technologie informatique affecte l'exactitude dans les tâches

d'horizontalité des liquides et de l'horizontale, des groupes de contrôle sont soumis à la procédure standard faisant appel au support papier. Dans le cas où le sujet produit un tracé, les variables indépendantes sont le support (informatique ou papier), le sexe des individus et la nature de la tâche (tâches d'horizontalité des liquides ou de l'horizontale). La variable dépendante est la proportion d'essais réussis. Le plan est de type factoriel $2(\text{support}) \times 2(\text{sexe}) \times 2(\text{nature de la tâche})$ à huit groupes indépendants. Dans le cas où le sujet évalue l'orientation d'une ligne, les variables indépendantes sont le support (informatique ou papier), le sexe des individus, la nature de la tâche (tâches d'horizontalité des liquides ou de l'horizontale) et la position (à -20° , -10° , 0° , 10° ou 20° de l'horizontale) de la ligne à l'intérieur du «contenant». La variable dépendante est la proportion d'essais réussis. Le plan est de type factoriel $2(\text{support}) \times 2(\text{sexe}) \times 2(\text{nature de la tâche}) \times 5(\text{position de la ligne})$ à huit groupes indépendants et à mesures répétées sur la dernière variable.

La connaissance qu'a le sujet du principe de l'horizontalité des liquides est également mesurée dans tous les groupes de contrôle effectuant la tâche concernée.

MATÉRIEL

Le matériel suivant est utilisé: trois tables; un

lutrin; une planche à placer sous une des tables; deux clés télégraphiques fixées à une autre planche; un ordinateur Amiga 3000 avec clavier et souris; deux écrans (couleurs) de marque Commodore et de 640 par 400 pixels, dont l'un, appelé «expérimentateur», est de 35,5 cm (modèle 1950-B), et l'autre, appelé «sujet», est de 33 cm (modèle 2080); une colonne de réflecteurs; un crayon lumineux (light pen) de marque Inkwell Systems (modèle 170C); une manette; un étau; un ensemble de dessins sur support informatique et un autre sur support papier; une pochette de plastique transparent protégeant certains dessins du second ensemble; un crayon de bois; une gomme à effacer; une série de feuilles-réponses; une planche à pince (pour maintenir les feuilles en place); un questionnaire intitulé «Après la tâche principale»; un questionnaire postexpérimental; et, finalement, un matériel divers utilisé soit lors de tâches intercalées dans l'exécution de la tâche principale¹, soit à la fin de la collecte des données. Suivent des précisions additionnelles sur certaines de ces diverses composantes. D'autres détails sont rapportés à l'Appendice A.

Les trois tables sont les tables dites «informatique», «papier» et «expérimentateur». Au centre de la première, une ouverture a été pratiquée pour y placer l'écran «sujet»

¹ Ici comme dans la suite du texte, l'expression «tâche principale» désigne le fait de tracer la position de la surface de l'eau ou d'une horizontale, ou d'évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale.

selon un angle de 28° par rapport au dessus de la table. Au centre de la table «papier», est fixé un lutrin formant un angle de 28° avec la surface de la table. Vis-à-vis le lutrin et sous la table, une planche forme un angle de 118° avec le dessous de la table, le rendant ainsi semblable à celui de la table «informatique».

Vis-à-vis la clé télégraphique de droite et celle de gauche est collé, sur la planche supportant les clés, un carton sur lequel sont inscrits, respectivement, le nombre «1» et le mot «Recommence».

Fixée à la table «informatique» au moyen de l'étau, la manette consiste en une tige sortant d'un boîtier et pivotant sur un axe situé à la base du boîtier.

Occupant respectivement un écran et une page, chaque dessin de l'ensemble sur support informatique et de celui sur support papier illustre une droite de 24 cm de long au-dessus de laquelle est placé un rectangle de 6,2 cm sur 9,6 cm. Le rectangle est perpendiculaire (0°) à la droite, un de ses petits côtés posé sur cette dernière, ou incliné selon un angle, le rectangle étant déplacé dans le sens des aiguilles d'une montre, de 35° , 45° , 55° , 90° , 125° , 135° , 215° , 225° , 305° , 315° et 325° (figure 1). Pour chacune de ces inclinaisons, à l'exception de celles à 55° et à 325° , des dessins supplémentaires sont constitués: à l'intérieur du rectangle, y est illustrée une ligne droite débutant et se terminant sur un de ses grands côtés et passant par le

centre de la surface délimitée par son contour intérieur (figure 2). Dans ces dessins supplémentaires, l'angle que forme la ligne par rapport à l'horizontale varie selon qu'elle se situe en-dessous (-20° et -10°) ou au-dessus (10° et 20°) de l'horizontale ou se confond avec elle (0°).

Les traits des dessins ont 0,1 cm d'épais, à l'exception de celui représentant un des petits côtés du rectangle qui a 0,6 cm. Dans les dessins sur support informatique, ils sont de couleur saumon et illustrés sur une surface bleue. Ces couleurs assurent un bon contraste tout en atténuant l'apparence dentelée des lignes obliques. Dans les dessins sur support papier, les traits sont de couleur noire et illustrés sur des feuilles blanches.

Compte tenu du degré de résolution de l'écran, une ligne horizontale et une ligne oblique s'y distinguent en ce que seule la première paraît avoir toujours une même pente nulle, la seconde, d'apparence dentelée, étant constituée d'une alternance de petits traits horizontaux et verticaux, et donc semblable à une série de marches d'escalier plus ou moins larges et hautes selon l'orientation de la ligne. Cette différence visuellement perceptible aurait pu indiquer au sujet qui doit produire un tracé comme à celui qui doit en évaluer un quand celui-ci est horizontal ou non. Afin de rendre identique la texture des tracés horizontaux ou obliques, dans le cas du premier sujet, un programme a été élaboré pour que la ligne

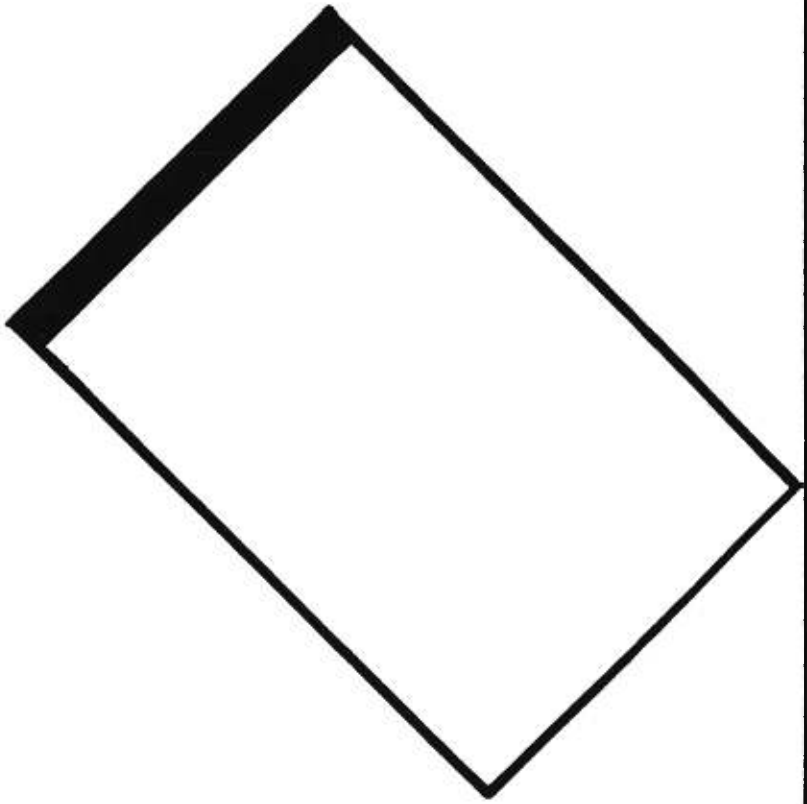


Figure 1. Exemple d'un dessin utilisé dans l'épreuve de production. Le «contenant» est ici incliné à 45° de la verticale.

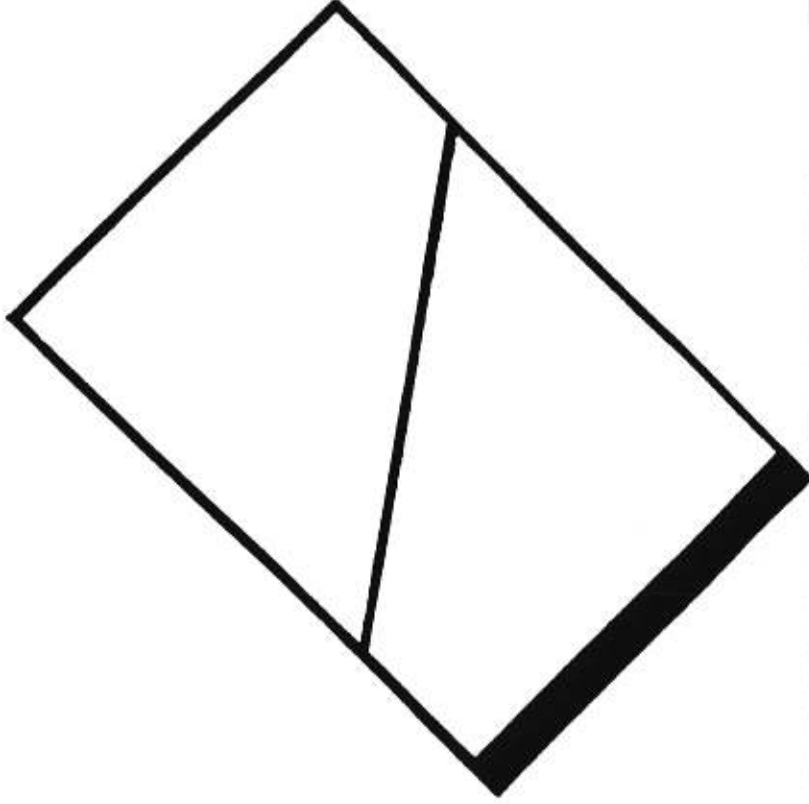


Figure 2. Exemple d'un dessin utilisé dans l'épreuve d'évaluation. Le «contenant» est ici incliné à 225° de la verticale et la ligne à l'intérieur du «contenant» est à -10° de l'horizontale.

qu'il trace soit toujours légèrement dentelée; dans le cas du second sujet, les tracés présentés ont été construits à partir du tracé d'une ligne oblique qui a ensuite été orientée dans l'angle voulu pour chaque «contenant».

Sur les huit feuilles-réponses sont respectivement indiqués les nombres 1 à 16, 17 à 32, 33 à 64, 65 à 96, 97 à 128, 129 à 160, 161 à 200 et 201 à 240.

Rapporté à l'Appendice A, le questionnaire «Après la tâche principale» est entre autres constitué d'une question ouverte visant à identifier quelle représentation a le sujet de la position que doit occuper la surface de l'eau dans un «contenant» incliné.

Rapporté au même appendice, le questionnaire postexpérimental vise à connaître l'âge du sujet, à établir s'il possède deux des caractéristiques nécessaires pour demeurer dans l'échantillon et à savoir s'il a des questions concernant l'expérience une fois celle-ci terminée.

Le matériel divers utilisé lors des tâches intercalées dans l'exécution de la tâche principale ou à la fin de la collecte des données consiste dans les figures réversibles Gain de temps (Shepard, 1992), Homme-fille (Fisher, 1967, stimulus 8) et Malle de magicien (Shepard, 1992), les items I et VIII du Hand Test (Wagner, 1969), une épreuve de complètement de mots, une de production de phrases, une d'encerclement de nombres, une d'évaluation et de

mémorisation de visages et la figure impossible Dilemme dorique (Shepard, 1992).

DÉROULEMENT

Participent donc à l'expérience les jeunes qui ne semblent pas déjà au courant de la teneur exacte de l'expérience et ont en main leurs lunettes s'ils en portent. Tel qu'indiqué au tableau 3, l'expérience nécessite huit groupes de filles et huit groupes de garçons. A l'intérieur de chaque sexe, quatre groupes travaillent sur support informatique. Un de ces groupes trace la position de la surface de l'eau (Informatique-Eau-Tracer ou In-E-Tr) dans le «contenant» et un autre évalue si une ligne placée dans le «contenant» représente cette position (Informatique-Eau-Évaluer ou In-E-Év). Le troisième groupe trace une horizontale (Informatique-Horizontale-Tracer ou In-H-Tr) et le quatrième évalue si une ligne représente une telle droite (Informatique-Horizontale-Évaluer ou In-H-Év). Les mêmes tâches sont respectivement exécutées sur support papier par quatre autres groupes (Papier-Eau-Tracer ou Pa-E-Tr, Papier-Eau-Évaluer ou Pa-E-Év, Papier-Horizontale-Tracer ou Pa-H-Tr et Papier-Horizontale-Évaluer ou Pa-H-Év).

A l'intérieur de chaque sexe, les sujets sont affectés au hasard aux différents groupes, en veillant toutefois à ce que le nombre d'individus d'un programme donné soit

approximativement le même d'un groupe à l'autre et d'un sexe à l'autre. Chaque groupe de filles et de garçons compte de 22 à 24 sujets. Le tableau 4 présente, pour chaque groupe travaillant sur support informatique, les pourcentages de filles et de garçons selon le programme d'études, ainsi que l'âge moyen des filles et des garçons. Le tableau 5 présente la même information en ce qui concerne chaque groupe travaillant sur support papier.

Chaque sujet est examiné individuellement dans une salle du collège. Cinq expérimentateurs, deux femmes et trois hommes, dont l'auteur, ont procédé à cet examen. Ils avaient une connaissance plus ou moins complète du but et des hypothèses de la recherche, mais tous ont adopté la discrétion professionnelle requise. Dans chaque groupe, pour la moitié des sujets d'un sexe donné, l'expérience se déroule avec un expérimentateur de sexe féminin, et pour l'autre moitié avec un de sexe masculin. Avant le début de l'expérience, le sujet est prévenu que celle-ci durera de 40 à 90 minutes et qu'il doit travailler avec sérieux et peut profiter des moments entre deux essais ou deux tâches pour, au besoin, poser des questions. Il exécute d'abord la tâche principale, puis est soumis à une tâche de diversion de nature perceptive et au questionnaire postexpérimental; enfin, la demande de non-divulgation lui est faite (voir l'Appendice A). Pendant la tâche principale, il doit également exécuter les tâches de diversion qui y sont

Tableau 5

Pour chaque groupe travaillant sur support papier, pourcentages de filles et de garçons selon le programme d'études, âge moyen des filles et des garçons, et écart type correspondant

Programme	Pa-E-Tr		Pa-E-Év		Pa-H-Tr		Pa-H-Év	
	F	G	F	G	F	G	F	G
Préuniversitaire	74	76	71	73	77	74	73	72
Cinéma	0	8	4	5	0	4	0	0
Lettres	4	5	8	0	9	4	9	0
Lettres et communication	13	8	8	5	14	9	9	9
Sciences administratives	17	21	26	32	18	31	23	27
Sciences humaines avec mathématiques	31	17	17	13	22	17	23	18
Sciences humaines sans mathématiques	9	17	8	18	14	9	9	18
Professionnel	26	24	29	27	23	26	27	28
Informatique	4	8	4	9	9	13	0	9
Soins infirmiers	13	8	8	0	0	0	9	5
Techniques administratives	9	8	17	13	14	13	13	14
Techniques de bureau	0	0	0	5	0	0	5	0
Age (ans)	M 17;7	17;8	M 17;3	17;9	M 17;5	17;8	M 17;6	17;7
	S 0;7	0;7	S 0;8	0;9	S 0;7	0;8	S 0;6	0;6

intercalées. Tout de suite après la tâche principale, les sujets traçant la position de la surface de l'eau ou évaluant si une ligne la représente sont de plus soumis au questionnaire intitulé «Après la tâche principale».

Tâche principale

Le déroulement de la tâche principale diffère selon que le sujet travaille sur support informatique ou papier et, pour chaque support, selon qu'il effectue la tâche d'horizontalité des liquides ou de l'horizontale et qu'il produit ou évalue un tracé. En rapport avec chacun des groupes en cause, l'Appendice A rapporte le détail des consignes transmises et du déroulement afférent.

Support informatique

Le sujet effectuant la tâche sur support informatique est assis à la table «informatique», face à l'écran «sujet». Sur la table, les clés télégraphiques sont placées à sa gauche ou à sa droite selon qu'il se dit droitier ou gaucher. Sur la table «expérimentateur», disposée perpendiculairement à la table «informatique» et à laquelle l'expérimentateur est assis, se trouvent l'ordinateur, le clavier et l'écran «expérimentateur». Grâce à cet écran présentant la même image que l'écran «sujet», l'expérimentateur observe à quels essais est soumis le sujet ainsi que les réponses de celui-ci. Située à une

extrémité de la table «expérimentateur», la colonne de réflecteurs est allumée. Cet éclairage est préféré à celui des néons du plafond dont l'image se réfléchit sur l'écran, ce qui diminue la visibilité des informations présentées.

Les étapes du déroulement sont les suivantes: le sujet se familiarise avec l'instrument au moyen duquel il devra répondre (le crayon lumineux, dans les groupes In-E-Tr et In-H-Tr; la manette, dans les groupes In-E-Év et In-H-Év); tout en voyant à l'écran un «contenant» à la verticale (0^0), le sujet est informé de sa tâche et de la fonction des clés; afin de se familiariser avec les messages qui apparaîtront à l'écran, de même qu'avec les clés, les dessins et l'instrument de réponse, il exécute des essais de pratique; il complète enfin les essais proprement dits, ceux-ci étant interrompus à six reprises par l'exécution d'une tâche de diversion. Le recours à ces tâches amusantes et distrayantes a pour double but d'éviter la fatigue et de minimiser les risques que le sujet ne transmette à de futurs participants des informations relatives à la tâche principale, laquelle, unique sans ces tâches, aurait été plus saillante.

Un essai correspond toujours à la présentation d'un seul «contenant». Dans les essais de pratique et les essais proprement dits, l'ensemble des angles d'inclinaison des «contenants» couvrent les différents quadrants. Dans les essais de pratique des groupes In-E-Tr et In-H-Tr, les

«contenants» sont présentés selon les angles 35° , 55° , 125° , 215° , 305° et 325° ; dans ceux des groupes In-E-Év et In-H-Év, les angles sont les mêmes, à l'exclusion de ceux de 55° et 325° . La présence de ces derniers dans les deux premiers groupes vise une meilleure familiarisation avec la manipulation du crayon lumineux.

Le sujet est prévenu qu'une même inclinaison peut être répétée. Il doit tenir la tête droite et bien en face de l'écran, et les deux pieds au sol; s'il croisait les jambes, il serait obligé de se déplacer, à cause du moniteur de l'écran «sujet» en partie sous la table, et ne ferait plus face à l'écran.

Le début des essais de pratique est indiqué à l'écran par le message suivant:

Les premiers essais sont des essais de pratique pour te familiariser avec la tâche. Lorsque tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et l'expérience débutera.

Après le dernier essai, l'expérimentateur dit:

Les essais de pratique sont maintenant terminés. Ça s'est bien passé? As-tu des questions?

Dans les essais proprement dits, les «contenants» sont présentés dans des angles différents (0° , 45° , 90° , 135° , 225° et 315°) des précédents et identiques dans tous les groupes. Les essais où le «contenant» est à 0° ou à 90° suivent ceux où il est incliné; autrement, ils pourraient favoriser la découverte du principe de l'horizontalité des liquides chez les groupes In-E-Tr et In-E-Év. Pour la même

raison, les essais où le «contenant» est à 0° suivent ceux où il est à 90° .

Au début des essais proprement dits, l'expérimentateur dit:

Lorsque tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et le premier dessin des essais proprement dits apparaîtra à l'écran.

Les essais proprement dits sont fractionnés en sept blocs, chacun, à l'exception du dernier, étant suivi d'une tâche de diversion (décrite plus bas). Après le dernier essai de chacun des six premiers blocs, le sujet est informé du début d'une tâche de diversion par le message suivant à l'écran:

Tourne-toi vers l'expérimentateur qui a maintenant une question à te poser.

L'expérimentateur informe le sujet de la fin d'une tâche de diversion en lui demandant de reprendre sa position face à l'écran. Afin que le temps de réponse au premier essai soit comparable à celui aux essais suivants, il s'assure, avant d'activer le programme et de présenter le message «Essai suivant?», que le sujet est bien face à l'écran, les deux pieds au sol et, dans les groupes In-E-Tr et In-H-Tr, qu'il a pris le crayon lumineux.

La consigne n'indique pas au sujet que le temps qu'il met à répondre est mesuré ou qu'il doit exécuter la tâche à un certain rythme.

Tâche d'horizontalité des liquides

Le dessin du «contenant» à la verticale présenté au début de la tâche d'horizontalité des liquides est décrit comme illustrant un pot contenant de l'eau, placé à la verticale sur une table et fermé d'un couvercle représenté par le trait large dans la partie supérieure.

Tracer la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr). Afin de se familiariser avec la manipulation du crayon lumineux et le décalage entre l'endroit où il touche la vitre de l'écran et celui où s'affiche le trait, le sujet s'emploie d'abord à relier des points numérotés formant le contour de quatre objets familiers (cornet: 19 points; automobile: 20; voilier, 15; et étoile: 6). Dans le but de favoriser en particulier sa familiarisation avec le décalage, pour les trois derniers objets, le sujet doit, arrivé à chaque point, soulever le crayon de l'écran, puis l'y reposer pour continuer son dessin. Le quatrième objet complété, si lui ou l'expérimentateur juge la familiarisation insuffisante, il est invité à relier d'autres points du dessin jusqu'à satisfaction des deux intéressés.

Lorsque le «contenant» à la verticale apparaît, le sujet est prévenu que des dessins semblables, mais illustrant des «contenants» vides et inclinés à des degrés divers sur une table, lui seront présentés et qu'il a à y «indiquer la position de la surface de l'eau» au moyen du

crayon lumineux. Il doit commencer et terminer son tracé sur un côté du «contenant».

Le sujet doit appuyer sur la clé «1» pour indiquer qu'il est satisfait de son tracé et en a donc terminé avec ce «contenant». Dès qu'il a abaissé la clé, le «contenant» disparaît de l'écran et le message «Essai suivant?» apparaît. Lorsqu'il appuie à nouveau sur la clé 1, il fait disparaître ce message et apparaître le «contenant» suivant. S'il désire reprendre un tracé et n'a pas encore appuyé sur la clé 1 pour signifier qu'il en a terminé avec ce «contenant», il doit appuyer sur la clé «Recommence». Un nouveau «contenant», identique au premier, lui est alors immédiatement présenté. Il n'y a pas de limite au nombre de reprises d'un tracé.

Le sujet exécute ensuite 6 essais de pratique. Pour une portion des sujets, soit 46% des filles et 14% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons des «contenants» est aléatoire et identique pour chaque sujet, soit 55° , 125° , 325° , 215° , 35° et 305° . Pour les autres sujets, examinés ultérieurement, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre¹.

¹ Publiés pendant la collecte des données, les résultats de Vasta et al. (1994) montrent que l'ordre de présentation des inclinaisons affecte la réussite à chaque inclinaison. Ils sont à l'origine de la modification de l'ordre de présentation des essais pour tous les participants subséquents. Cette modification a été faite pour les essais de pratique de tous les groupes et les essais proprement dits des groupes exécutant un tracé (groupes In-E-Tr, In-H-Tr, Pa-E-Tr et Pa-H-Tr) et évaluant

Le sujet est ensuite soumis à 30 essais proprement dits, groupés en 5 blocs de 4 essais suivis de 2 blocs de 5 essais. Dans les blocs 1 à 5, les «contenants» dans les inclinaisons de 45° , 135° , 225° et 315° sont présentés. Pour 63% des filles et 26% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons à l'intérieur de ces blocs est aléatoire et identique pour chaque sujet (voir le tableau 15 de l'Appendice A). Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre. Les blocs 6 et 7 présentent respectivement des «contenants» à 90° et à 0° .

Pendant tous les essais (y compris les essais de pratique), le sujet est interrompu dans l'exécution de son tracé s'il manifeste un des comportements suivants: retirer le crayon de l'écran avant d'avoir complété le tracé; revenir sur une partie du tracé déjà effectuée; ou faire un

l'orientation d'une ligne en travaillant sur support informatique (groupes In-E-Év et In-H-Év). Elle n'a pas été faite pour les essais proprement dits des groupes évaluant l'orientation d'une ligne sur support papier (groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év) à cause de la complexité qu'aurait alors comportée la collecte des données. En effet, la modification aurait exigé, pour chaque sujet, d'établir un ordre au hasard des essais où les «contenants» sont inclinés, de placer ces «contenants» dans l'ordre établi et de prendre cet ordre en note afin de pouvoir corriger les réponses. Si, à l'intérieur d'un groupe, les pourcentages de filles et de garçons diffèrent selon qu'ils appartiennent à la portion de sujets examinés avant ou après la modification, c'est qu'à cause des aléas du recrutement, il n'a pas toujours été possible de compléter au même rythme l'examen d'un même nombre de sujets féminins et masculins dans chaque groupe. Si, de plus, les pourcentages diffèrent selon qu'il s'agit des essais de pratique ou des essais proprement dits, c'est que la modification du programme informatique n'a pu se faire en même temps pour ces deux types d'essais.

tracé dépassant de 5 mm ou plus (distance estimée par l'expérimentateur) un bord du «contenant». Il doit alors recommencer son tracé. Aucun commentaire ne lui est fait s'il produit des tracés parallèles au fond du «contenant».

Évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év). Le déroulement est ici le même que dans le cas du groupe In-E-Tr, sauf pour les éléments suivants. Afin de déterminer avec quelle main il actionnera la manette et de se familiariser avec son maniement, le sujet la déplace d'abord vers l'avant et l'arrière à quelques reprises, jusqu'à ce que lui et l'expérimentateur évaluent la familiarisation suffisante. Le sujet doit garder la même main sur le boîtier de la manette tout au long de la tâche.

Après la description du «contenant» à la verticale, le sujet est informé que lui seront présentés des dessins semblables, mais illustrant des pots inclinés à des degrés divers sur une table, une ligne y représentant la surface de l'eau, et qu'il a à indiquer, au moyen de la manette, si, selon lui, «cette ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau». Selon la nature de son évaluation, le sujet doit déplacer la manette dans un sens ou dans l'autre. Ce sens est fixé au hasard et au préalable.

Dès que le sujet actionne la manette, le «contenant» disparaît de l'écran et le message «Prêt(e)?» apparaît. Une

fois prêt, le sujet doit appuyer de son autre main sur la clé 1 pour faire apparaître le prochain «contenant». L'intervalle de temps entre le moment où il actionne la clé 1 et celui où le «contenant» apparaît est variable. Le sujet ne peut revoir un dessin et corriger sa réponse une fois la manette actionnée et le dessin disparu de l'écran.

Quoique le numéro de l'essai en cours ne s'affiche pas à l'écran et ne soit, par conséquent, pas connu avec précision de l'expérimentateur, celui-ci feint de prendre en note la correction du sujet afin que ce dernier ait l'impression que ses corrections sont considérées et qu'il se trouve ainsi dans une situation identique à celle des sujets du groupe Pa-E-Év qui ne peuvent, eux non plus, revoir un dessin, mais peuvent corriger leur évaluation sur leur feuille.

Le sujet exécute ensuite 16 essais de pratique. Pour chaque inclinaison (35° , 125° , 215° et 305°), dans deux «contenants» la position de la surface de l'eau est indiquée par une ligne à 0° (ligne horizontale). Dans les deux autres «contenants», la ligne est à -20° et 10° , -10° et 20° , -10° et 10° , et -20° et 20° , selon l'ordre des inclinaisons.

Pour 52% des filles et 13% des garçons, l'ordre de présentation des «contenants» et des lignes à l'intérieur du «contenant» est aléatoire et identique pour chaque sujet; il est présenté au tableau 16 de l'Appendice A. Pour

les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre.

Le sujet est ensuite soumis à 240 essais proprement dits dans lesquels varient l'inclinaison du «contenant» et la position de la ligne à l'intérieur. Pour chaque inclinaison (0° , 45° , 90° , 135° , 225° et 315°), les positions de la ligne sont -20° , -10° , 0° , 10° ou 20° ; le nombre d'essais avec chaque position est, respectivement, de 5, 5, 20, 5 et 5.

Les essais sont groupés en 7 blocs; les 5 premiers comptent chacun 32 essais et les 2 derniers, 40. Dans les blocs 1 à 5, les «contenants» inclinés à 45° , 135° , 225° et 315° sont présentés; pour chaque inclinaison, le nombre d'essais avec une ligne à -20° , -10° , 0° , 10° et 20° est, respectivement, de 1, 1, 4, 1 et 1. Les «contenants» inclinés à 90° et à 0° sont présentés respectivement aux blocs 6 et 7; dans chaque bloc, le nombre de «contenants» où la ligne est à -20° , -10° , 0° , 10° et 20° est, respectivement, de 5, 5, 20, 5 et 5.

Pour 65% des filles et 39% des garçons, l'ordre de présentation, d'une part, des inclinaisons et des positions de lignes dans chacun des blocs 1 à 5 et, d'autre part, des positions de lignes dans chacun des blocs 6 et 7 est aléatoire et identique pour tous les sujets (voir le tableau 17 de l'Appendice A). Pour les autres sujets, cet ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre.

Tâche de l'horizontale

Le dessin du «contenant» à la verticale présenté au début de la tâche de l'horizontale est décrit comme illustrant un rectangle placé à la verticale sur une table, à l'intérieur duquel une horizontale est tracée et dont un des côtés se distingue des autres par sa plus grande épaisseur.

Tracer une horizontale (groupe In-H-Tr). Le déroulement est ici le même que dans le cas du groupe In-E-Tr, sauf pour les éléments suivants. Après la description du «contenant» à la verticale, le sujet est informé que des dessins semblables, mais illustrant des rectangles vides et inclinés à des degrés divers sur une table, lui seront présentés et que sa tâche consiste à y «tracer une ligne horizontale» à l'aide du crayon lumineux.

Aux essais de pratique, pour 42% des filles et 14% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons est le même que celui adopté pour certains sujets du groupe In-E-Tr, soit 55° , 125° , 325° , 215° , 35° et 305° . Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre. Si le sujet produit des tracés parallèles au fond du rectangle, les essais sont interrompus et l'expérimentateur lui rappelle qu'il ne doit pas reproduire le dessin présenté au début, mais tracer une horizontale malgré que le rectangle soit incliné.

Dans les essais proprement dits, l'ordre de

présentation des inclinaisons à l'intérieur des blocs 1 à 5 pour 58% des filles et 50% des garçons est rapporté au tableau 15 de l'Appendice A. Pour les autres sujets, cet ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre.

Évaluer si une ligne représente la position d'une horizontale (groupe In-H-Év). Le déroulement est ici le même que dans le cas du groupe In-E-Év, sauf pour les éléments suivants. Après la description du «contenant» à la verticale, le sujet est prévenu que des dessins semblables, mais illustrant des rectangles vides et inclinés à des degrés divers sur une table, lui seront présentés et qu'il a à indiquer, au moyen de la manette, si, selon lui, la «ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale».

Aux essais de pratique, pour 39% des filles et 18% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons et des positions de lignes adopté est indiqué au tableau 16 de l'Appendice A. Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre. Si, dans les neuf premiers essais, le sujet juge non horizontale la ligne à 0° à l'intérieur des rectangles, les essais sont interrompus et l'expérimentateur lui rappelle qu'il doit indiquer si la ligne est horizontale malgré que le rectangle soit incliné.

Dans les essais proprement dits, pour 65% des filles et 36% des garçons, l'ordre de présentation, d'une part, des inclinaisons et des positions de lignes dans chacun des

blocs 1 à 5 et, d'autre part, des positions de lignes dans chacun des blocs 6 et 7 est aléatoire et identique pour tous les sujets (voir le tableau 17 de l'Appendice A). Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre.

Support papier

Mis à part les étapes reliées au support sur lequel la tâche est exécutée, le déroulement de l'expérience pour les différents groupes travaillant sur le support papier est identique à celui pour les groupes correspondants travaillant sur le support informatique. Seuls les éléments particuliers que commande le support papier sont maintenant rapportés.

Sujet et expérimentateur sont assis de part et d'autre de la table «papier», le premier face au lutrin, le second devant lui pour faciliter le dépôt et le retrait des dessins sur le lutrin. L'éclairage est assuré par les néons du plafond. Un dessin du «contenant» à la verticale est posé sur le lutrin au moment où le sujet est informé de ce qu'il a à faire. L'expérimentateur indique explicitement le début et la fin des essais de pratique et des essais proprement dits. Le sujet est informé du début d'une tâche de diversion lorsque l'expérimentateur interrompt la tâche principale et lit les consignes de la nouvelle tâche. Ce dernier signale la fin d'une telle tâche en indiquant avoir

encore des dessins à présenter.

Tâche d'horizontalité des liquides

Comme sur support informatique, un groupe doit ici tracer la position de la surface de l'eau, et un autre évaluer si une ligne la représente.

Tracer la position de la surface de l'eau (groupe Pa-E-Tr). Le sujet doit tracer la position de la surface de l'eau au moyen du crayon de bois. Accoudé à la table, il se trouve ainsi à la même distance du lutrin que l'est de l'écran le participant travaillant sur support informatique. Une fois qu'il a fait savoir qu'il est satisfait de son tracé et en a donc terminé avec ce «contenant», le dessin est retiré du lutrin. Le sujet ayant indiqué être prêt à voir le dessin suivant, l'expérimentateur pose alors celui-ci sur le lutrin. La gomme à effacer peut être utilisée pour reprendre un tracé.

Aux essais de pratique, pour 43% des filles et 25% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons est le même que celui adopté pour certains sujets du groupe In-E-Tr, soit 55° , 125° , 325° , 215° , 35° et 305° . Pour un autre 39% des filles et un autre 63% des garçons, l'ordre est le même que celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-E-Tr. Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre, mais n'est pas identique à celui adopté avec les sujets correspondants dans le groupe

In-E-Tr¹. Dans les essais proprement dits, l'ordre de présentation des inclinaisons à l'intérieur des blocs 1 à 5 est, pour tous les sujets, celui indiqué au tableau 15 de l'Appendice A.

Pendant tout essai, le sujet est prévenu d'essayer de s'en abstenir dorénavant s'il manifeste, en plus de l'un ou l'autre des deux derniers comportements en cause dans les groupes travaillant sur support informatique, un des comportements suivants: déplacer la feuille sur le lutrin et retirer le crayon de la feuille avant d'avoir complété le tracé.

Évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau (groupe Pa-E-Év). Au début des essais de pratique et de chaque bloc d'essais proprement dits, l'expérimentateur fixe sur la planche à pince une des feuilles-réponses et la remet au sujet qui la place devant lui afin, comme dans le groupe In-E-Év, de faire face au dessin. De plus, le sujet appuie la planche sur la table pour que la distance qui le sépare du lutrin soit

¹ Dans le cas des sujets examinés à la suite de la publication des résultats de Vasta et al. (1994), l'ordinateur établissait un ordre au hasard des essais. Dans le but d'uniformiser le plus possible l'ordre des essais d'un support à l'autre, l'ordre établi par l'ordinateur pour un sujet du groupe In-E-Tr était pris en note et repris avec un sujet du groupe Pa-E-Tr. Pour ce faire, il fallait que celui-ci ne participât à l'expérience qu'après le premier. Il est cependant arrivé que des sujets du groupe Pa-E-Tr aient participé avant les sujets correspondants du groupe In-E-Tr. C'est de ces sujets dont il est question ici, de même que dans la suite du chapitre.

approximativement la même que celle entre le participant et l'écran dans le groupe In-E-Év.

Le sujet indique qu'il est prêt à voir le dessin suivant; l'expérimentateur dépose celui-ci sur le lutrin après avoir retiré le dessin précédent. Sur la feuille-réponse, vis-à-vis le numéro de l'essai, le sujet écrit, à l'aide d'un crayon, la lettre O pour «Oui», s'il considère que la ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau, et la lettre N pour «Non» dans le cas contraire. S'il veut changer sa réponse, il doit écrire sa nouvelle réponse à côté de l'ancienne¹. Il ne peut revoir un dessin une fois celui-ci retiré du lutrin.

Aux essais de pratique, pour 46% des filles et 14% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons est celui indiqué au tableau 16 de l'Appendice A. Pour un autre 38% des filles et un autre 64% des garçons, l'ordre est le même que celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-E-Év. Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre, mais n'est pas identique à

¹ Il a été jugé préférable de demander au sujet de ne pas effacer sa première réponse, afin de procéder éventuellement à une comparaison des premières réponses en fonction du support. Les présentes données auraient en effet correspondu à celles des sujets qui, travaillant sur support informatique, ne pouvaient corriger leur réponse. Cette analyse s'est toutefois avérée superflue du fait que seule une infime portion (0,21%) de l'ensemble des réponses dans les groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év correspondait à de telles corrections.

celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-E-Év.

Dans les essais proprement dits, pour tous les sujets, l'ordre de présentation, d'une part, des inclinaisons et des positions de lignes dans chacun des blocs 1 à 5 et, d'autre part, des positions de lignes dans chacun des blocs 6 et 7 est celui indiqué au tableau 17 de l'Appendice A.

Tâche de l'horizontale

Comme sur support informatique, un groupe doit ici tracer une horizontale, et un autre évaluer si une ligne représente une telle droite.

Tracer une horizontale (groupe Pa-H-Tr). Le déroulement pour le groupe Pa-H-Tr est le même que celui rapporté pour le groupe Pa-E-Tr, sauf que le sujet doit ici tracer une horizontale.

Aux essais de pratique, pour 45% des filles et 17% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons est le même que celui adopté pour certains sujets du groupe In-E-Tr, soit 55° , 125° , 325° , 215° , 35° et 305° . Pour un autre 41% des filles et un autre 61% des garçons, l'ordre est le même que pour les sujets correspondants dans le groupe In-H-Tr. Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre, mais n'est pas identique à celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-H-Tr.

Dans les essais proprement dits, l'ordre de

présentation des inclinaisons à l'intérieur des blocs 1 à 5 est, pour tous les sujets, celui indiqué au tableau 15 de l'Appendice A.

Évaluer si une ligne représente la position d'une horizontale (groupe Pa-H-Év). Le déroulement pour le groupe Pa-H-Év est le même que celui rapporté pour le groupe Pa-E-Év, sauf que le sujet doit ici évaluer si la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale.

Aux essais de pratique, pour 52% des filles et 23% des garçons, l'ordre de présentation des inclinaisons et des positions de lignes est celui indiqué au tableau 16 de l'Appendice A. Pour un autre 43% des filles et un autre 64% des garçons, l'ordre est le même que celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-H-Év. Pour les autres sujets, l'ordre est aléatoire et diffère d'un sujet à l'autre, mais n'est pas identique à celui pour les sujets correspondants dans le groupe In-H-Év.

Si, dans les essais de pratique, le sujet juge non horizontale la ligne à 0° à l'intérieur des rectangles, l'expérimentateur donne la même consigne que celle transmise dans le même cas après le neuvième essai au groupe In-H-Év. Cependant, ce n'est qu'au terme des 16 essais de pratique qu'il le fait parce qu'il ne voit pas les réponses du sujet et qu'il a été jugé préférable de ne pas interrompre celui-ci.

Dans les essais proprement dits, pour tous les sujets,

l'ordre de présentation, d'une part, des inclinaisons et des positions de lignes dans chacun des blocs 1 à 5 et, d'autre part, des positions de lignes dans chacun des blocs 6 et 7 est celui indiqué au tableau 17 de l'Appendice A.

Questionnaire «après la tâche principale»

S'il a exécuté la tâche d'horizontalité des liquides, le sujet répond ensuite au questionnaire «Après la tâche principale», qui lui demande d'abord de décrire comment se positionne la surface de l'eau dans un «contenant» incliné. Deux questions subséquentes dégagent des renseignements complémentaires en rapport avec la représentation que décrit le sujet.

Dans les groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, si, pendant la tâche, le sujet a exécuté des tracés parallèles au fond du «contenant», l'expérimentateur vérifie minutieusement, au moyen de questions supplémentaires inspirées de la réponse du sujet, si ce dernier connaît le principe de l'horizontalité des liquides mais pourrait avoir mal interprété les consignes. Le cas échéant, le sujet aurait été remplacé par un autre. Cependant, aucun cas de ce type ne s'est présenté.

Tâches de diversion

Le sujet est soumis à sept tâches de diversion, dont six sont intercalées dans les essais proprement dits de la

tâche principale. La septième est effectuée à la fin de la collecte des données, juste avant la passation du questionnaire postexpérimental.

Les critères suivants ont présidé au choix de ces tâches: elles sont susceptibles d'intéresser le sujet; chacune se réalise en moins de cinq minutes; dans le cas de celles intercalées dans les essais proprement dits de la tâche principale, elles ne font pas appel aux opérations mentales sollicitées dans cette tâche et ne sont ni de nature spatiale ni difficiles à réussir.

Le déroulement détaillé et les consignes propres à chaque tâche sont rapportés à l'Appendice A. Face à l'expérimentateur, le sujet les exécute sur la table «expérimentateur» s'il est dans un groupe réalisant la tâche principale sur support informatique, ou sur le lutrin ou à côté, selon la tâche, s'il est dans un groupe le faisant sur support papier.

L'ordre des six tâches de diversion intercalées est le même pour tous les sujets. Dans la tâche des figures réversibles, le sujet nomme ce que peut représenter chacune des figures réversibles Gain de temps (Shepard, 1992) et Homme-fille (Fisher, 1967). Dans la tâche des mains, il doit identifier ce que semble faire la main dans les items I et VIII du Hand Test (Wagner, 1969). Dans la tâche de complètement de mots, pour chacun de huit ensembles de trois lettres, il doit trouver un mot commençant par ces

lettres. Dans la tâche de production de phrases, il compose une phrase de quatre mots commençant par une lettre donnée. Dans la tâche d'encerclement de nombres, il a une minute pour encercler, dans l'ordre, les nombres 1 à 40 placés en désordre sur une feuille. Dans la tâche d'évaluation et de mémorisation de visages, le sujet voit cinq photographies de visage de personnes différentes qu'il doit placer en ordre selon son estimé de l'âge de chaque personne; une fois cet ordre établi, l'expérimentateur en prend note, replace les photographies dans un ordre aléatoire et invite le sujet à les placer dans l'ordre dans lequel elles lui ont été présentées au début.

Dans la septième tâche, la figure impossible Dilemme dorique (Shepard, 1992) et la figure réversible Malle de magicien (Shepard, 1992) sont successivement présentées au sujet qui doit identifier, dans la première, l'élément qui en fait une figure impossible, et, dans la seconde, les deux formes représentées.

Questionnaire postexpérimental et demande de non-divulgateion

Le sujet répond au questionnaire postexpérimental, puis l'expérimentateur demande de ne rien divulguer sur sa participation à l'expérience, le remercie de sa participation et lui remet la somme d'argent à laquelle il

a droit. Les consignes alors transmises sont rapportées à l'Appendice A.

Chapitre III
Analyse des résultats

Le présent chapitre expose, en première partie, la manière dont les données brutes ont été compilées et, en seconde partie, les analyses effectuées et les résultats obtenus. L'expression «contenant» incliné» y désigne un «contenant» à 45° , 135° , 225° ou 315° ; les expressions «contenant» à l'horizontale» et «contenant» à la verticale» renvoient respectivement à des «contenants» à 90° et à 0° .

Il a été jugé préférable de ne pas fusionner les données respectivement obtenues pour les «contenants» inclinés et ceux à 0° et 90° , ces derniers angles ne devant pas, pour des adolescents, poser un aussi grand problème que les autres sur le plan du traitement visuo-spatial et conceptuel requis et pouvant, de ce fait, être considérés comme des angles de contrôle. Toutefois, les données respectivement obtenues à 0° et à 90° n'ont pas été fusionnées. En effet, les «contenants» présentés à 0° conservent leur position initiale; par contre, tout en n'étant pas à l'oblique, ceux à 90° ne sont pas dans leur position initiale et ont donc paru pouvoir poser une difficulté de traitement absente dans le cas des «contenants» à 0° .

MÉTHODES DE COMPILATION

Sont ici présentées les méthodes respectives de compilation des données relatives à l'exactitude de la

réponse, au temps de réponse et à la connaissance du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides.

Exactitude de la réponse

La réussite dans l'épreuve consistant à exécuter un tracé est d'abord considérée, puis l'est celle dans l'épreuve requérant d'évaluer la justesse de l'orientation d'une ligne.

Épreuve de production (groupes Pa-E-Tr, Pa-H-Tr, In-E-Tr et In-H-Tr)

Dans l'épreuve de production, a été considéré réussi tout tracé se situant en-deçà de $5,5^{\circ}$ (en valeur absolue) de l'horizontale¹. Qu'il s'agisse de la surface de l'eau dans le groupe Pa-E-Tr ou de l'horizontale dans le groupe Pa-H-Tr, la position du tracé est établie selon la procédure suivante. Est calculé l'angle formé entre, d'une part, la droite reliant les deux endroits où le tracé croise un bord du «contenant» et, d'autre part, l'horizontale passant par le point où le tracé croise le bord gauche du «contenant».

Dans les groupes In-E-Tr et In-H-Tr, l'ordinateur

¹ Compte tenu de la précision que permettait le rapporteur utilisé et de la pratique répandue de considérer comme appartenant à une unité la partie inférieure de l'intervalle la séparant de l'unité suivante, les tracés pour lesquels l'écart, par rapport à l'horizontale, se situait entre 5° et $5,4^{\circ}$ inclusivement ont été considérés comme réussis.

étant programmé pour identifier le début et la fin d'un tracé, il établit la position de celui-ci en calculant, sur l'écran, l'angle formé, d'une part, par l'horizontale et, d'autre part, la droite reliant le premier point où le sujet dépose le crayon lumineux et le dernier où il le laisse. De fait, sauf dans quelques cas dont il sera question plus bas, ces premier et dernier points correspondent respectivement au début et à la fin du tracé. Ceci est vraisemblablement dû au fait que les consignes enjoignaient le sujet de commencer et de terminer son tracé sur les bords du «contenant» et que l'expérimentateur lui demandait de recommencer ce tracé aussitôt qu'une de ses extrémités dépassait un bord de 5 mm.

Dans ces derniers deux groupes, le calcul de l'ordinateur a, dans un premier temps, été vérifié dans 100 essais, choisis au hasard parmi l'ensemble des essais de pratique et des essais proprement dits de tous les sujets. L'angle a alors été calculé directement sur l'écran par une juge (assistante technique) utilisant la procédure appliquée dans les groupes Pa-E-Tr et Pa-H-Tr. Cette juge ignorait les objectifs de la recherche et les valeurs d'angle calculées par l'ordinateur, ainsi que le sexe des sujets et leurs performances aux autres essais. Les différences entre les angles ainsi calculés et ceux calculés par l'ordinateur n'ont pas dépassé 2° en valeur absolue (les nombres d'essais où la différence était de 0° ,

0,5°, 1°, 1,5° et 2° sont respectivement 47, 7, 30, 5 et 11). Compte tenu que ces différences sont faibles et avoisinent vraisemblablement l'erreur de mesure résultant de la difficulté de mesurer un angle en plaçant un rapporteur sur une surface légèrement convexe, le calcul de l'ordinateur pour les essais où il y avait une différence n'a pas été corrigé.

Dans un second temps, l'auteur a vérifié ce calcul par un examen visuel de chaque tracé. Pour les tracés où il semblait y avoir non-concordance entre le produit de cet examen et le calcul de l'ordinateur, il a effectué le calcul de l'angle directement sur l'écran. Sur un total de 2760 tracés possibles (5 essais x 6 angles x 92 sujets), seuls 72 (3%) ont donné lieu à une telle non-concordance. Pour ces derniers tracés, l'angle calculé par l'ordinateur a été remplacé par celui calculé sur l'écran. Pour 59 des 72 tracés, la non-concordance est due au fait que le premier point où le sujet dépose le crayon lumineux sur l'écran, ou le dernier où il le laisse, n'est pas aligné avec le tracé. Ce non-alignement peut avoir différentes causes: le sujet dépose le crayon sur l'écran avant que le «contenant» n'y apparaisse; il reprend le début de son tracé plutôt que d'appuyer sur la clé «recommence»; par mégarde, il dépose le crayon sur l'écran avant de commencer son tracé ou après l'avoir complété; au début ou à la fin et sur une courte distance (2 à 3 mm), il n'aligne pas une

portion du tracé avec la suite (probablement à cause d'une difficulté à manipuler le crayon).

Pour les 13 tracés restants, la cause de la non-concordance n'est pas connue. Cependant, il faut souligner que le tracé est toujours de couleur identique à celle des bords du contenant. Dans certains cas, il est possible que le premier point où le sujet dépose le crayon sur l'écran, ou le dernier où il le laisse, ne soit pas aligné avec le tracé, mais que, se trouvant sur le bord du «contenant», ce point ne soit pas visible. Dans d'autres cas, particulièrement ceux où le tracé atteint le bord plus épais (le couvercle, pour les groupes Pa-E-Tr et In-E-Tr) du «contenant», le sujet peut avoir dévié de son tracé sans que cela soit visible. Pour 9 des tracés restants, la différence (en valeur absolue) entre l'angle calculé par l'ordinateur et celui calculé sur l'écran ne dépasse pas 3° ; pour les 4 autres, elle est respectivement de 10° , 28° , 64° et 70° .

Par ailleurs, sur un total de 5520 essais (5 essais x 6 angles x 184 sujets), a été écartée la mesure d'exactitude enregistrée dans 20 essais (0,4%) seulement, tous effectués sur support informatique. Treize d'entre eux ont été complétés par les sujets 36 et 41 qui, dans respectivement 4 et 9 essais de la tâche d'horizontalité des liquides, exécutent un tracé jugé courbe. La forme des 2790 tracés (5 essais x 6 angles x 93 sujets) produits dans

cette tâche, la seule¹ où il a été décidé qu'un sujet pouvait opter pour un tracé courbe, a en effet été vérifiée: pas plus de 13 (0,5%) d'entre eux présentent une telle forme, laquelle a été établie de la manière suivante. Chacun des 36 tracés s'éloignant en un point quelconque de 3,5 mm² ou plus de la droite reliant les deux points où le tracé croise un bord du contenant a été soumis à trois juges (soit la directrice de la recherche et deux étudiantes au doctorat en psychologie) indépendantes, connaissant les objectifs de la recherche mais ignorant le sexe des sujets et leurs performances aux autres essais. Familières avec la procédure pour mesurer l'exactitude des tracés, ces juges devaient indiquer, à chaque tracé, si son application «donnerait ou ne donnerait pas une bonne représentation de la performance réelle du sujet». Dès que deux juges répondaient par la négative, le tracé était considéré courbe³.

¹ Un sujet pourrait en effet vouloir représenter la surface de l'eau par une ligne courbe plutôt que par une droite. Bien qu'il soit peu plausible qu'un sujet veuille illustrer une horizontale par une courbe, il pourrait le faire par manque de contrôle moteur. Cette éventualité est toutefois peu probable étant donné que les sujets ne sont ni de jeunes enfants, ni des gens très âgés, et que des pauses ont été prévues pour obvier à la fatigue.

² Le choix de ce critère s'inspire de l'utilisation du critère de 2 mm dans une recherche antérieure (St-Onge, 1991) où les contenants étaient plus petits.

³ Les tracés considérés courbes s'écartent en fait de 5 à 26 mm de la droite reliant les deux points où le tracé croise un bord du contenant. Le fait que l'écart minimal réel soit de 5 mm permet de penser que le critère de 3,5 mm

Des 7 autres mesures d'exactitude écartées, 4 sont respectivement le fait de quatre sujets qui, lors d'un essai, appuient, par mégarde, chacun deux fois plutôt qu'une sur la clé 1, faisant apparaître et disparaître immédiatement le dessin à l'écran. Deux sont respectivement le fait de deux sujets produisant un tracé incomplet: ils commencent leur tracé, puis veulent le recommencer, mais appuient sur la clé 1 plutôt que sur la clé «recommence». Enfin, la dernière mesure écartée est celle d'un sujet qui exécute un tracé parallèle à la base du «contenant» au quatrième essai à l'angle de 90^0 . Ce sujet semble avoir commis là une erreur d'inattention puisqu'il n'a fait aucune erreur ni aux quatre autres essais avec le même angle, ni aux cinq essais à l'angle de 0^0 , et que ses tracés dans les «contenants» inclinés ne s'approchent pas d'un tracé parallèle à la base du «contenant».

Pour chaque sujet et chaque position (inclinée, à l'horizontale et à la verticale) du «contenant», la proportion d'essais réussis est calculée.

Épreuve d'évaluation (groupes Pa-E-Év, Pa-H-Év,
In-E-Év et In-H-Év)

Dans les groupes Pa-E-Év, Pa-H-Év, In-E-Év et In-H-Év, un essai est réussi dans chacun des deux cas suivants: la

n'a pas conduit à considérer droits des tracés qui auraient été déclarés courbes s'ils avaient été soumis aux juges.

ligne à l'intérieur du «contenant» étant horizontale, le sujet juge qu'elle représente bien la position de la surface de l'eau (groupes Pa-E-Év et In-E-Év) ou est horizontale (groupes Pa-H-Év et In-H-Év); cette ligne étant inclinée, il juge qu'elle ne représente pas bien la position de la surface de l'eau (groupes Pa-E-Év et In-E-Év) ou n'est pas horizontale (groupes Pa-H-Év et In-H-Év).

Les données d'une fille du groupe Pa-H-Év ont été écartées de l'analyse, car celle-ci semblait considérer qu'elle devait évaluer si la ligne représentait la position de la surface de l'eau¹. Ainsi, à l'intérieur de la distribution de la proportion d'essais ratés dans les groupes évaluant si une ligne est horizontale (groupes Pa-H-Év et In-H-Év), sa proportion (.24) est aberrante. De plus, le patron de ses erreurs est différent de celui de la majorité des 10 autres sujets qui ratent aussi un nombre aberrant d'essais. En effet, pour 8 de ces sujets, plus de 92% des essais ratés le sont pour une ligne à 0° à l'intérieur du contenant, alors qu'il ne s'agit que de 50% dans son cas. La proportion d'essais qu'elle rate est également presque le double de celle (.13) chez le sujet la précédant dans la distribution.

Pour chaque sujet et chaque position (inclinée, à

¹ En effet, dans le questionnaire «Après la tâche principale», elle mentionne «[mentalement] je remettais le verre droit....si on dit que c'est un verre d'eau, alors il faut que les lignes et le fond du verre soient horizontaux».

l'horizontale et à la verticale) du «contenant», le calcul de la proportion d'essais réussis est d'abord effectué pour l'ensemble des essais, sans égard à la position de la ligne à l'intérieur du «contenant», puis, séparément, pour les essais comportant chaque position de la ligne (-20° , -10° , 0° , 10° et 20° par rapport à l'horizontale).

Temps de réponse

Les informations relatives aux temps de réponse enregistrés dans l'épreuve exigeant l'exécution d'un tracé précèdent celles concernant les temps dans l'épreuve où la justesse de l'orientation d'une ligne est évaluée. Dans chaque épreuve, les temps ont été transformés en leur logarithme népérien afin de normaliser les distributions.

Épreuve de production (groupes In-E-Tr et In-H-Tr)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et In-H-Tr et chacun des temps de réflexion, de traçage et de vérification, le temps médian (en ms) des essais à chaque angle est calculé. Dans le cas de la mesure de temps de réponse, il est en effet préférable d'utiliser le temps médian plutôt que le temps moyen, compte tenu de l'asymétrie de la distribution (Jensen, 1985). La moyenne des temps médians des «contenants» en position inclinée est ensuite calculée.

Sur un total de 8280 données de temps possibles (3

types de temps x 5 essais x 6 angles x 92 sujets), seules 83 (1,0%) sont manquantes. Trente-neuf de ces données manquantes consistent dans les temps de réflexion, de traçage et de vérification des sujets 36 et 41 qui ont exécuté un tracé courbe dans respectivement 4 et 9 essais.

Vingt-trois autres données manquent parce que, pour respectivement 3, 4 et un essai, trois sujets ont un temps de réflexion de 0 ms. Il se peut qu'ils aient déposé le crayon sur l'écran avant l'apparition du «contenant». Pour ces essais, leur temps de réflexion a donc été considéré manquant, de même que le temps de traçage qui incluait probablement un temps accordé à la réflexion; la justesse de cette décision repose sur le fait que le temps de traçage à l'essai où le sujet avait un temps de réflexion nul était toujours supérieur à ceux dans ses autres essais au même angle. Pour parer à la possibilité que l'explication apportée à la présence de temps de réflexion nuls ne soit pas juste et que le facteur réellement en cause ait pu aussi influencer le temps de vérification, ce dernier temps à un essai donné n'a été conservé que si, pour le sujet et l'angle concernés, il existait aux autres essais un temps de vérification plus élevé, ce qui fut toujours le cas sauf pour un essai chez un sujet.

Douze des données manquantes proviennent des quatre sujets qui, à un essai, appuient deux fois plutôt qu'une sur la clé 1. Six autres sont issues des deux sujets qui,

voulant recommencer un essai, appuient sur la clé 1 plutôt que sur la clé «recommence». Enfin, les trois dernières sont celles du sujet qui, probablement par inattention, fait un tracé parallèle à la base du «contenant» au quatrième essai à l'angle de 90^0 .

Épreuve d'évaluation (groupes In-E-Év et In-H-Év)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Év et In-H-Év, chaque angle d'inclinaison du «contenant» et chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant», le temps (ms) médian d'évaluation est calculé. Pour chaque angle, le sont ensuite la moyenne des temps médians obtenus pour l'ensemble des positions de la ligne, puis, pour les «contenants» en position inclinée, la moyenne de ces temps moyens médians.

Sur un total de 21 840 données de temps possibles (1 temps x 40 essais x 6 angles x 91 sujets), aucune donnée n'est manquante.

Connaissance du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides

Dans les groupes Pa-E-Tr, Pa-E-Év, In-E-Tr et In-E-Év, les réponses à la version A du questionnaire «Après la tâche principale» ont été soumises à deux juges (une étudiante au baccalauréat en psychologie et l'auteur) évaluant de manière indépendante si chaque sujet

connaissait ou non le principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides. La liste des types de réponses attestant respectivement l'ignorance et la connaissance de ce principe est rapportée à l'Appendice B.

Correspondant à la proportion de réponses pour lesquelles, avant discussion, des évaluations identiques sont fournies, le taux d'accord interjuges est de .90. Les juges ont discuté des 19 réponses pour lesquelles leurs évaluations différaient; les 6 réponses sur lesquelles ils ne sont pas parvenus à s'entendre ont été soumises à une troisième juge (directrice de la recherche) dont l'avis a primé à cause de sa grande familiarité avec l'analyse des performances à l'épreuve en question. Tous les juges connaissaient les objectifs de la recherche, mais ignoraient le sexe du sujet et les autres données le concernant (exactitude, temps de réponse, etc.).

Ce n'est que chez 6 (3%) des 185 sujets concernés que la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides n'a pu être évaluée. Cinq d'entre eux font à la fois des affirmations suggérant qu'ils connaissent ce principe et d'autres suggérant le contraire. Quant au sixième sujet, sa réponse est impossible à classifier («L'eau forme un triangle dans le pot»).

RÉSULTATS

A l'exception de celles relatives à la variable

définie par la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides, qui sont soumises au test du chi carré, les données sont traitées à l'aide d'analyses de la variance (anovas: largement répandu, l'acronyme anglais est ici utilisé par commodité), d'analyses multivariées (manovas), d'analyses de la covariance (ancovas), de tests Tukey A, de tests t ou de tests sur une proportion. Pour chaque anova ou ancova, la distribution des résidus est examinée. Lorsque certains résidus sont jugés aberrants, parce que, selon le critère de Tukey (1977: voir Bertrand, 1986), ils s'éloignent d'un quartile d'une distance équivalant à plus d'une fois et demie la distance interquartiles, l'analyse est reprise sans les sujets concernés. Si les résultats s'en trouvent modifiés, les conclusions sont tirées de ces derniers résultats. Le seuil de signification est fixé à .05 et celui adopté pour conclure à une tendance l'est à .06. Toutefois, dans le cas des tests t appliqués selon le procédé de Bonferroni, le seuil de signification est établi à .005, et celui pour une tendance l'est à .006. Enfin, le pourcentage de variation est calculé au moyen de la statistique R^2 .

La première analyse présentée est celle concernant la connaissance de l'invariance de l'horizontalité des liquides puisqu'y font ensuite référence les analyses sur

l'exactitude de la réponse et le temps de réponse¹.

Connaissance du principe de l'invariance
de l'horizontalité des liquides

Est rapporté à l'Appendice C le fait que le principe de l'horizontalité des liquides est connu ou non de chaque sujet des groupes exécutant la tâche d'horizontalité des liquides, soit les groupes In-E-Tr (tableau 18), In-E-Év (tableau 19), Pa-E-Tr (tableau 18) et Pa-E-Év (tableau 19)². Le tableau 6 présente les proportions respectives de filles et de garçons connaissant ce principe dans chaque groupe et dans l'ensemble de ces groupes.

L'application du test du chi carré aux fréquences dont sont issues les proportions rapportées au tableau 6 permet d'affirmer que, pour l'ensemble des groupes, la connaissance du principe d'horizontalité des liquides est plus fréquente chez les garçons que chez les filles ($\chi^2 = 8,18$, $dl = 1$, $N = 179$). Appliqué à chaque groupe, le test

¹ Quant à l'exactitude de la réponse et au temps de réponse, l'équivalence des deux sous-groupes de sujets, à l'intérieur de chaque groupe, pour lesquels l'ordre de présentation des inclinaisons des «contenants» a varié n'a pas été vérifiée puisque la présente recherche s'intéresse à la performance globale à travers une série d'inclinaisons, et non à celle spécifique à chaque inclinaison.

² Pour respectivement deux (une fille et un garçon), un (un garçon), un (une fille) et deux (deux filles) sujets de ces groupes, il n'a pas été possible d'évaluer la connaissance du principe. Leurs données sont donc exclues des analyses faisant intervenir cette connaissance.

Tableau 6

Proportions de filles et de garçons connaissant le principe de l'horizontalité des liquides dans chaque groupe exécutant la tâche d'horizontalité des liquides et dans l'ensemble de ces groupes

Groupe	Filles	Garçons
In-E-Tr	.35	.71
In-E-Év	.48	.64
Pa-E-Tr	.64	.79
Pa-E-Év	.59	.73
Ensemble	.51	.72

ne révèle cependant la même différence que dans le groupe In-E-Tr ($X^2 = 5,90$, $dl = 1$, $N = 44$). L'hypothèse selon laquelle moins de filles que de garçons connaissent ce principe est donc confirmée pour l'ensemble des groupes et un seul des quatre groupes.

Exactitude de la réponse

Sont successivement présentées ici les analyses concernant la réussite dans l'exécution d'un tracé et dans l'évaluation de la justesse de l'orientation d'une ligne.

Épreuve de production (groupes In-E-Tr, In-H-Tr, Pa-E-Tr et Pa-H-Tr)

Est rapportée à l'Appendice C la proportion d'essais réussis par chaque sujet des groupes In-E-Tr (tableau 18),

In-H-Tr (tableau 20), Pa-E-Tr (tableau 18) et Pa-H-Tr (tableau 20) pour les «contenants» respectivement inclinés, à l'horizontale et à la verticale. Pour chaque position du «contenant», le tableau 7 rapporte la proportion moyenne d'essais réussis chez filles et garçons de chaque groupe.

Tel qu'indiqué au tableau 7, pour les positions horizontale et verticale du «contenant», la performance est parfaite ou élevée chez filles et garçons de tous les groupes. Il en est de même pour la position inclinée du «contenant» dans les groupes traçant une horizontale. Le haut niveau de rendement et l'absence de variation notés dans la plupart de ces conditions rendent toute analyse statistique inutile. Toutefois, les proportions moyennes d'essais réussis par les filles du groupe Pa-H-Tr pour les «contenants» inclinés et du groupe In-E-Tr pour ceux à l'horizontale semblent inférieures aux proportions correspondantes chez les garçons, leur écart par rapport à la valeur de .95 a été évalué¹. Cet écart se révèle

¹ Le test employé est un test sur une proportion, lequel porte sur l'écart entre une proportion obtenue et une proportion théorique. La performance parfaite ou quasi parfaite des garçons des groupes In-E-Tr et Pa-H-Tr suggère que la proportion théorique est 1,00 ou s'en approche. Cependant, parce que le choix d'une telle proportion aurait rendu nul le dénominateur de la formule du test, la valeur de la proportion théorique a été fixée à .95. Si avec une telle valeur, l'écart, chez les filles des groupes In-E-Tr et Pa-H-Tr, s'avère significatif, la conclusion selon laquelle, dans chaque groupe, la proportion moyenne d'essais réussis par les filles est moins élevée que la proportion correspondante chez les garçons paraît fiable. Au numérateur de la formule du test se trouve l'écart entre la proportion obtenue et la proportion théorique. Au

Tableau 7

Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr) et une horizontale (groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr), proportion moyenne d'essais réussis par les filles et les garçons pour chaque position du «contenant», et écart type correspondant

Groupe	Sexe	Position du «contenant»					
		Inclinée		Horizontale		Verticale	
		M	S	M	S	M	S
In-E-Tr	F	.47	.44	.77	.42	1.00	.00
	G	.73	.33	1.00	.00	1.00	.00
Pa-E-Tr	F	.76	.33	.96	.21	1.00	.00
	G	.79	.32	.96	.20	1.00	.00
In-H-Tr	F	.97	.13	1.00	.00	1.00	.00
	G	.98	.07	1.00	.00	1.00	.00
Pa-H-Tr	F	.86	.22	1.00	.00	.99	.04
	G	.99	.02	1.00	.00	1.00	.00

significatif dans les deux cas (groupe In-E-Tr: 9,21; groupe Pa-H-Tr: 8,75).

Lorsque la position de la surface de l'eau doit être tracée dans un «contenant» incliné, la performance n'est

dénominateur se trouve la racine carrée du rapport suivant: la proportion théorique multipliée par son écart à la valeur 1 sur le nombre d'observations. Le nombre d'observations correspond ici au produit du nombre de sujets par le nombre d'essais.

pas parfaite, mais les distributions ne sont pas normales, même après transformation angulaire des données¹ en leur arc sinus. Le recours à l'anova et à l'ancova a donc été jugé inapproprié. La figure 3 présente, pour chacun des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr et chaque sexe, la proportion de sujets en fonction de la proportion d'essais réussis. L'examen de cette figure permet de constater que la distribution des sujets dans les groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr semble relativement la même à l'exception, dans le premier groupe, d'une proportion plus élevée de filles ratant tous les essais ou n'en réussissant qu'un dixième et d'une proportion moins élevée de sujets des deux sexes réussissant tous les essais. Par ailleurs, dans le groupe In-E-Tr, plus de filles que de garçons ratent tous les essais ou presque et, inversement, plus de garçons que de filles les réussissent tous, tandis que dans le groupe Pa-E-Tr, à peu près autant de filles que de garçons ratent tous les essais ou les réussissent tous.

Plusieurs auteurs (Howard, 1978; Kalichman, 1989; Kelly et Kelly, 1977; Liben et Golbeck, 1984; Myer et Hensley, 1984; Pulos, 1992; Robert et Harel, 1996; Thomas et Jamison, 1975; Thomas et Lohaus, 1993; Wittig et Allen, 1984) ont montré que les individus connaissant le principe

¹ Ainsi que l'ont montré Thomas et Lohaus (1993), l'obtention de distributions non normales s'avère fréquente pour ce qui est des indicateurs de réussite à l'épreuve d'horizontalité des liquides.

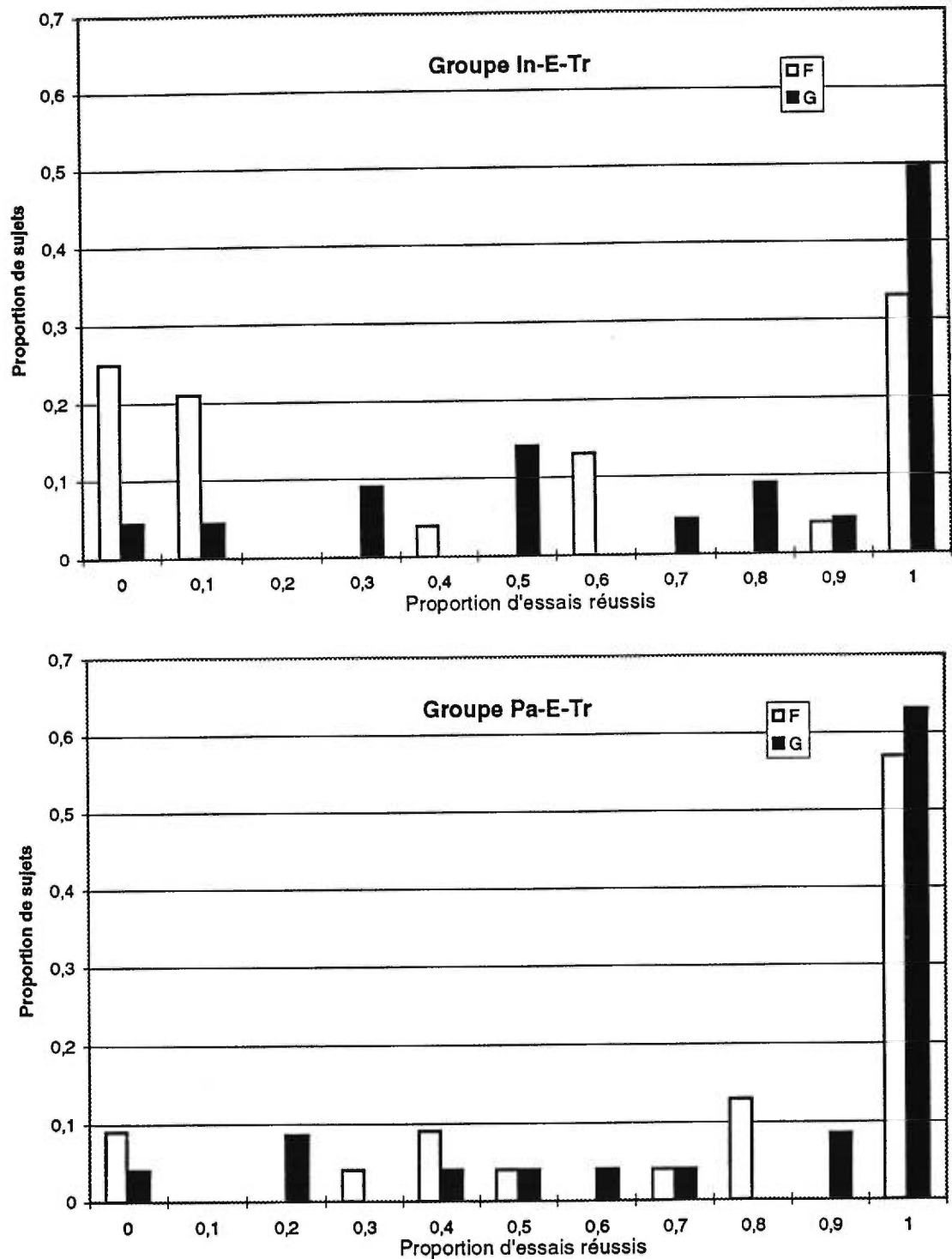


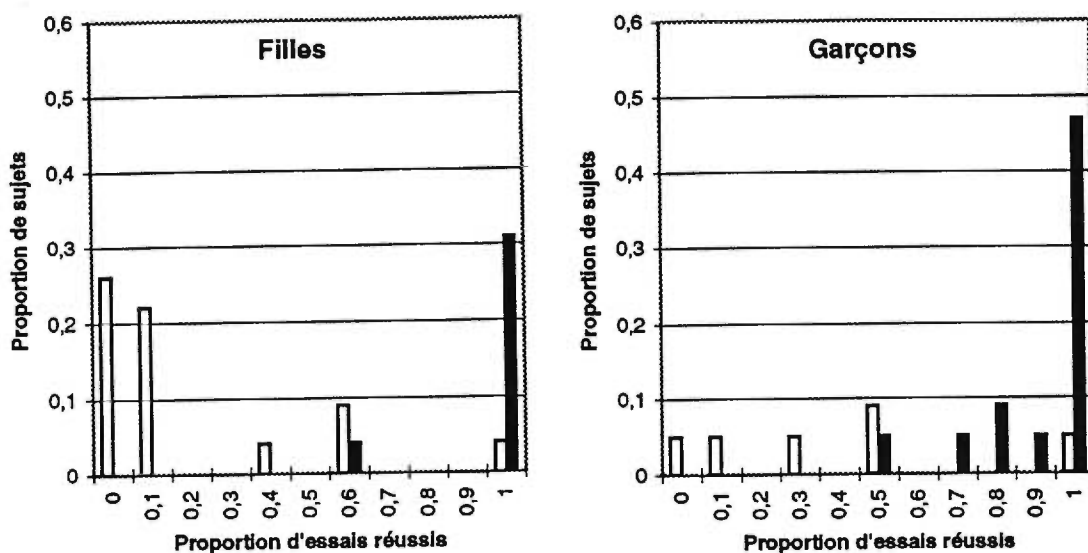
Figure 3. Dans les groupes traçant, dans des «contenants» inclinés, la position de la surface de l'eau respectivement sur support informatique (groupe In-E-Tr) et sur support papier (groupe Pa-E-Tr), proportions de filles et de garçons selon la proportion d'essais réussis.

de l'horizontalité des liquides tracent plus exactement l'orientation de la surface de l'eau, comparativement à ceux qui l'ignorent. Pour chaque groupe, la figure 4 présente la distribution des proportions de filles et de garçons connaissant ou non le principe selon la proportion d'essais réussis. Son examen révèle qu'indépendamment de leur groupe, presque tous les sujets connaissant le principe semblent réussir l'ensemble des essais, alors que la majorité de ceux l'ignorant paraissent ne le faire que dans la moitié des essais ou moins. Ces observations suggèrent d'une part une relation positive entre la connaissance du principe et la réussite et, d'autre part, l'élimination de la différence intersexes quant à la proportion d'essais réussis dans le groupe In-E-Tr, seul groupe où cette différence est numériquement assez manifeste et où la proportion de filles connaissant le principe est inférieure à celle des garçons. L'examen de la figure 4 permet également de constater que, pour chaque groupe, chez les sujets connaissant le principe, moins de filles que de garçons ratent des essais.

Dans le groupe In-E-Tr, la proportion d'essais réussis pour le «contenant» à l'horizontale est maximale chez l'ensemble des 22 garçons, soit 15 connaissant le principe, 6 ne le connaissant pas et un dont la connaissance n'a pu être évaluée. Toutefois, chez les filles, elle l'est chez 18 d'entre elles, soit 8 connaissant le principe, 9 ne le

Sujets ne connaissant pas Sujets connaissant

Groupe In-E-Tr



Groupe Pa-E-Tr

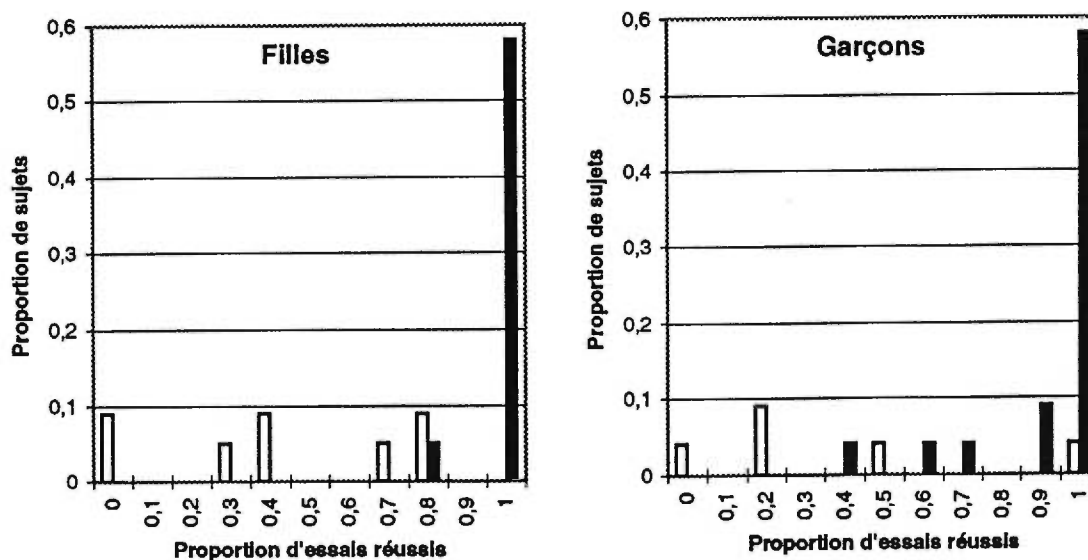


Figure 4. Chez les filles et les garçons connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides dans les groupes traçant, dans des «contenants» inclinés, la position de la surface de l'eau respectivement sur support informatique (groupe In-E-Tr) et sur support papier (groupe Pa-E-Tr), proportions de sujets selon la proportion d'essais réussis.

connaissant pas et une dont la connaissance n'a pu être évaluée; les autres filles, soit 5 qui ratent tous leurs essais et une qui en rate 3, ne connaissent pas le principe. Dans le groupe Pa-E-Tr, tous les essais ratés le sont par une fille et un garçon ignorant le principe. Le fait que, dans les groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, tous les sujets connaissant le principe réussissent parfaitement et que respectivement 29% et 15% de ceux l'ignorant échouent suggère de nouveau une relation positive entre la connaissance du principe et la réussite, de même que l'élimination de la différence intersexes quant à la proportion d'essais réussis dans le groupe In-E-Tr une fois cette connaissance prise en considération.

En conclusion, les filles réussissent moins d'essais que les garçons lorsqu'il s'agit, sur support informatique, de tracer la position de la surface de l'eau dans un «contenant» incliné ou à l'horizontale; il en va de même lorsqu'il s'agit, sur support papier, de tracer une horizontale dans un «contenant» incliné. Par conséquent, est partiellement confirmée la première hypothèse selon laquelle, pour les «contenants» inclinés, indépendamment du support sur lequel est exécutée la tâche, la proportion moyenne d'essais réussis est moins élevée chez les filles que chez les garçons traçant la position de la surface de l'eau. Cependant, si l'analyse tient compte de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides,

l'écart intersexes disparaît. Est également partiellement confirmée la deuxième hypothèse prévoyant que la réussite des filles et celle des garçons traçant une horizontale ne différera pas.

Épreuve d'évaluation (groupes In-E-Év, In-H-Év,
Pa-E-Év et Pa-H-Év)

L'Appendice C présente la proportion d'essais réussis par chaque sujet des groupes In-E-Év (tableau 19), In-H-Év (tableau 21), Pa-E-Év (tableau 19) et Pa-H-Év (tableau 21) pour les «contenants» respectivement inclinés, à l'horizontale et à la verticale. Pour chaque position du «contenant», le tableau 8 présente la proportion moyenne d'essais réussis chez filles et garçons de chaque groupe.

Ce tableau montre que, pour les positions horizontale et verticale du «contenant», la performance est parfaite ou quasi parfaite chez filles et garçons de tous les groupes. Il en est de même pour la position inclinée du «contenant» quand il faut évaluer si une ligne représente la position d'une horizontale. Une analyse statistique s'avère donc inutile dans le cas de ces conditions.

Pour les «contenants» inclinés, lorsque les sujets évaluent si une ligne représente la position de la surface de l'eau, les proportions d'essais réussis, transformées en leur arc sinus, se distribuent suffisamment normalement pour être soumises à une anova selon un plan 2 (support) x

Tableau 8

Dans les groupes évaluant si une ligne représente la position respective de la surface de l'eau (groupes In-E-Év et Pa-E-Év) et d'une horizontale (groupes In-H-Év et Pa-H-Év), proportion moyenne d'essais réussis par les filles et les garçons pour chaque position du «contenant», et écart type correspondant

Groupe	Sexe	Position du «contenant»					
		Inclinée		Horizontale		Verticale	
		M	S	M	S	M	S
In-E-Év	F	.81	.19	.99	.01	1.00	.01
	G	.84	.18	1.00	.01	1.00	.01
Pa-E-Év	F	.87	.16	1.00	.01	.99	.05
	G	.89	.15	1.00	.01	1.00	.01
In-H-Év	F	.99	.03	.99	.02	.99	.03
	G	.98	.04	1.00	.01	.99	.02
Pa-H-Év	F	.98	.03	.98	.04	.98	.04
	G	.98	.04	1.00	.00	1.00	.02

2 (sexe) à quatre groupes indépendants, dont les résultats sont rapportés au tableau 37 de l'Appendice D. L'analyse ne dégage aucun effet significatif.

Compte tenu de la possibilité d'une relation entre la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides et l'exactitude de la réponse, les proportions d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év, pour les «contenants» inclinés, sont soumises à une ancova selon un

plan 2 (support) x 2 (sexe) à quatre groupes indépendants, avec, comme covariable, la connaissance du principe en question. Rapportés au tableau 38 de l'Appendice D, les résultats révèlent exclusivement que la proportion d'essais réussis est plus élevée chez les sujets connaissant le principe (.97) que chez ceux l'ignorant (.67). La connaissance du principe explique 75% de la variation dans les proportions d'essais réussis.

L'exactitude de l'évaluation est ensuite examinée par l'introduction de la variable que constitue la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (à -20° , -10° , 0° , 10° et 20° de l'horizontale). En effet, une telle analyse permet d'établir si les jugements erronés posés par les sujets dépendent, d'une part, du degré d'écart entre l'horizontale et le trait qui leur est proposé et, d'autre part, de la direction (au-dessus ou au-dessous de l'horizontale) de ce trait. Est présentée au tableau 22 de l'Appendice C, dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év et pour les «contenants» inclinés, seules conditions où la performance n'est pas parfaite ou presque, la proportion d'essais réussis par chaque sujet à chaque position de la ligne. Le tableau 9 présente la proportion moyenne d'essais réussis par les filles et les garçons de ces groupes à chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» inclinés.

La proportion d'essais réussis est soumise à une anova selon un plan 2 (support) x 2 (sexe) x 5 (position de la

Tableau 9

Dans les groupes évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau (groupes In-E-Év et Pa-E-Év) et pour les «contenants» inclinés, proportion moyenne d'essais réussis chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant», et écart type correspondant

Sexe		Position de la ligne dans le «contenant»				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
		Groupe In-E-Év				
F	M	.80	.64	.88	.68	.82
	S	.22	.34	.19	.31	.20
G	M	.80	.66	.94	.66	.87
	S	.27	.40	.17	.40	.20
		Groupe Pa-E-Év				
F	M	.87	.75	.92	.77	.85
	S	.17	.28	.13	.27	.19
G	M	.93	.83	.91	.82	.91
	S	.13	.27	.13	.27	.15

ligne) à quatre groupes indépendants et mesures répétées sur la dernière variable. Les résultats de cette analyse, présentés au tableau 39 de l'Appendice D, révèlent une interaction position de la ligne x support. Les résultats de la décomposition de cette interaction en fonction de la variable support sont rapportés au tableau 40 du même appendice. Pour chaque support, la position de la ligne

donne lieu à un effet. L'application du test t selon le procédé de Bonferroni montre que, quel que soit le support, les proportions d'essais réussis pour les lignes placées à -10^0 et 10^0 sont moins élevées que celles pour les lignes à -20^0 et 20^0 ; sur support informatique, elles le sont aussi moins que celle pour la ligne à 0^0 , tandis qu'elles tendent à l'être sur support papier (probabilités de .006); enfin, sur support informatique, la proportion d'essais réussis est moins élevée si la ligne est placée à -20^0 qu'à 0^0 .

La proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év pour les «contenants» inclinés est ensuite soumise à une ancova selon un plan 2 (support) x 2 (sexe) x 5 (position de la ligne à l'intérieur du «contenant») avec mesures répétées sur la dernière variable et avec la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides. Les résultats de cette analyse, présentés au tableau 41 de l'Appendice D, mettent au jour les triples interactions position de la ligne x support x sexe et position de la ligne x support x connaissance du principe. Compte tenu que dans une analyse de covariance seules les interactions où intervient la covariable doivent être considérées, uniquement la seconde l'est ici. Les résultats de la décomposition de cette interaction en fonction du support sont rapportés au tableau 42 du même appendice: pour chaque support, l'interaction position de la ligne x connaissance du principe est significative. Pour le support

informatique, les résultats de la décomposition de cette interaction en fonction de la connaissance du principe sont présentés au tableau 43 du même appendice. Lorsque le principe n'est pas connu, la position de la ligne exerce un effet¹: la réussite est moindre pour les lignes à -10° et 10° que pour celles à -20° , 0° et 20° , et moindre si la ligne est à -20° qu'à 0° . Il y a également effet de la position de la ligne lorsque le principe est connu, mais la tentative de localiser cet effet n'a pas porté fruit. Pour le support papier, les résultats de la même décomposition sont rapportés au tableau 44 du même appendice. L'effet de la position de la ligne se limite aux sujets ignorant le principe: la réussite est chez eux moindre pour les lignes à -10° et 10° que pour celles à -20° , 0° et 20° .

En conclusion, lorsque la tâche consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau dans des «contenants» inclinés, seules conditions où la réussite de chaque sexe n'est pas parfaite ou presque, la réussite des filles ne diffère pas de celle des garçons. Une partie de ces résultats infirme la troisième hypothèse selon laquelle, indépendamment du support sur lequel la tâche d'horizontalité des liquides est exécutée, les filles y réussiraient moins bien que les garçons. Une autre partie confirme la quatrième hypothèse prédisant, pour chaque

¹ Cet effet est localisé ici, comme dans tous les cas subséquents, à l'aide du test t appliqué selon le procédé de Bonferroni.

support, que la réussite des filles et celle des garçons à la tâche de l'horizontale ne différera pas. Par ailleurs, les sujets ignorant le principe de l'horizontalité des liquides réussissent moins bien que ceux le connaissant dans la tâche où intervient ce principe. Enfin, quel que soit le support, la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» affecte les premiers sujets en abaissant leur réussite lorsque la ligne est à -10° et à 10° plutôt qu'à -20° , 0° ou 20° . Il en est de même chez ceux de ces sujets travaillant sur support informatique lorsque la ligne est à -20° plutôt qu'à 0° .

Temps de réponse

Sont ici analysés les temps de réponse d'abord enregistrés dans l'épreuve consistant à exécuter un tracé, puis dans celle exigeant l'évaluation de la justesse de l'orientation d'une ligne. Parmi l'ensemble des 2 466 temps de réponse médians analysés, 95,1% sont inférieurs à 5 secondes (5 000 ms) et 4,3% sont égaux ou supérieurs à 5 secondes et inférieurs à 10 secondes; le temps le plus élevé est de 19,84 secondes.

Épreuve de production (groupes In-E-Tr et In-H-Tr)

Sont rapportés à l'Appendice C, pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et In-H-Tr, les temps de réflexion (respectivement aux tableaux 23 et 24), de traçage

(tableaux 25 et 26) et de vérification (tableaux 27 et 28) pour les «contenants» inclinés, à l'horizontale et à la verticale. La figure 5 illustre les moyennes de ces divers temps chez filles et garçons de chaque groupe pour les essais où le «contenant» est incliné. Les figures 6 et 7 présentent les informations équivalentes pour les essais où il est respectivement à l'horizontale et à la verticale.

Pour chaque position du «contenant», ces temps sont soumis à une anova selon un plan 2 (nature de la tâche) x 2 (sexe) à quatre groupes indépendants. En ce qui concerne les temps de réflexion, l'anova pour les «contenants» inclinés, exposée au tableau 45 de l'Appendice D, révèle une interaction nature de la tâche x sexe. Les résultats de la décomposition de cette interaction en fonction de la nature de la tâche sont présentés au tableau 46 du même appendice. Ainsi, lorsqu'il s'agit de tracer la position de la surface de l'eau, les garçons réfléchissent en moyenne plus longtemps que les filles; par contre, filles et garçons ne diffèrent pas s'ils doivent tracer une horizontale. Pour les «contenants» à l'horizontale et à la verticale, les anovas, rapportées respectivement aux tableaux 47 et 48 de l'Appendice D, ne dégagent aucun effet significatif.

Il en va de même des anovas, présentées respectivement aux tableaux 49 et 50 du même appendice, appliquées aux temps de traçage pour les «contenants» inclinés et à

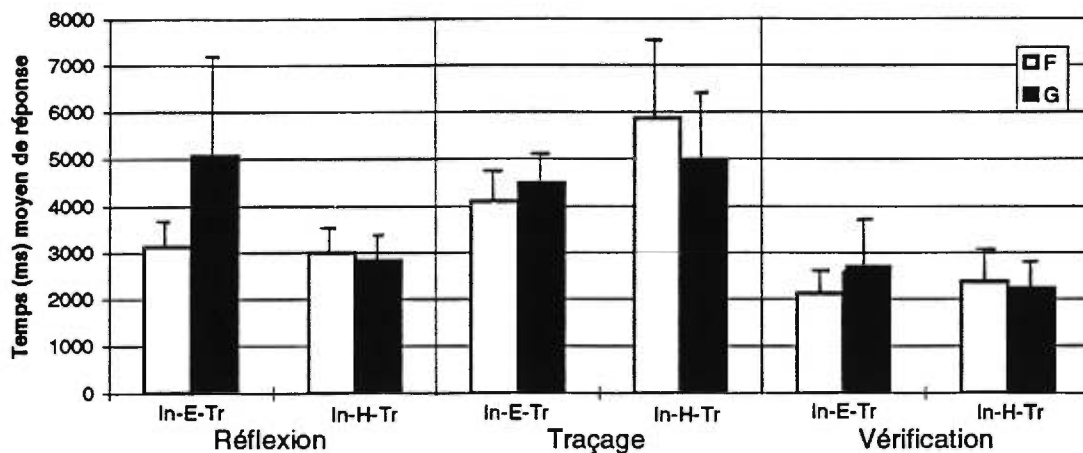


Figure 5. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est incliné, et écart type correspondant.

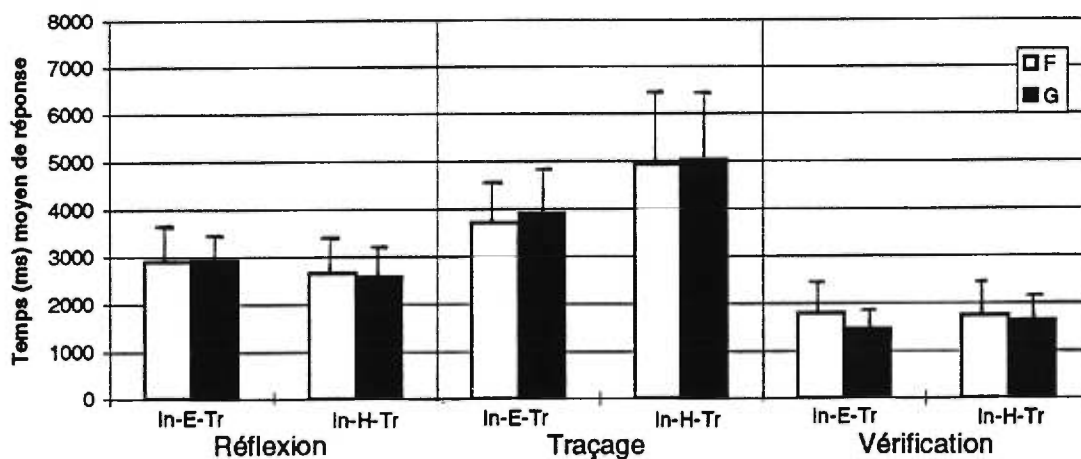


Figure 6. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est à l'horizontale, et écart type correspondant.

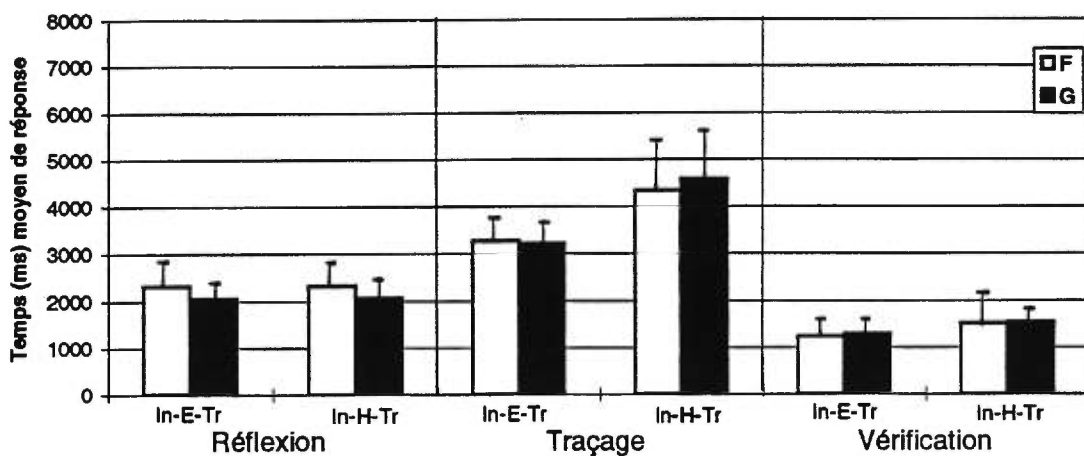


Figure 7. Dans les groupes traçant respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Tr) et une horizontale (groupe In-H-Tr), temps (ms) moyen de réflexion, de traçage et de vérification chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est à la verticale, et écart type correspondant.

l'horizontale. Pour ceux à la verticale, exposée au tableau 51, l'anova dégage un effet de la nature de la tâche (expliquant 6% de la variation), le temps moyen étant plus élevé lorsqu'il s'agit de tracer une horizontale.

En ce qui a trait aux temps de vérification, aucune des anovas pour les «contenants» respectivement inclinés, à l'horizontale et à la verticale ne révèle d'effet significatif. Ces analyses sont rapportées aux tableaux 52, 53 et 54 de l'Appendice D.

Les temps des sujets traçant la position de la surface de l'eau sont ensuite soumis à une ancova, selon un plan 2 (sexe) à deux groupes indépendants avec, comme covariable, la connaissance du principe de l'horizontalité des

liquides. Dans le groupe In-E-Tr, l'ancova des temps de réflexion pour les «contenants» inclinés, présentée au tableau 55 de l'Appendice D, met au jour une interaction sexe x connaissance. Exposés au tableau 56, les résultats de sa décomposition en fonction du sexe montrent que les garçons ignorant le principe réfléchissent plus longtemps que ceux le connaissant; toutefois, la différence correspondante ne s'observe pas chez les filles. Pour filles et garçons, respectivement 9% et 34% de la variation est expliquée par la connaissance du principe. Rapportée au tableau 57 de l'Appendice D, l'ancova du temps de réflexion pour les «contenants» à l'horizontale dégage un effet de la connaissance du principe (lequel explique 8% de la variation), les sujets qui l'ignorent réfléchissant plus longtemps. Exposée au tableau 58 du même appendice, l'ancova du temps de réflexion pour les «contenants» à la verticale ne détecte par ailleurs aucun effet significatif.

Il en est de même des ancovas du temps de traçage et de celles du temps de vérification, que les «contenants» soient inclinés, à l'horizontale ou à la verticale. Elles sont respectivement présentées aux tableaux 59, 60, 61, 62, 63 et 64 du même appendice.

Il est également pertinent d'établir si les sujets qui tracent la surface de l'eau et connaissent ou non le principe de l'horizontalité des liquides se distinguent de ceux qui tracent une horizontale. A cette fin, pour les

«contenants» inclinés et à l'horizontale (seules positions du «contenant» pour lesquelles l'effet de la connaissance du principe est significatif), le tableau 10 présente le temps moyen de réflexion (seul temps pour lequel l'effet de la connaissance du principe est significatif) des filles et des garçons du groupe In-E-Tr, selon qu'ils connaissent ou non le principe, ainsi que celui des filles et des garçons du groupe In-H-Tr.

Pour les «contenants» respectivement inclinés et à l'horizontale, les temps de réflexion sont soumis à une anova selon un plan 3 (catégorie de sujets) x 2 (sexe). Dans le cas des «contenants» inclinés, l'anova, rapportée au tableau 65 de l'Appendice D, révèle une interaction catégorie de sujets x sexe. Selon l'application de la technique de Cicchetti (1972)¹, seuls les garçons ignorant le principe (9127 ms) réfléchissent plus longtemps que les sujets des deux autres catégories, quel que soit leur sexe (3096 ms). Pour les «contenants» à l'horizontale, l'anova, présentée au tableau 66 du même appendice, ne dégage aucun effet significatif, bien que celui associé à la catégorie

¹ La technique de Cicchetti (1972) permet la décomposition d'une interaction en référence à chacune des deux variables en jeu. Une telle décomposition paraît ici justifiée. En effet, la prise en compte de la variable que constitue la catégorie de sujets s'impose puisque l'analyse vise à comparer les différentes catégories de sujets; celle de la variable sexe s'impose également, car, comme l'a montré l'ancova sur le temps de réflexion, le patron des résultats des filles selon qu'elles ignorent ou qu'elles connaissent le principe n'est pas identique au patron des résultats correspondants chez les garçons.

Tableau 10

Pour les «contenants» respectivement inclinés et à l'horizontale, temps (ms) moyen de réflexion des filles et des garçons du groupe In-E-Tr selon qu'ils connaissent (1) ou non (0) le principe d'horizontalité des liquides, et écart type correspondant, et temps (ms) moyen de réflexion des filles et des garçons du groupe In-H-Tr, et écart type correspondant

Groupe	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»			
			Inclinée		Horizontale	
			M	S	M	S
In-E-Tr	F	1	2743	861	2063	655
	G	1	3658	1462	2922	1105
	F	0	3279	849	3316	1851
	G	0	9127	6396	3219	1332
In-H-Tr	F	-	2997	1193	2644	1101
	G	-	2825	936	2563	942

de sujets, qui explique 6% de la variation, tend à l'être ($p = .06$). L'application du test de Tukey A met en évidence une tendance indépendante du sexe: les sujets ignorant le principe (3288 ms) semblent réfléchir plus longtemps que les autres (2611 ms).

En conclusion, à la question «Y a-t-il une différence entre filles et garçons dans les temps de réflexion, de traçage et de vérification quand il s'agit de tracer la position de la surface de l'eau et celle d'une horizontale?», les présents résultats permettent de répondre qu'une différence n'apparaît que dans le temps de

réflexion, s'il s'agit de tracer la position de la surface de l'eau et que les «contenants» sont inclinés: les garçons réfléchissent alors plus longtemps que les filles. La prise en compte de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides montre que cette différence ne persiste toutefois que lorsque le temps de réflexion des garçons ignorant le principe est comparé à celui des filles, peu importe qu'elles le connaissent ou non. Enfin, toujours dans le cas des «contenants» inclinés, mis à part celui, plus élevé, des mêmes garçons, le temps de réflexion associé au tracé de la position de la surface de l'eau ne se différencie pas de celui relié au tracé d'une horizontale.

Épreuve d'évaluation (groupes In-E-Év et In-H-Év)

L'Appendice C présente le temps d'évaluation de chaque sujet des groupes In-E-Év (tableau 29) et In-H-Év (tableau 30) pour les «contenants» inclinés, à l'horizontale et à la verticale. Pour les «contenants» inclinés, les données, aberrantes, de trois garçons du groupe In-H-Év ont été exclues des analyses. La figure 8 présente le temps moyen d'évaluation des filles et des garçons de chaque groupe pour les essais où le «contenant» est respectivement incliné, à l'horizontale et à la verticale.

Pour chaque position du «contenant», les temps d'évaluation sont soumis à une anova selon un plan 2

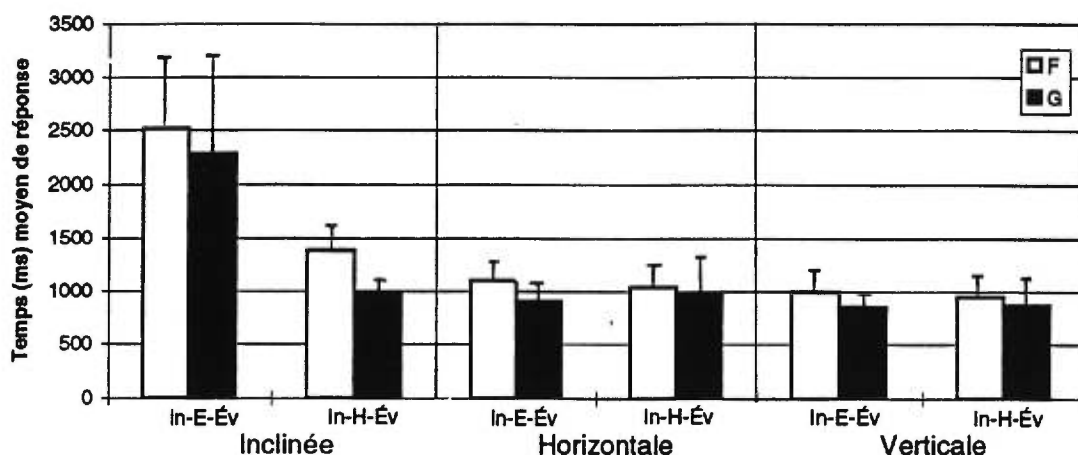


Figure 8. Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons aux essais où le «contenant» est respectivement incliné, à l'horizontale et à la verticale, et écart type correspondant.

(nature de la tâche) x 2 (sexe) à quatre groupes indépendants. Pour les «contenants» inclinés, l'anova présentée au tableau 67 de l'Appendice D dégage un effet principal de la nature de la tâche (lequel explique 23% de la variation) et un autre du sexe (3%). Le temps moyen d'évaluation est plus élevé, d'une part, lorsqu'il faut évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau et, d'autre part, que le sujet est une fille.

Pour les «contenants» à l'horizontale et à la verticale, les anovas sont exposées respectivement aux tableaux 68 et 69 du même appendice. Chacune révèle un effet de la variable sexe (expliquant respectivement 7% et

5% de la variation), les filles étant plus lentes que les garçons, quelle que soit la tâche.

Les temps des sujets évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau sont ensuite soumis à une ancova, selon un plan 2 (sexe) à deux groupes indépendants avec, comme covariable, la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides. Les ancovas du temps d'évaluation pour les «contenants» inclinés et à l'horizontale, rapportées respectivement aux tableaux 70 et 71 de l'Appendice D, détectent chacune un effet de la connaissance du principe, les sujets qui affichent cette connaissance étant plus rapides. Pour ces mêmes «contenants», respectivement 53% et 12% de la variation est expliqué par la connaissance du principe. Présentée au tableau 72 de l'Appendice D, l'ancova pour les «contenants» à la verticale ne dégage par contre aucun effet significatif.

Il importe aussi de déterminer si les sujets évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides se distinguent de ceux jugeant si la ligne représente une horizontale. Pour les «contenants» inclinés et à l'horizontale (seules positions du «contenant» pour lesquelles l'effet de la connaissance du principe est significatif), le tableau 11 présente donc le temps moyen d'évaluation des filles et des garçons du groupe In-E-Év,

Tableau 11

Pour les «contenants» respectivement inclinés et à l'horizontale, temps (ms) moyen d'évaluation des filles et des garçons du groupe In-E-Év selon qu'ils connaissent (1) ou non (0) le principe d'horizontalité des liquides, et écart type correspondant, et temps (ms) moyen d'évaluation des filles et des garçons du groupe In-H-Év, et écart type correspondant

Groupe	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»			
			Inclinée		Horizontale	
			M	S	M	S
In-E-Év	F	1	1510	503	998	247
	G	1	1290	528	876	200
	F	0	3449	1493	1187	329
	G	0	3609	2134	970	117
In-H-Év	F	-	1380	467	1038	353
	G	-	991	163	746	83

selon qu'ils connaissent ou non le principe, ainsi que celui des filles et des garçons du groupe In-H-Év. Ne sont pas incluses dans l'analyse relative aux «contenants» à l'horizontale les données, aberrantes, d'un garçon du groupe In-H-Év.

Pour les «contenants» respectivement inclinés et à l'horizontale, les temps d'évaluation sont soumis à une anova selon un plan 3 (catégorie de sujets) x 2 (sexe). Les résultats des anovas sont exposés aux tableaux 73 et 74 de l'Appendice D. Dans les deux cas, l'effet associé à la catégorie de sujets s'avère significatif (expliquant

respectivement 56% et 10% de la variation). Le recours au test de Tukey A montre que les sujets ignorant le principe (3513 ms pour les «contenants» inclinés et 1100 ms pour ceux à l'horizontale) mettent toujours plus de temps à faire leur évaluation que les autres (1272 ms pour les «contenants» inclinés et 917 ms pour ceux à l'horizontale). Pour les «contenants» à l'horizontale, l'anova révèle de plus un effet du sexe (17%), les filles étant plus lentes que les garçons. La même différence (5%) tend par ailleurs à être significative dans le cas des «contenants» inclinés.

Dans le but d'établir si les temps d'évaluation diffèrent selon la position de la ligne à l'intérieur du «contenant», des analyses supplémentaires sont effectuées. L'Appendice C rapporte le temps d'évaluation de chaque sujet des groupes In-E-Év et In-H-Év pour les «contenants» respectivement inclinés, à l'horizontale et à la verticale lorsque la ligne à l'intérieur du «contenant» est à -20° , -10° , 0° , 10° et 20° (pour le groupe In-E-Év, tableaux 31, 32 et 33; pour le groupe In-H-Év, tableaux 34, 35 et 36). Pour les mêmes «contenants», les tableaux 12, 13 et 14 présentent respectivement le temps moyen d'évaluation des filles et des garçons des groupes In-E-Év et In-H-Év à chaque position de la ligne.

Pour chaque position du «contenant», les temps d'évaluation sont soumis à une anova selon un plan 2 (nature de la tâche) x 2 (sexe) x 5 (position de la ligne

Tableau 12

Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» inclinés, et écart type correspondant

Sexe		Position de la ligne dans le «contenant»				
		-20 ⁰	-10 ⁰	0 ⁰	10 ⁰	20 ⁰
		Groupe In-E-Év				
F	M	2364	2627	2333	2761	2523
	S	1579	1386	1405	1736	1643
G	M	2353	2400	1970	2541	2171
	S	2225	1928	1282	2477	1762
		Groupe In-H-Év				
F	M	1204	1447	1674	1399	1176
	S	397	536	1010	503	337
G	M	1103	1288	1439	1272	1102
	S	679	802	894	744	583

à l'intérieur du «contenant»), à quatre groupes indépendants et mesures répétées sur la dernière variable. Les données, aberrantes, de quatre filles et de deux garçons du groupe In-H-Év sont exclues de l'analyse pour les «contenants» à l'horizontale.

Pour les «contenants» inclinés et à l'horizontale, les anovas rapportées respectivement aux tableaux 75 et 76 de

Tableau 13

Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» à l'horizontale, et écart type correspondant

Sexe		Position de la ligne dans le «contenant»				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
		Groupe In-E-Év				
F	M	1121	1083	1006	1152	1123
	S	340	465	261	396	317
G	M	876	909	833	905	984
	S	174	256	174	228	254
		Groupe In-H-Év				
F	M	922	986	1268	975	1040
	S	201	332	935	279	543
G	M	903	983	1033	950	951
	S	674	756	636	673	763

l'Appendice D révèlent un effet principal du sexe (qui explique respectivement 3% et 9% de la variation), le temps moyen des filles étant plus élevé, et une interaction position de la ligne x nature de la tâche. Pour chacune de ces positions du «contenant», les résultats de la décomposition de l'interaction en fonction de la nature de la tâche sont respectivement présentés aux tableaux 77 et

Tableau 14

Dans les groupes évaluant si une ligne représente respectivement la position de la surface de l'eau (groupe In-E-Év) et celle d'une horizontale (groupe In-H-Év), temps (ms) moyen d'évaluation chez filles et garçons pour chaque position de la ligne à l'intérieur des «contenants» à la verticale, et écart type correspondant

Sexe		Position de la ligne dans le «contenant»				
		-20 ⁰	-10 ⁰	0 ⁰	10 ⁰	20 ⁰
		Groupe In-E-Év				
F	M	1042	1002	946	985	981
	S	606	420	275	328	351
G	M	820	872	834	890	845
	S	174	270	218	265	214
		Groupe In-H-Év				
F	M	855	934	1102	959	863
	S	179	246	593	341	178
G	M	880	838	865	884	873
	S	479	331	326	363	489

78 du même appendice. Pour les «contenants» inclinés, il y a effet de la position de la ligne dans les deux tâches. Lorsque la ligne représente la position de la surface de l'eau, l'application du test t (pour échantillons reliés), selon le procédé de Bonferroni, indique que le temps requis pour la ligne à -10⁰ est plus élevé que ceux pour les lignes à -20⁰, 0⁰ et 20⁰, tandis que le temps requis à 10⁰ l'est

plus que celui à -20° . Lorsque la ligne représente plutôt la position d'une horizontale, les temps requis à -10° , 0° et 10° sont plus élevés que ceux à -20° et 20° . Pour les «contenants» à l'horizontale, l'effet de la position de la ligne n'est manifeste que si la ligne représente la position de la surface de l'eau. Les temps requis à 10° et 20° sont alors plus élevés que celui à 0° .

Pour les «contenants» à la verticale, l'anova rapportée au tableau 79 de l'Appendice D ne dégage qu'un effet du sexe (expliquant 4% de la variation), le temps moyen des filles étant plus élevé.

Pour chaque position du «contenant», les temps des sujets du groupe In-E-Év sont ensuite soumis à une ancova selon un plan 2 (sexe) x 5 (position de la ligne) à quatre groupes indépendants et mesures répétées sur la dernière variable, avec, comme covariable, la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides. Pour les «contenants» inclinés, l'ancova, présentée au tableau 80 de l'Appendice D, décèle une interaction position de la ligne x sexe x connaissance du principe. Présentés au tableau 81 du même appendice, les résultats de la décomposition en fonction du sexe révèlent une interaction position de la ligne x connaissance du principe qui est significative chez les garçons et une autre qui tend à l'être chez les filles. Les résultats de la décomposition de cette interaction, chez filles et garçons, en fonction de la connaissance du

principe sont rapportés respectivement aux tableaux 82 et 83 de l'Appendice D. Chez les filles, l'effet de la position de la ligne n'est présent que si elles connaissent le principe, le temps requis pour les lignes à -10^0 et 10^0 étant plus élevé que celui à -20^0 . Chez les garçons, la position de la ligne exerce un effet différent selon que le principe est connu ou non. Dans le premier cas, le temps requis à -10^0 est plus élevé que ceux à -20^0 et 20^0 ; dans le second, les temps requis à -20^0 , -10^0 et 20^0 le sont plus que celui à 0^0 .

Pour les «contenants» à l'horizontale, l'ancova exposée au tableau 84 de l'Appendice D dégage une interaction position de la ligne x connaissance du principe tendant à être significative. Les résultats de la décomposition de cette interaction en fonction de la connaissance du principe sont présentés au tableau 85 du même appendice. Il y a effet de la position de la ligne à la fois chez les sujets ignorant le principe et chez ceux le connaissant; toutefois, ce n'est que chez les premiers qu'il est possible de localiser cet effet, le temps requis pour les lignes à 10^0 et 20^0 étant chez eux plus élevé que celui à 0^0 .

Pour les «contenants» à la verticale, l'ancova rapportée au tableau 86 de l'Appendice D ne dévoile aucun effet significatif.

Est également mesuré l'effet de la position de la

ligne à l'intérieur du «contenant» selon que la ligne représente la surface de l'eau, le principe de l'horizontalité des liquides étant connu ou non, ou qu'elle représente la position d'une horizontale. Les temps d'évaluation pour les «contenants» inclinés et à l'horizontale (seuls pour lesquels l'effet de la connaissance est significatif) sont donc respectivement soumis à une anova selon un plan 3 (catégorie de sujets) x 2 (sexe) x 5 (position de la ligne) à six groupes indépendants et mesures répétées sur la dernière variable. Dans le groupe In-H-Év, sont exclues des deux anovas les données aberrantes d'une fille pour les «contenants» inclinés et de quatre filles et de deux garçons pour ceux à l'horizontale. Pour les «contenants» inclinés, l'anova exposée au tableau 87 de l'Appendice D détecte une interaction position de la ligne x catégorie de sujets x sexe. Les résultats de la décomposition en fonction du sexe sont présentés au tableau 88 du même appendice. Chez filles et garçons, il y a interaction position de la ligne x catégorie de sujets. Les résultats de la décomposition en fonction de la catégorie de sujets dans les cas des filles et des garçons sont respectivement rapportés aux tableaux 89 et 90 de l'Appendice D.

Chez les filles, il n'y a effet de la position de la ligne que si cette ligne représente la position d'une horizontale ou celle de la surface de l'eau, le principe

étant connu; chez les garçons, il y a effet dans les trois catégories de sujets. Chez les filles évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant le principe, le test t montre que les temps requis pour les lignes à 10^0 et à -10^0 sont plus élevés que celui pour la ligne à -20^0 . Chez celles évaluant si une ligne représente la position d'une horizontale, les temps requis à -10^0 et 10^0 sont plus élevés que ceux à -20^0 et 20^0 et celui à 0^0 tend à l'être plus que celui à 20^0 . Chez les garçons qui évaluent si la ligne représente la position de la surface de l'eau et ignorent le principe, les temps requis à -20^0 , -10^0 et 20^0 sont plus élevés que celui à 0^0 ; chez ceux qui connaissent le principe, le temps requis à -10^0 l'est plus que ceux à -20^0 et 20^0 ; enfin, chez les autres, évaluant si la ligne représente la position d'une horizontale, les temps requis à -10^0 , 0^0 et 10^0 le sont plus que celui à -20^0 .

Pour les «contenants» à l'horizontale, l'anova rapportée au tableau 91 de l'Appendice D dégage un effet du sexe (expliquant 9% de la variation), le temps des filles étant supérieur, et une interaction position de la ligne x catégorie de sujets. Présentés au tableau 92 du même appendice, les résultats de la décomposition en fonction de la catégorie de sujets ne donne lieu à un effet de la position de la ligne que chez les sujets évaluant si cette ligne représente la position de la surface de l'eau sans

connaître le principe d'horizontalité des liquides. Les temps requis pour les lignes à 10° et 20° sont plus élevés que celui à 0° .

Pour conclure, à la question «Y a-t-il une différence entre filles et garçons dans le temps mis à décider si une ligne représente la position de la surface de l'eau et celle d'une horizontale?», pour l'ensemble des positions de cette ligne à l'intérieur du «contenant», les résultats permettent de répondre que les filles sont plus lentes dans les deux épreuves. Pour les «contenants» inclinés ou à l'horizontale, cette différence disparaît cependant quand la ligne représente la position de la surface de l'eau et que l'analyse tient compte de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides. Pour les mêmes «contenants», le temps est en outre plus élevé chez les sujets évaluant si la ligne représente la position de la surface de l'eau et ignorant ce principe que chez ceux le connaissant ou évaluant si la ligne représente plutôt la position d'une horizontale.

Quant à l'effet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant», quelle que soit la tâche en jeu, il est absent si les «contenants» sont à la verticale. Lorsqu'il faut évaluer la position d'une horizontale, il l'est aussi si les «contenants» sont à l'horizontale; s'ils sont inclinés, filles et garçons mettent plus de temps pour les lignes à -10° , 0° et 10° que pour celles à -20° et à 20° .

S'il faut plutôt évaluer la position de la surface de l'eau dans des «contenants» à l'horizontale, filles et garçons mettent plus de temps pour les lignes à 10° et à 20° que pour celles à 0° . L'introduction de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides révèle toutefois que ce résultat n'est le fait que des individus ignorant ce principe. De plus, les résultats dégagés par la comparaison entre ces sujets, ceux le connaissant et ceux exécutant la tâche de l'horizontale corroborent cette constatation et suggèrent que les sujets des deux dernières catégories ne réagissent pas à la position de la ligne. Les «contenants» étant inclinés, filles et garçons mettent plus de temps pour la ligne à -10° que pour celles à -20° , 0° et 20° , tandis que le temps requis à 10° l'est plus que celui à -20° . Cependant, lorsque l'analyse tient compte de la connaissance du principe, le patron des résultats diffère selon le sexe. Chez les filles, la position de la ligne affecte celles qui connaissent le principe, ces dernières mettant plus de temps pour les lignes à -10° et 10° que pour celle à -20° ; les résultats dégagés par la comparaison entre filles ignorant le principe, celles le connaissant et celles exécutant la tâche de l'horizontale suggèrent également que les filles connaissant le principe se comportent en partie comme celles exécutant la tâche de l'horizontale (chez celles-ci toutefois, les temps requis à -10° et 10° sont plus élevés que celui à 20° , et celui à

0° tend à l'être). Chez les garçons, l'effet de la position de la ligne diffère selon que le principe est ignoré ou connu. En effet, dans le premier cas, le temps mis à -10° ne s'écarte pas de ceux à -20° et 20° (ces trois temps surpassant celui à 0°), tandis que, dans le second, il est plus élevé. Les résultats des garçons connaissant le principe se rapprochent en outre de ceux des garçons exécutant la tâche de l'horizontale. Chez ces derniers en effet, le temps mis à la ligne à -10° est également plus élevé que celui à -20°; toutefois, il ne se distingue pas de celui à 20° et les temps à 0° et à 10° sont eux aussi plus élevés que celui à -20°.

Chapitre IV
Interprétation des résultats

Le chapitre qui suit traite d'abord de l'interprétation des différences intersexes qu'illustrent les temps de réponse dans les tâches d'horizontalité des liquides et de l'horizontale. Suggérées par ces résultats, sont ensuite présentées certaines hypothèses renvoyant à des dimensions du traitement de l'information susceptible d'être effectué dans la tâche d'horizontalité des liquides. A l'intérieur de ces deux premières parties, des propositions sont faites quant aux opérations mentales qui pourraient meubler les différents temps de réponse étudiés. Puis sont considérés les résultats relatifs à l'exactitude dans la tâche d'horizontalité des liquides et à la difficulté de mesurer la connaissance du principe physique qui lui est sous-jacent. La performance faible et inattendue de certaines filles du groupe Pa-H-Tr, sur le plan de l'exactitude, est subséquentement examinée. Enfin, en regard du même indicateur de performance, l'interprétation se penche sur l'effet du support de travail afin d'évaluer dans quelle mesure il est possible de généraliser à l'exécution habituelle de la tâche d'horizontalité des liquides les conclusions dégagées à partir des temps enregistrés sur support informatique.

DIFFÉRENCE INTERSEXES DANS LE TEMPS DE RÉPONSE

Dans la tâche d'horizontalité des liquides, lorsque la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

n'est pas prise en considération, les présents résultats montrent que la direction de la différence intersexes dans certaines mesures de temps s'inverse selon l'épreuve: dans l'épreuve de production, les filles consacrent moins de temps que les garçons à la réflexion avant de tracer la position de la surface de l'eau dans un «contenant» incliné, tandis que, dans l'épreuve d'évaluation, pour toutes les positions (inclinée, horizontale et verticale) du «contenant», elles mettent plus de temps qu'eux à juger si une ligne représente la position de la surface de l'eau. Quoiqu'il inclue un segment final consacré à l'exécution d'une réponse motrice, ce dernier temps peut être rapproché du temps de réflexion en production du fait qu'en toute vraisemblance le sujet l'occupe surtout à réfléchir à la réponse à donner. Pendant chacun des temps d'évaluation et de réflexion, il est en effet probable qu'il se demande quelle position occupe la surface de l'eau dans un «contenant»¹. La présente section suggère donc d'abord une

¹ Un parallèle plus étroit entre les deux temps, incluant leur comparaison statistique, aurait au moins nécessité, dans l'épreuve d'évaluation, la dissociation du temps d'évaluation comme tel du temps mis à exécuter la réponse motrice. Le temps d'évaluation aurait pu être établi en demandant au sujet de maintenir la main sur une plaque, reliée à l'ordinateur, à compter de la présentation du «contenant» et jusqu'à ce qu'il ait pris position quant à la justesse de ce qui lui était présenté. Le temps d'exécution motrice aurait pu être défini par le temps écoulé entre le moment où la main du sujet quitte la plaque et celui où il fournit sa réponse. La pertinence de cette dissociation n'est malheureusement devenue claire qu'une fois la collecte des données presque complétée.

interprétation de la moindre rapidité des filles à l'épreuve d'évaluation, cette interprétation servant d'assise à celle de la moindre rapidité des garçons à l'épreuve de production.

Temps de réponse dans la tâche d'horizontalité des
liquides à l'épreuve d'évaluation

Dans le cas de l'épreuve d'évaluation avec «contenants» inclinés, le plus long temps de réponse observé chez les filles pourrait être dû à ce que, parmi les participants ne connaissant pas le principe de l'horizontalité des liquides, la proportion de filles soit plus élevée. En effet, il est d'une part aisé de concevoir que les individus ignorant ce principe mettent plus de temps à juger de l'exactitude de la position de la surface de l'eau puisqu'il est vraisemblable que, pendant un essai, ils sont plus nombreux à d'abord se demander comment procéder pour parvenir à répondre que ne le sont les individus connaissant le principe d'invariance. D'autre part, la différence intersexes disparaît lorsque l'analyse tient compte de la connaissance du principe.

Le fait que le recours au test du X^2 ne donne pas lieu, dans le groupe In-E-Év ici concerné, à une différence significative ($X^2 = 1,14$, $dl = 1$, $N = 45$) entre les proportions de filles (.48) et de garçons (.64) ne connaissant pas le principe ne paraît pas constituer une

forte objection à cette explication étant donné la différence manifestement non négligeable entre ces proportions, la moindre sensibilité de ce test statistique par rapport aux autres (anova et ancova) effectués et la validité moins probante de la mesure en cause par rapport à celle du temps de réponse.

Quelle pourrait donc être la nature des activités mentales influençant le temps de réponse dans lesquelles s'engagent respectivement les individus qui connaissent le principe et ceux qui l'ignorent? Les premiers vérifient vraisemblablement si la surface de l'eau est parallèle à une ligne critère, probablement celle représentant la table, en comparant les distances entre chacune des extrémités de la surface et un point de la ligne critère situé perpendiculairement sous cette extrémité. Les seconds cherchent peut-être à identifier quels sont les paramètres déterminant la position de la surface de l'eau dans un «contenant» incliné, puis, une fois ceux-ci établis, vérifient si la surface s'y conforme. De plus, peut-être confrontent-ils les paramètres qu'ils parviennent à dégager avec l'orientation effective de l'eau dans les «contenants» qui leur sont subséquentement présentés. Peut-être également cherchent-ils, dans une certaine mesure, à être cohérents par rapport à leurs réponses antérieures, ce qui nécessite un temps supplémentaire pour recouvrer ces réponses en mémoire et comparer les diverses orientations du

«contenant» et de l'eau qui les ont suscitées.

Cette description hypothétique des activités mentales en cours selon que le principe de l'horizontalité des liquides est respectivement connu ou non ne tient toutefois pas compte de la possibilité que certains individus connaissant ce principe hésitent pourtant, leurrés par la plausibilité perceptive de l'orientation de la surface de l'eau qu'illustre la ligne s'écartant de 10° de l'horizontale contrairement à celle s'en éloignant de 20° , ainsi que le suggère l'allongement du temps d'évaluation observé dans le cas de la première ligne chez filles et garçons détenant cette connaissance. Quelques-uns pourraient même en venir à douter, du moins momentanément, du principe d'invariance et entreprendre de chercher un autre principe. La description proposée ne tient pas non plus compte de la possibilité que certains individus ignorant le principe en cause adhèrent sans hésitation à une autre règle de résolution, évidemment erronée. Dans un tel cas, quant au temps dont ils ont besoin les premiers se comporteraient vraisemblablement, avec les ajustements nécessaires, comme les individus ignorant le principe, les seconds comme ceux le connaissant. La nature des activités ici suggérées pourrait être confirmée par l'analyse entreprise par Morin (en préparation), à partir des verbalisations enregistrées en situation de pensée à voix haute, du fonctionnement adopté, entre autres, dans la

tâche d'horizontalité des liquides.

En plus, il est possible que certains des individus connaissant le principe de l'horizontalité des liquides, soit ceux, probablement nombreux, qui l'ont abstrait eux-mêmes, possèdent de meilleures aptitudes visuo-spatiales. Ces dernières, variables d'un individu à l'autre, consisteraient, entre autres, dans la capacité à juger rapidement qu'une ligne est horizontale ou non; la tendance centrale de la distribution en cause différerait selon le sexe. Cette position est appuyée par le fait que, dès l'enfance, les individus de sexe féminin manifestent en moyenne une moins bonne acuité visuelle que ceux de sexe masculin (Baker, 1987; Velle, 1987). Comme le proposent Vasta et al. (1994), les aptitudes ici pertinentes auraient été déterminantes quant à l'observation antérieure, dans la vie quotidienne, du fait de l'invariance de l'orientation des liquides et, conséquemment, de l'accession au principe de l'horizontalité des liquides et de la réussite dans la tâche où il s'applique. Montrant que les individus, femmes ou hommes, connaissant ce principe sont un peu plus exacts que ceux l'ignorant lorsque la tâche consiste à tracer une horizontale ou une verticale dans un rectangle incliné, Vasta et ses collaborateurs (1993) mettent de l'avant la même explication, tout en constatant le degré élevé d'exactitude des deux types d'individus. Il se peut également que le fait de posséder de bonnes aptitudes

visuo-spatiales conduise indirectement à la connaissance du principe en incitant l'individu à s'inscrire à des cours de physique dans lesquels il apprendra ce principe, au niveau de l'école secondaire par exemple.

Le plus long temps de réponse des filles noté avec les «contenants» à l'horizontale relèverait globalement des mêmes raisons. Quant au temps plus élevé mis par les filles avec les «contenants» à la verticale, il s'expliquerait surtout par les aptitudes visuo-spatiales invoquées plus haut. S'il est vrai que, pour ces «contenants», la connaissance du principe n'est pas corrélée à la vitesse d'évaluation, l'examen des résultats de l'ancova révèle toutefois l'annulation de la moindre rapidité des filles que dégagait l'anova effectuée sans tenir compte de la connaissance du principe. Par conséquent, dans la mesure où il peut être interprété comme une tendance de la connaissance du principe à faire disparaître la différence intersexes dans le temps d'évaluation, ce dernier résultat plaide plutôt en faveur de l'explication avancée.

Temps de réponse dans la tâche de l'horizontale
à l'épreuve d'évaluation

Lorsqu'il faut évaluer si une ligne représente une horizontale, les filles mettent également plus de temps que les garçons, quelle que soit la position du «contenant». Il est peu vraisemblable que cette différence soit due à ce

qu'elles seraient alors simplement plus lentes à déplacer la manette pour indiquer leur réponse. Si tel était le cas, il faudrait aussi, du moins en partie, imputer leur moindre rapidité à la tâche d'horizontalité des liquides à leur lenteur motrice. Mais le fait que la prise en compte de la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides annule la différence intersexes dans cette dernière tâche affaiblit, voire invalide, la contribution du temps moteur de déplacement dans celle de l'horizontale. Autrement, cette annulation obligerait à supposer qu'il existe une relation entre connaissance du principe et temps de déplacement. Or, il n'est pas aisé de concevoir de quelle manière ces deux variables pourraient être associées. En quoi un individu dont les mouvements manuels sont dans l'ensemble rapides aurait-il pu être avantagé, pendant son développement, dans la compréhension du principe? Ou à l'inverse, en quoi cette compréhension serait-elle de nature à accélérer l'ensemble de ses mouvements manuels? On voit mal encore quelle autre variable pourrait être responsable à la fois de la connaissance du principe et de la vitesse de mouvement. Il est davantage plausible que la moindre rapidité des filles à la tâche de l'horizontale soit associée à leurs plus faibles aptitudes visuo-spatiales, tel que suggéré dans la section précédente.

Temps de réflexion dans la tâche d'horizontalité
des liquides à l'épreuve de production pour
les «contenants» inclinés

Dans la tâche d'horizontalité des liquides en version de production, le plus court temps de réflexion des filles pour les «contenants» inclinés pourrait être dû à ce que filles et garçons ignorant le principe d'invariance n'abordent pas la situation de la même façon. Cette explication présuppose qu'une telle ignorance prolonge le temps de réflexion, ce que trois arguments appuient. Tel que mentionné plus haut, il est d'abord plausible de penser que l'ignorance du principe augmente le temps de traitement de manière générale. Ensuite, cette ignorance accroît de fait le temps d'évaluation. Enfin, après introduction de la connaissance du principe, comme covariable ou facteur, l'analyse du temps de réflexion montre que le fait d'ignorer le principe allonge ce temps, du moins chez les garçons.

Telle ignorance se retrouve en effet chez six garçons, soit 27% de ceux du groupe In-E-Tr. L'objection selon laquelle la distribution des temps de réflexion des garçons de ce groupe inclurait des données aberrantes la rendant artificielle n'est pas justifiée, cette distribution ne comptant pas de semblables données. Même si l'application du critère de Tukey (1977: voir Bertrand, 1986) ne permet pas de juger aberrantes plus de deux de ces données,

l'examen de la distribution des temps de réflexion de l'ensemble des 22 garçons du groupe In-E-Tr révèle que ceux des garçons ignorant le principe se situent respectivement aux centiles 33, 62, 67, 90, 95 et 100. De plus, dans les distributions des temps de traçage et de vérification des garçons du même groupe, aucun de ces six sujets n'affiche de temps aberrant, ce qui invite à penser que leurs temps ne comportent aucune particularité justifiant de les écarter de l'analyse. Il semble donc que le temps de réflexion des garçons ignorant le principe excède bien celui des garçons le connaissant.

Par ailleurs, si le fait d'ignorer le principe de l'horizontalité des liquides augmente le temps de réflexion des garçons, pourquoi la même covariation n'existe-t-elle pas chez les filles, son absence entraînant la différence intersexes obtenue? Il faut d'abord souligner que la proportion de filles qui ignorent le principe dans le groupe In-E-Tr étant élevée (.65), elle aurait permis à une possible covariation de se manifester. Par conséquent, la conclusion selon laquelle l'ignorance du principe ne joue pas chez les filles semble fiable. Il ne paraît pas justifié de mettre la différence intersexes, chez les sujets ignorant le principe, au compte de l'intervention de moins bonnes aptitudes visuo-spatiales à juger de l'horizontalité d'une ligne, intervention qui a été proposée auparavant pour comprendre l'allongement du temps

d'évaluation à la tâche d'horizontalité des liquides chez les filles. En effet, ce temps est ici écourté, du moins dans sa composante antérieure à l'émission de la réponse. De plus, filles et garçons sont comparables lors du tracé d'une horizontale dans un «contenant» incliné.

Il ne semble pas non plus justifié d'invoquer un facteur motivationnel selon lequel filles et garçons considérant la tâche d'horizontalité des liquides comme «masculine», c'est-à-dire mieux maîtrisée par les individus masculins, chez les sujets ignorant le principe, les filles se seraient moins appliquées que les garçons. En effet, dans le cadre d'une épreuve de production, Robert (1990) a montré à la fois que femmes et hommes jugent plutôt cette tâche «neutre», c'est-à-dire susceptible d'être réussie par des individus de l'un ou l'autre sexe, et qu'il n'y a pas de corrélation entre la réussite et la catégorisation de la tâche quant à sa stéréotypie sexuelle. De plus, l'intervention de ce facteur est contredite par les résultats obtenus à l'épreuve d'évaluation où filles et garçons ignorant le principe mettent le même temps à répondre.

Le facteur en cause pourrait être d'ordre cognitif. Les filles ignorant le principe de l'horizontalité des liquides en posséderaient d'emblée un autre, erroné (par exemple, «la surface du liquide atteint un point plus haut sur la paroi la plus basse du «contenant» incliné que sur

celle la plus haute»), ou l'élaboreraient sur place, et s'y tiendraient. Si l'ignorance du principe d'invariance n'est pas déterminante chez les filles traçant la position de la surface de l'eau alors qu'elle l'est chez leurs consoeurs évaluant si une ligne représente cette position, ce serait parce que les premières ne sont aucunement contestées dans leur analyse, tandis que les secondes, voyant leur principe contredit à l'occasion de certains essais (présentant des positions de la surface de l'eau qui sont incompatibles avec ce principe), se mettraient à douter de ce dernier et, par conséquent, à ralentir. Par ailleurs, si la même ignorance est déterminante chez les garçons traçant la position de la surface de l'eau, ce pourrait être parce qu'ils doutent davantage que les filles du principe erroné d'emblée appliqué ou de celui qu'ils viennent d'établir, ou encore qu'ils mettent plus de temps qu'elles à en identifier un. Cette interprétation pourrait être vérifiée en demandant aux sujets d'indiquer, après avoir effectué leur tracé, leur degré de confiance ou de certitude dans la validité de celui-ci. Si Miller (1986) a enregistré un tel indice, il n'en a par contre pas analysé les variations en référence au sexe des sujets et à leur connaissance du principe d'invariance.

TRAITEMENT DE L'INFORMATION EFFECTUÉ DANS LA
TACHE D'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES

Fondées sur des comparaisons particulières des temps de réponse obtenus, trois hypothèses spécifiant le traitement de l'information qui pourrait s'être effectué dans la tâche d'horizontalité des liquides sont ici mises de l'avant.

Hypothèse 1: Similitude entre réflexion et évaluation chez les sujets soumis à la tâche d'horizontalité des liquides et connaissant le principe en cause et ceux soumis à la tâche de l'horizontale

Pour les «contenants» inclinés, aux moments de la réflexion dans l'épreuve de production et de l'évaluation dans celle d'évaluation, les temps requis par les sujets soumis à la tâche d'horizontalité des liquides et qui connaissent le principe physique en cause ne se distinguent pas significativement de ceux des sujets exécutant la tâche de l'horizontale. Cette constatation invite à penser que le traitement de l'information dans lequel les premiers sujets s'engagent alors ne comporterait pas de composante additionnelle par rapport à celui auquel se consacrent les seconds. Le traitement mis en oeuvre chez chacun de ces deux ensembles de sujets pourrait même être identique. Chez les sujets connaissant le principe d'invariance, les

exigences de la tâche d'horizontalité des liquides se réduiraient ainsi à l'activation de dimensions visuo-spatiales intrinsèques à la production d'une horizontale dans un «contenant» incliné ou à l'évaluation de la justesse d'une ligne dont le sujet sait qu'elle devrait être horizontale.

Hypothèse 2: Absence de questionnement sur la position
de la surface de l'eau aux moments du traçage
et de la vérification

Par ailleurs, dans l'épreuve de production avec «contenants» aussi bien inclinés qu'à l'horizontale, aux moments du traçage et de la vérification les temps nécessités chez filles et garçons traçant la position de la surface de l'eau ne sont pas significativement différents de ceux de leurs homologues traçant une horizontale. Ceci permet de formuler l'hypothèse que, lors de ces deux étapes de la tâche, la question de savoir comment se positionne la surface de l'eau dans un «contenant» qui a été déplacé pour être incliné ou placé à l'horizontale ne préoccupe plus les premiers sujets. En effet, si, pendant ou après leur tracé, ces derniers n'avaient pas encore répondu à cette question, leurs temps de traçage et de vérification devraient être supérieurs aux temps correspondants dans l'autre condition. Cette hypothèse reçoit un appui additionnel de ce que, quelle que soit la position du «contenant», il n'y a de

différence significative ni dans les temps de traçage, ni dans les temps de vérification, selon que les sujets connaissent ou non le principe de l'horizontalité. Dans le cas du temps de traçage, il est également plausible que pour un sujet, fille ou garçon, qui considère que la ligne illustrant la surface de l'eau doit être une droite (ce qui est le cas de la quasi-totalité des participants, ainsi que le précise le chapitre précédent), peu importe qu'elle soit horizontale et donc juste, ou oblique et donc erronée, aussitôt le trait amorcé, la suite en est déterminée et ne fait pas l'objet d'un traitement conceptuel supplémentaire par rapport à celui en jeu dans la production d'une horizontale.

Mais pourquoi tracer la position de la surface de l'eau dans un «contenant» à la verticale nécessite-t-il moins de temps que tracer une horizontale? Il importe de rappeler que les anovas 2 (sexe) x 2 (nature de la tâche) pour les «contenants» inclinés et à l'horizontale ont révélé un effet non significatif, mais non clairement nul, de la nature de la tâche (respectivement, $p = .17$ et $.09$ ($.06$ après le retrait d'un sujet quasi aberrant)). L'examen des temps moyens concernés montre que le temps mis pour tracer la position de la surface de l'eau dans ces «contenants» tend toujours à être inférieur, chez les deux sexes, à celui pour y tracer une horizontale. Il se pourrait donc qu'une tendance, déjà perceptible dans les

«contenants» inclinés et à l'horizontale, se soit accentuée dans les «contenants» à la verticale. Ainsi, quand les sujets devaient tracer une horizontale, ils se seraient toujours appliqués davantage que pour tracer la position de la surface de l'eau en vue de produire une ligne qui soit à la même hauteur sur chacun des côtés du «contenant», sans ondulation ni dénivellation. Ce soin accru résulte peut-être de ce que la tâche paraissant trop facile, voire simpliste, les sujets s'y sont imposé d'eux-mêmes la contrainte de parvenir, sans instrument (règle ou rapporteur) pour les aider, à une telle ligne. Lorsque les «contenants» sont à la verticale, la tâche devient franchement triviale puisqu'elle se résume à reproduire le trait vu dans le «contenant» de départ. Cette trivialité a pu inciter les sujets traçant une horizontale à un supplément de perfectionnisme face au défi qu'ils se seraient donné de produire une horizontale parfaite. Une telle explication pourrait être en partie validée par l'obtention du jugement des participants quant à l'effort et au soin qu'ils ont déployés dans les deux tâches en cause.

Hypothèse 3: Absence de différence intersexes sur le
plan de la tendance à vérifier l'exactitude
du tracé

Enfin, l'absence de différence intersexes

significative dans le temps de vérification tranche avec une des hypothèses avancées par Linn et Petersen (1985) pour expliquer que les femmes soient plus lentes que les hommes dans les tâches de rotation mentale. Selon ces auteures, le temps plus élevé dont les femmes ont alors besoin traduirait en partie leur plus grande propension à vérifier une réponse avant de la donner. Or, les présents temps de vérification suggèrent l'absence de ce penchant aussi bien dans la tâche d'horizontalité des liquides que dans celle de l'horizontale¹. Le fait que le temps de réflexion des filles ne soit pas significativement plus élevé que celui des garçons indique incidemment qu'elles

¹ Même si les chapitres précédents ne le spécifient pas, des efforts ont, dans la présente étude, été déployés pour mesurer plus directement cette propension à une certaine méticulosité. En vain, des recherches ont d'abord été menées dans le secteur de la psychométrie en vue de repérer un instrument mesurant ce trait de personnalité de façon satisfaisante. Devant cet échec, diverses solutions ad hoc ont été mises en place. Ainsi, après la tâche principale, le sujet devait évaluer si, pendant la tâche, il avait vérifié («jamais», «rarement», «plutôt rarement», «plutôt souvent», «souvent» ou «toujours») sa réponse avant de passer à l'essai suivant. Puis il a complété les 60 premiers items du sous-test «comparaison de noms» de la forme B de la Batterie générale de tests d'aptitude (BGTA) (Institut de recherches psychologiques, 1987). Il devait indiquer si les noms constituant une paire étaient écrits de façon «exactement semblable» (Salon Francine - Salon Francine) ou «différente» (Me Claude Sirois - Me Claude Siroi). Nombre d'erreurs et temps mis à compléter étaient mesurés. Le sujet devait ensuite évaluer, de la même façon qu'après la tâche principale, si, pendant l'épreuve, il avait vérifié sa réponse avant l'essai suivant. Enfin, lorsqu'il produisait un tracé sur support informatique, le nombre de fois, à chaque essai, où il appuyait sur la clé «recommence» était enregistré par l'ordinateur; sur support papier, l'expérimentateur notait, à chaque essai, le nombre de fois où le sujet utilisait la gomme à effacer.

n'auraient pas non plus déplacé à la fin de la réflexion, juste avant l'amorce du traçage, l'étape de la vérification, non pas d'un tracé déjà produit, mais de celui qu'elles ont l'intention de produire et qu'elles se représentent mentalement.

EXACTITUDE DANS LA TACHE D'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES

La section suivante propose des éléments d'explication quant à la présence ou non d'une différence intersexes significative dans l'exactitude à la tâche d'horizontalité des liquides, d'abord dans l'épreuve de production, ensuite dans celle d'évaluation.

¹ Toutefois, aucune de ces mesures n'a été incluse dans l'analyse des résultats puisque, pour différentes raisons, toutes sont apparues inadéquates au terme de la collecte des données. En effet, quant à la vérification des réponses durant la tâche principale, la définition des quatre choix non extrêmes a pu varier selon les sujets; de plus, la question ne spécifiant pas s'il s'agissait de réponses mentales ou effectives, les sujets ont pu se prononcer sur des réponses de nature différente. D'autre part, compte tenu que la comparaison de noms n'exigeait aucun traitement visuo-spatial, la validité de cette épreuve pour mesurer la méticulosité dans le cas d'un tel traitement a été remise en question. Par ailleurs, d'autres facteurs que la méticulosité ont pu inciter à la reprise d'un essai sur support informatique: il s'agit, par exemple, de l'exigence de recommencer un essai si le crayon était retiré de l'écran avant la fin du tracé. Enfin, dans la supervision faite du travail des divers expérimentateurs, une faible importance a été accordée à leur notation du nombre d'utilisations de la gomme à effacer, de sorte que la mesure manque d'exactitude. N'est pas étranger à ce peu d'importance le fait qu'il est devenu évident, en cours de collecte, que l'utilisation de la gomme à effacer sur support papier n'était pas comparable à la reprise d'un

Épreuve de production

Lorsqu'il s'agit de tracer la position de la surface de l'eau, la différence intersexes prédite est significative ou non selon le support sur lequel l'épreuve est exécutée. L'examen des résultats obtenus sur support informatique précède celui des résultats obtenus sur support papier.

Supériorité des garçons dans le groupe In-E-Tr

Dans le groupe In-E-Tr, les filles réussissent moins d'essais que les garçons selon une analyse graphique, pour les «contenants» inclinés, et un test statistique, pour ceux à l'horizontale. Ces résultats paraissent reliés au fait que la réussite est associée à la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides et que, dans ce groupe, la proportion de filles détenant cette connaissance est moins élevée que celle de garçons. La possibilité d'une relation entre réussite et connaissance reçoit les appuis suivants.

D'abord, pour les «contenants» inclinés, la distribution des proportions de sujets connaissant ou non le principe selon la proportion d'essais réussis (voir la

essai sur support informatique. En effet, des facteurs propres à chaque support pouvaient affecter la mesure: par exemple, sur support informatique, le sujet devait recommencer son essai s'il retirait le crayon de l'écran, tandis que, sur support papier, le faible investissement en temps que pouvait représenter l'utilisation de la gomme à effacer a pu inciter les sujets à le faire fréquemment.

figure 4) révèle que les premiers tendent à réussir plusieurs essais, les autres peu. Également, pour les «contenants» à l'horizontale, tous les sujets connaissant le principe réussissent parfaitement, tandis qu'échouent quasi complètement 29% de ceux qui l'ignorent.

De plus, dans tous les autres groupes où la tâche n'a pas été complétée parfaitement ou presque, soit les groupes où, dans des «contenants» inclinés, sur support papier, les sujets tracent la position de la surface de l'eau et où, dans les mêmes «contenants», sur supports informatique et papier, ils évaluent la justesse de cette position, l'analyse (graphique dans le premier cas et statistique dans les autres) révèle que la proportion d'essais réussis est plus élevée chez les sujets connaissant le principe que chez ceux l'ignorant.

Par ailleurs, si la recherche de McGillicuddy-De Lisi et al. (1988) fait état d'une absence de relation entre la connaissance du principe et la réussite, plusieurs auteurs ont constaté que le rendement des individus détenteurs de cette connaissance surpassait celui des autres (Howard, 1978; Kalichman, 1989; Kelly et Kelly, 1977; Liben et Golbeck, 1984; Pulos, 1992; Robert et Harel, 1996; Thomas et Jamison, 1975; Thomas et Lohaus, 1993; Wittig et Allen, 1984) quoique la différence ne soit pas toujours élevée (Myer et Hensley, 1984).

Enfin, l'existence d'une relation entre réussite et

connaissance paraît corroborée par le niveau élevé, du moins chez les filles et les garçons du groupe In-H-Tr et chez les garçons du groupe Pa-H-Tr, qu'atteint la réussite du tracé d'une horizontale. En effet, quant aux problèmes que soulève sa production, ce tracé peut être considéré équivalent à celui de la position de la surface de l'eau sauf en ce qui concerne le problème préalable, dans le second cas, de l'identification de cette position. Si plusieurs tracés de la position de la surface de l'eau sont inexacts et que la plupart des tracés d'une horizontale sont exacts, il semble qu'il faille attribuer la différence à ce problème supplémentaire. Or, sa solution est reliée à la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides. Il est donc plausible de penser que, dans la tâche d'horizontalité des liquides, le niveau de réussite atteint par les sujets, quel que soit leur sexe, est associé au fait de connaître ou non le principe physique en cause.

Absence de différence intersexes significative

dans le groupe Pa-E-Tr

Dans le groupe Pa-E-Tr, l'absence de différence significative entre les deux sexes, sur le plan de la proportion d'essais réussis, contraste cependant avec la précédente supériorité des garçons, de même qu'avec la constatation habituelle de cette supériorité (Kalichman,

1988; Linn et Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Compte tenu de ces faits et du rôle que semble jouer la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides dans les temps de réflexion et d'évaluation et dans la réussite du groupe In-E-Tr, la présente absence de différence intersexes significative pourrait être attribuée à celle entre les proportions de filles et de garçons connaissant le principe.

Il paraît toutefois difficile d'apporter une interprétation convaincante de l'absence d'une différence significative dans les proportions de filles et de garçons connaissant le principe (absence manifeste, du reste, dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év). Ainsi, des éléments appuient, mais d'autres infirment, la double explication suivante. D'une part, le pourcentage de filles qui ont participé à l'expérience au début de la collecte des données serait plus élevé dans le groupe In-E-Tr que dans les autres groupes. D'autre part, au fur et à mesure de la collecte, des informations concernant la nature de la tâche d'horizontalité des liquides et du principe s'y appliquant se seraient répandues dans le bassin d'étudiants d'où a été tiré le présent échantillon, annulant ainsi, dans la majorité des groupes, la supériorité des garçons quant à la connaissance de ce principe.

Plaide en faveur d'une telle diffusion le fait que la recherche s'est échelonnée sur trois trimestres consécutifs

d'enseignement dans une même institution et qu'y ont participé 365 élèves. Plaide en faveur d'un déséquilibre à travers les groupes dans le pourcentage de participantes en début de collecte le fait que si cette collecte est scindée en deux, le pourcentage de participantes à la première moitié semble plus élevé dans le groupe In-E-Tr (79) que dans les groupes In-E-Év (65), Pa-E-Tr (57) et Pa-E-Év (58). En plus, d'après la distribution de l'ensemble des sujets connaissant le principe de l'horizontalité des liquides en fonction de la progression de la collecte, le pourcentage de filles connaissant le principe semble croître de la première moitié (44) de la collecte à la seconde (63), alors que le pourcentage de garçons est stable (71 et 72).

Les éléments suivants s'opposent en revanche à cette explication. Quant au déséquilibre, entre les groupes, dans les pourcentages de participantes en début de collecte, le produit du test du chi carré appliqué aux première et seconde moitiés de la collecte, dans les groupes In-E-Tr, In-E-Év, Pa-E-Tr et Pa-E-Év, n'est pas significatif ($X^2 = 3,31$, $dl = 3$, $N = 94$).

De même, il semble peu vraisemblable que la diffusion des informations concernant le principe d'invariance, ou simplement le bon tracé à produire, ait pu jouer de façon déterminante, et ce pour plusieurs raisons. D'abord, il y a lieu de penser que la probabilité que le sujet parle à

d'autres de la tâche d'horizontalité des liquides était relativement faible parce qu'à part cette tâche particulière, il était soumis à des tâches dites de diversion, choisies principalement en fonction de leur fort attrait présumé, et donc davantage susceptibles de donner envie aux jeunes de transmettre aux autres leurs impressions et commentaires. De plus, à la toute fin de la rencontre, l'expérimentateur faisait au sujet une demande «très importante», soit de ne dévoiler «absolument rien» de la teneur de l'expérience à qui que ce soit¹. Par ailleurs, en accueillant un nouveau sujet, l'expérimentateur lui demandait s'il avait entendu parler de l'expérience; dans le cas d'une réponse affirmative, il devait vérifier ce que le sujet savait et ne poursuivre que si les éléments connus ne pouvaient influencer sa réussite. Or, pareil cas ne s'est jamais présenté². Il est toutefois possible que certains individus aient camouflé la vérité à cause de leur intérêt (intrinsèque ou fondé sur la rétribution promise) à participer à la recherche ou de leur sous-estimation de l'importance de la question.

¹ Cependant, dans une recherche portant sur le respect de pareille consigne, Klein et Chevront (1990) en montrent le faible degré. Ainsi, 39% de leurs sujets ont déjà divulgué des informations au sortir de l'expérience et 85% l'ont fait deux semaines plus tard.

² Wuebben (1974) rapporte par contre plusieurs études montrant que la majorité des personnes dont on sait objectivement qu'elles détiennent de l'information importante sur la recherche à laquelle elles s'apprêtent à participer déclarent n'en rien connaître.

En outre, dans le questionnaire «Après la tâche principale», ayant interrogé le sujet sur la façon dont se positionne la surface de l'eau dans un pot incliné et sur les raisons d'une telle orientation, l'expérimentateur lui demandait d'où il tenait cette explication. Le sujet avait donc là la possibilité de mentionner qu'une personne l'avait récemment entretenu du principe de l'horizontalité des liquides. Si aucun participant ne l'a fait, il n'est par contre pas possible d'écarter la possibilité que, conscient de transgresser sa promesse de garder le silence, l'informateur du sujet l'ait prévenu de ne rien dévoiler de la tâche d'horizontalité des liquides, l'incitant donc implicitement à ne pas dire ce qu'il savait. Également, à la fin de l'examen, l'expérimentateur demandait au sujet si, pendant les différentes tâches, le souvenir d'un étudiant du collège lui en ayant récemment parlé lui était venu à l'esprit. Si la réponse était affirmative, l'expérimentateur devait s'enquérir du contenu du souvenir et ne conserver les données du sujet que si ce souvenir ne pouvait les avoir influencées. Or, environ 5% des participants ont émis une réponse affirmative; la teneur du souvenir rapporté ne s'est avérée pertinente chez aucun d'entre eux.

S'ajoute le fait que le résultat du test, toutefois peu puissant, du chi carré, appliqué, chez chaque sexe séparément, aux fréquences de sujets connaissant et

ignorant le principe de l'horizontalité des liquides selon la période (première et seconde moitiés) de la collecte des données, n'est significatif ni chez les garçons ($X^2 = 0,02$, $dl = 1$, $N = 89$), ni chez les filles quoiqu'il s'approche ici de la valeur critère ($X^2 = 3,16$, $dl = 1$, $N = 90$). Par ailleurs, il apparaît difficile d'expliquer pourquoi la diffusion des informations se serait faite plus aisément en direction des filles ignorant le principe qu'en direction de leurs homologues masculins. Enfin, les multiples tentatives d'entraîner des individus produisant des tracés incorrects à les modifier (par exemple, en fournissant le principe sous-jacent ou en démontrant de manière visuelle l'horizontalité de la surface de l'eau) n'ont eu qu'un faible impact (Liben, 1991b). L'explication selon laquelle des informations pertinentes à la réussite de la tâche d'horizontalité des liquides se seraient répandues dans le bassin d'étudiants à la faveur d'une longue collecte de données, d'où une hausse de la proportion de filles connaissant le principe dans certains groupes, semble donc contestable.

Une seconde explication voudrait que des facteurs sociaux récents, tels un changement dans la configuration des différences intersexes sur le plan des habiletés cognitives ou un changement dans les pratiques éducatives les sous-tendant (Voyer et al., 1995), aient ici fait disparaître la différence entre filles et garçons quant à

la connaissance du principe, sauf dans le groupe In-E-Tr, probablement à cause d'un hasard d'échantillonnage. Elle ne paraît pas d'emblée valide puisque l'application du test du chi carré à l'ensemble du présent échantillon révèle bien que plus de garçons que de filles connaissent le principe physique sous-jacent à cette tâche.

En conséquence, les deux explications qui viennent d'être examinées paraissent relativement faibles. Reste peut-être une explication de nature technique selon laquelle dans la population dont proviennent les participants, la différence n'est pas assez élevée entre les proportions de filles et de garçons connaissant le principe pour être détectée dans une portion de l'échantillon au surplus par le test au départ peu puissant du chi carré. Appuie cette possibilité le fait que, dans chaque groupe, la proportion de filles connaissant le principe semble inférieure à celle des garçons et que, lorsque les fréquences étudiées sont celles, plus grandes, pour l'ensemble des groupes, le test du chi carré permet effectivement de conclure à un tel écart intersexes.

Épreuve d'évaluation

Lorsqu'il s'agit d'évaluer si l'orientation d'une ligne dans des «contenants» inclinés illustre correctement la position de la surface de l'eau, la réussite des filles et des garçons ne diffère pas significativement, que ce

soit sur support informatique ou sur support papier. L'absence d'une telle différence contraste de nouveau avec les résultats habituels où les filles se trompent alors plus souvent que les garçons (Harris et al., 1977; Wittig et Allen, 1984). Elle pourrait être rapprochée du fait qu'il n'y a pas de différence significative entre les proportions de filles et de garçons connaissant le principe en cause. Que l'introduction d'une telle connaissance dans l'analyse mette au jour la supériorité de l'exactitude des individus la possédant était cette position.

L'importance de cette variable est également appuyée par le niveau élevé qu'atteint la performance dans la tâche de l'horizontale. En effet, puisque la quasi-totalité des sujets y réussissent parfaitement, pour une grande majorité d'entre eux, reconnaître une horizontale dans un «contenant» incliné ne pose pas problème. Ce résultat incite à penser que si des sujets ratent des essais dans la tâche d'horizontalité des liquides, la cause n'en réside pas dans une incapacité à reconnaître une horizontale. Comme cette dernière tâche paraît ne se distinguer de celle de l'horizontale que par la difficulté supplémentaire que peut représenter, pour certains, le comportement des liquides, il est plausible que la cause des échecs y soit principalement une méconnaissance de ce comportement.

Par ailleurs, le fait que, dans la tâche d'horizontalité des liquides, les sujets ignorant le

principe physique en cause ratent plutôt les essais où la surface de l'eau à l'intérieur du «contenant» incliné est à -10° et à 10° de l'horizontale que ceux où elle est à -20° , 0° et 20° corrobore les résultats de Harris et al. (1977) et de Wittig et Allen (1984) et suggère que la conception erronée qu'entretiennent les participants au sujet de la réaction d'un liquide les amène à situer la surface du liquide en-deçà de 20° , en valeur absolue, de l'horizontale. Il en est peut-être légèrement différemment lorsque la tâche est effectuée sur support informatique, les sujets qui ignorent le principe ratant aussi plus d'essais lorsque la surface de l'eau est à -20° plutôt qu'à 0° . De plus, le produit d'une comparaison semblable lorsque la surface est à 20° ou à 0° atteint presque ($p = .008$) le seuil de signification fixé pour conclure à une tendance. Sur support papier, la différence entre la réussite à -20° et à 0° et celle entre la réussite à 20° et 0° sont par contre éloignées de ce seuil ($p = .36$ et $.04$). Il se peut donc que, sur support informatique, la limite supérieure de la zone où le sujet place par erreur la surface d'un liquide dans un «contenant» incliné soit, pour des raisons d'ordre vraisemblablement perceptif qui restent à être identifiées, plus élevée que sur support papier.

Enfin, s'agissant d'évaluer si une ligne représente une horizontale, presque aucune erreur n'est commise, que la ligne soit posée à l'horizontale ou à 10° ou 20° , en

valeur absolue, de l'horizontale. Cette constatation permet donc d'affirmer incidemment que lorsque le sujet trace la position de la surface de l'eau dans un «contenant» incliné, même si son tracé ne s'écarte que de 10° de l'horizontale, il est capable de l'en discriminer. Par conséquent, un sujet qui, dans la tâche d'horizontalité des liquides, produit un tracé distant de plus de 10° de l'horizontale ne le fait pas parce que sa localisation de l'horizontale est perceptivement biaisée par l'inclinaison du «contenant», mais plutôt parce qu'il entretient une conception erronée du comportement d'un liquide dans un tel «contenant».

MESURE DE LA CONNAISSANCE DU PRINCIPE DE L'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES

Bien que les présents résultats traduisent l'importante association entre connaissance du principe de l'horizontalité des liquides et réussite à la tâche où intervient ce principe, la relation n'est toutefois pas parfaite. Ainsi, la figure 4 montre que, sans connaître ce principe, une fille et un garçon du groupe In-E-Tr et un garçon du groupe Pa-E-Tr réussissent tous leurs essais; inversement, même en le connaissant, un garçon du groupe In-E-Tr n'en réussit que la moitié, et un du groupe Pa-E-Tr que 40%. Il se peut que cette relation imparfaite soit due en partie à la difficulté multidimensionnelle, soulevée par

Robert, Pelletier, St-Onge et Berthiaume (1994), de mesurer avec précision la connaissance en cause.

Les questions ici employées pour procéder à cette mesure (voir les questions 1 et 2 du questionnaire «Après la tâche principale» à l'Appendice A) ne sont peut-être pas tout à fait adéquates. En effet, à première vue, la référence par le sujet au principe physique de la gravité ou un énoncé comme «la surface de l'eau est droite» quant à la position de cette surface peuvent paraître des indices sûrs de la connaissance du principe et, à l'inverse, un énoncé comme «la surface de l'eau est penchée», un indice clair de son ignorance. Or, dans la présente recherche, un sujet attribue à l'action de la gravité ses tracés obliques et un autre, considérant le «contenant» comme référent, dit d'un tracé horizontal et d'un autre parallèle au fond du «contenant» qu'ils illustrent une surface de l'eau respectivement «penchée» et «droite». Une évaluation de la connaissance du principe qui ne tablerait que sur l'enregistrement de la première réponse du sujet sans lui demander des précisions additionnelles, ce qui fut souvent le cas ici, risque donc de voir sa validité réduite.

De plus, lorsque la mesure est, comme ici, effectuée à la fin de la tâche, la validité peut également être amoindrie par la possibilité que le sujet découvre le principe après plusieurs essais ratés, voire au moment même où sa connaissance est évaluée bien qu'il ait

systématiquement échoué auparavant. Au total, ces diverses sources de faible validité expliquent peut-être également l'absence de relation élevée dans d'autres recherches ayant étudié la relation entre réussite et connaissance du principe (Kalichman, 1989; McGillicuddy-De Lisi et al., 1988; Myer et Hensley, 1984; Pulos, 1992; Thomas et Lohaus, 1993).

Pour augmenter la validité de la mesure, il pourrait être préférable d'utiliser, dans les cas d'examen individuel, la méthode clinique proposée par Piaget (1926/1972), selon laquelle, de diverses façons, l'expérimentateur conduit le sujet à clarifier ses réponses (au risque cependant de lui suggérer plus ou moins volontairement la bonne réponse). Dans les cas d'examen collectif, pourrait être posée une question demandant de déterminer l'orientation de la surface de l'eau par rapport à un référent situé à l'extérieur du «contenant», comme celle-ci:

«Renfermant une certaine quantité d'eau, un contenant incliné est posé sur une table. Il est immobile, dans cette position, depuis plusieurs heures. Pouvez-vous décrire quelle est, par rapport à la table, l'orientation de la surface de l'eau? Justifiez ensuite votre réponse?^{1,2}»

¹ Au passage, pour minimiser davantage les risques que le sujet ne se préoccupe de la variable non pertinente de la quantité d'eau que la hauteur de son tracé place dans le «contenant», il paraît préférable de lui demander d'indiquer l'«orientation» de la surface de l'eau» plutôt que sa «position».

Une fois évaluée la connaissance du principe d'invariance, devrait être posée au sujet qui s'avère posséder cette connaissance une question relative au moment où, pendant l'exécution de la tâche, il s'est référé à ce principe. Cette question pourrait être: «Durant la tâche, quand vous êtes-vous dit que la surface de l'eau est toujours parallèle au sol?» Une telle question vise à identifier les participants qui découvrent le principe en cours de performance pour les écarter du calcul de la corrélation entre connaissance et réussite. Telle que formulée, la question suggère que le principe ait pu être découvert pendant la tâche même. Elle favorise ainsi la franchise chez le sujet qui, ayant fait cette découverte après avoir produit un certain nombre de tracés erronés, serait mal à l'aise, si la question était «A quand remonte votre connaissance du fait que la surface d'un liquide est toujours parallèle au sol?», de dire qu'il vient de le découvrir et d'ainsi admettre ne pas avoir d'emblée invoqué un principe qui lui paraîtrait maintenant évident. A cette

² Cette question s'inspire de celle de Longpré (1997, expérience 2) qui rapporte une corrélation de .53 entre réussite et connaissance chez les hommes et de .84 chez les femmes. Ces corrélations ne sont pas parfaites. Toutefois, la procédure sous-jacente à leur obtention ne permet d'une part pas de détecter les sujets qui découvrent le principe pendant la tâche ou au moment même où leur connaissance est évaluée; d'autre part, elle inclut une version haptique de la tâche où, par rapport à la version visuelle standard, l'horizontalité d'un élément est plus difficile à évaluer et où l'exactitude des hommes s'avère moindre que dans la version standard.

dernière question, ce sujet pourrait répondre, malgré ses premiers tracés erronés, que sa connaissance du principe est antérieure à l'expérience, réduisant ainsi la corrélation entre connaissance et réussite.

MOINDRE PERFORMANCE DE CERTAINES FILLES DU GROUPE PA-H-TR

Par ailleurs, comment expliquer que, lorsqu'il s'agit, sur support papier, de tracer une horizontale dans un «contenant» incliné, le rendement des filles soit inférieur à celui des garçons? Obtenu dans le groupe Pa-H-Tr, ce résultat diffère en effet de l'absence d'écart intersexes observée dans la même condition par Liben et Golbeck (1986), de même que par Longpré (1997). L'examen de la distribution de la proportion d'essais réussis par ces filles révèle bien qu'une d'elles affiche une proportion (.05) se situant à 2,8 fois l'intervalle interquartiles du premier quartile. Mais l'explication par la présence de cette donnée aberrante n'est pas valide, la supériorité des garçons persistant après son retrait (test sur une proportion: 4,93). Invoquer l'ignorance chez certaines filles de la définition exacte du mot «horizontale» ou leur incapacité à tracer une horizontale ne paraît pas davantage valable puisque, chez toutes les filles de ce groupe, la réussite est parfaite quand le «contenant» est à l'horizontale ou à la verticale (mis à part le cas isolé d'un essai raté).

Une explication possible serait que l'exactitude de certaines de ces filles ait été perturbée par l'orientation du «contenant», ce que suggère l'analyse des essais ratés en fonction de cette orientation. En faisant abstraction de l'emplacement du «bouchon» du «contenant»¹, les orientations dans lesquelles les «contenants» étaient présentés se réduisent à deux: l'orientation «sommet du rectangle incliné vers la droite», qui inclut les «contenants» à 45° et à 225°, et l'orientation «sommet du rectangle incliné vers la gauche», qui inclut ceux à 135° et à 315°. Si l'orientation du «contenant» n'avait pas affecté celle du tracé, elle n'aurait pas influencé l'endroit, au-dessus ou au-dessous de l'horizontale (partant de l'extrémité gauche du tracé), où le sujet a placé son tracé erroné. Chez les 11 filles de ce groupe produisant des tracés incorrects, les nombres totaux d'essais ratés pour les «contenants» orientés «vers la droite» et «vers la gauche» sont respectivement 25 et 37 (plus précisément, pour les «contenants» à 45° et à 225°, 14 et 11; pour ceux à 135° et à 315°, 18 et 19). Or, à l'exception d'un essai, dans tous ceux ratés pour les

¹ Il est justifié de concevoir que le sujet ne se soit pas préoccupé de l'emplacement du «bouchon» puisque le «contenant» lui était décrit comme un rectangle dont un des côtés (celui correspondant au «bouchon») était «un peu plus large» et que, dans ce contexte, le fait que ce côté soit à une extrémité ou à une autre est sans incidence sur l'exécution de la tâche. Du reste, les résultats exposés plus bas appuient cette décision puisqu'ils ne diffèrent pas en fonction de l'emplacement du «bouchon».

«contenants» «vers la droite», les tracés sont sous l'horizontale; et dans tous les essais ratés pour les «contenants» «vers la gauche», ils sont au-dessus.

Il semble donc que l'orientation du «contenant» ait amené des filles du groupe Pa-H-Tr à incliner leur tracé d'une horizontale dans la même direction que celle du «contenant». Cette observation permet de supposer que la réussite à l'horizontalité des liquides puisse également être influencée par une composante perceptive, comme le suggéraient Vasta et ses collaborateurs (1993, 1994), en plus de celle de la connaissance du principe physique pertinent. De plus, la quasi-absence¹ d'un tel impact chez les garçons appuie l'hypothèse voulant que les individus de sexe féminin éprouvent en moyenne plus de difficulté à traiter cette composante perceptive (Liben, 1991a; Liben et Golbeck, 1980; Vasta et al., 1993).

De prime abord, le fait que ne soit pas significative la différence entre les proportions d'essais réussis des filles et des garçons traçant, d'une part, la position de la surface de l'eau sur support papier et, d'autre part, une horizontale sur support informatique pourrait suggérer que la composante perceptive en question n'affecterait que des sujets plutôt atypiques que le hasard aurait réunis

¹ Deux garçons ratent au total un essai avec un «contenant» «vers la droite» (y produisant un tracé sous l'horizontale) et deux avec des «contenants» vers la gauche (y exécutant des tracés au-dessus de l'horizontale).

dans le groupe Pa-H-Tr. Si la faible complexité de la réponse à produire dans ce groupe invite d'emblée à adopter un tel point de vue, la valeur de ce dernier ne peut être établie sans une reprise de la condition auprès d'autres échantillons.

Par contre, il est également possible que la nature du support sur lequel est exécuté le tracé d'une horizontale soit à considérer. En effet, trois filles et trois garçons du groupe In-H-Tr commettent des erreurs (les nombres totaux d'essais ratés pour les «contenants» à 45° et à 225° sont respectivement 5 et 11; pour ceux à 135° et à 315°, 6 et 4). Ces erreurs semblent légèrement plus fréquentes chez les filles (16 erreurs) que chez les garçons (10 erreurs); une fille (13 erreurs) se démarque des autres sujets (respectivement 6, 3, 2, une et une erreur). Enfin, ces erreurs illustrent la même tendance à exécuter un tracé dans la même direction que celle du «contenant» puisque, dans 75% des essais ratés pour les «contenants» «vers la droite» (56% chez les filles et 100% chez les garçons), les tracés sont sous l'horizontale et que, dans 70% des essais ratés pour les «contenants» «vers la gauche» (86% chez les filles et 33% chez les garçons), ils sont au-dessus. Il semble donc justifié de penser que, comme le groupe Pa-H-Tr, le groupe In-H-Tr inclut des sujets dérangés par la composante perceptive de la tâche. En font toutefois partie un certain nombre de garçons.

Si ces sujets sont au total moins nombreux dans le second groupe, ce pourrait être parce que deux éléments de l'exécution de la tâche sur support informatique auraient atténué cet effet perturbateur. En premier lieu, compte tenu des couleurs utilisées, le contraste entre les bords du «contenant» et le fond est moins élevé dans les dessins sur support informatique (couleur saumon sur bleu) que dans ceux sur support papier (noir sur blanc), rendant peut-être l'orientation du «contenant» moins prégnante. En second lieu, la trivialité du tracé d'une horizontale a pu être rendue moins saillante par la nécessité de procéder à l'aide d'un équipement plus complexe que celui constitué par une simple feuille de papier et un crayon. Les sujets du groupe In-H-Tr ont ainsi pu y voir un certain défi et être incités à se concentrer davantage, ce qui les aurait protégés de l'effet de l'orientation du «contenant».

EXACTITUDE A L'HORIZONTALITÉ DES LIQUIDES SELON

LA NATURE DU SUPPORT

La présente recherche visait à comparer les temps de réponse des filles et des garçons dans la tâche d'horizontalité des liquides. Comme ces temps peuvent être courts, il était préférable, voire nécessaire, que cette tâche soit exécutée sur support informatique. Or, auparavant elle l'avait toujours été sur support papier, à l'exception de ce qu'ont fait McAfee et Proffitt (1991,

expériences 4a et 4b) dont la procédure (non standard à maints égards) informatisée se limitait cependant à une épreuve d'évaluation, administrée au surplus uniquement à des femmes ayant au préalable échoué dans une épreuve de production sur support papier et à des hommes y ayant réussi. Au cas où le niveau général de réussite et l'ampleur de la différence intersexes auraient pu être affectés par une exécution sur support informatique, il était nécessaire d'examiner des groupes de contrôle travaillant sur support papier et de comparer l'exactitude découlant de chaque support.

Lorsqu'il s'agit d'évaluer la position de la surface de l'eau, l'absence de différence significative, chez filles et garçons, entre les proportions d'essais réussis sur chaque support, suggère que la nature du support n'influence pas l'exactitude des tracés de chaque sexe. Lorsqu'il faut par ailleurs tracer cette position, l'exécution sur support informatique plutôt que sur support papier abaisse la réussite des filles, du moins dans les «contenants» inclinés et à l'horizontale, mais semble sans effet sur celle des garçons. La détérioration chez les filles ne peut s'expliquer par une difficulté particulière que leur poserait l'équipement informatique pour produire des tracés horizontaux, car celles qui, avec le même équipement, ont à tracer une horizontale y parviennent quasi parfaitement.

Dans le cas de la surface de l'eau, le rendement différentiel des filles pourrait être dû au fait qu'elles sont plus nombreuses à ne pas connaître le principe de l'horizontalité des liquides dans le groupe travaillant sur support informatique que dans celui le faisant sur support papier. La relation positive entre connaissance du principe et réussite, relation notée chez les filles de chacun des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, appuie cette explication. Ne l'appuie toutefois pas l'absence de résultat significatif au test du X^2 appliqué à la proportion de filles connaissant le principe selon le support employé ($X^2 = 3,73$, $dl = 1$, $N = 45$). Toutefois, compte tenu de la faible puissance de ce test et de l'écart relativement élevé (.29) entre les proportions d'essais réussis chez les filles des deux groupes, l'explication proposée apparaît plausible.

Par conséquent, l'exécution de la tâche de l'horizontalité des liquides, dans ses versions production ou évaluation, n'est sans doute pas affectée par le recours au support informatique. Il y a donc convergence entre les présents résultats et les conclusions de la méta-analyse de Mead et Drasgow (1993), lesquelles indiquent que dans une série de tests mesurant diverses habiletés cognitives, la corrélation est élevée entre les performances obtenues sur chacun des supports papier et informatique.

Quoique la présente recherche n'ait pas eu comme objectif d'établir si, dans la tâche de l'horizontale, la

réussite serait modifiée par l'emploi du support informatique, il faut noter que cet emploi y améliore l'exactitude des tracés des filles, du moins dans les «contenants» inclinés (ce qui corrobore l'explication précédente quant à la possibilité que la plus faible réussite des filles traçant la surface de l'eau sur support informatique soit attribuable à leur moindre connaissance du principe d'horizontalité puisque, lorsqu'elles doivent tracer une horizontale, la direction de la différence découlant du support s'inverse). Par ailleurs, chez les garçons, la différence entre les proportions d'essais réussis sur chaque support n'est pas significative, ce qui suggère que le type de support n'agirait pas sur l'exactitude des garçons. Tel qu'explicité plus haut, cette amélioration paraît due à l'interprétation que les sujets font de l'emploi de l'équipement informatique, y voyant probablement une incitation à se concentrer davantage. Peut-être plus nombreuses que les garçons à être dérangées par l'orientation du «contenant», les filles bénéficieraient plus qu'eux de cette incitation. Lorsque, par contre, le sujet ne produit aucun tracé mais évalue si une ligne représente la position d'une horizontale, procéder sur support informatique paraît n'influencer l'exactitude des jugements ni chez les filles ni chez les garçons, compte tenu de l'absence de différence significative attribuable au support. A l'exception de ceux

des filles ayant tracé la position d'une horizontale, les résultats découlant de la tâche de l'horizontale concordent donc également avec ceux dégagés par Mead et Drasgow (1993).

CONCLUSION

Les présents résultats montrent que les filles mettent moins de temps que les garçons à résoudre la tâche d'horizontalité des liquides, à l'étape de la réflexion, quand des tracés doivent être produits. Cette différence intersexes serait due au fait que les garçons ignorant le principe d'horizontalité des liquides seraient plus lents que les filles correspondantes, mettant plus de temps qu'elles à établir un principe, sans peut-être y parvenir, ou doutant plus de celui établi. Le fait qu'à l'étape de la réflexion, les filles mettent autant de temps que les garçons à résoudre la tâche de l'horizontale laisse croire que la composante spatiale du traitement qu'elles doivent opérer dans la tâche d'horizontalité des liquides ne diffère pas de celle de leurs vis-à-vis masculins.

Lorsque l'épreuve consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau, les filles mettent plus de temps que les garçons. Cette différence serait due à ce que les filles présenteraient, en général, certaines lacunes sur le plan de l'habileté visuelle requise pour juger rapidement de l'orientation d'une ligne,

habileté qui pourrait contribuer à l'observation, dans la vie quotidienne, du fait de l'invariance de l'orientation des liquides. Par ailleurs, l'absence de différence intersexes dans le temps moyen d'évaluation chez les sujets qui ne connaissent pas le principe de l'horizontalité des liquides et chez ceux qui le connaissent suggère que, dans chacune de ces catégories de sujets, le traitement opéré ne diffère pas selon le sexe du sujet. Enfin, comme la différence intersexes se retrouve autant pour les «contenants» inclinés que pour ceux à l'horizontale et à la verticale, il est possible d'avancer que l'inclinaison du «contenant» n'est pas la seule cause, si elle en est une, du déficit spatial que manifestent des sujets dans la tâche d'horizontalité des liquides présentée dans une épreuve d'évaluation.

Dans la tâche d'horizontalité des liquides, que ce soit dans une épreuve de production ou d'évaluation, l'équivalence entre la réussite et le temps de réponse des sujets qui connaissent le principe et la réussite et le temps de réponse des sujets qui font la tâche de l'horizontale permet de penser que si une composante visuo-spatiale intervient dans la résolution de la tâche d'horizontalité des liquides effectuée par certains sujets, ce serait chez ceux qui ne connaissent pas le principe.

Les résultats soulignent également le rôle crucial que joue la connaissance du principe d'invariance de

l'orientation d'un liquide dans l'apparition de différences intersexes à cette tâche, tant sur le plan du temps de réponse que sur celui de l'exactitude. Par ailleurs, ce rôle pourrait être mieux cerné si des améliorations étaient apportées à la mesure de la connaissance en question. Toutefois, cette connaissance n'est probablement pas le seul facteur en cause, comme en fait foi le nombre plus élevé de filles que de garçons qui, sur papier, ratent le tracé d'une horizontale dans un «contenant» incliné. Chez les individus connaissant le principe d'invariance, la tâche d'horizontalité des liquides ne comporterait d'autre part que des dimensions visuo-spatiales intrinsèques à la production ou à l'évaluation d'une horizontale dans un «contenant». Enfin, le fait d'exécuter cette tâche sur support informatique plutôt que sur support papier n'influe vraisemblablement pas sur l'exactitude des réponses.

Moins centraux que les précédents, mais néanmoins pertinents, les éléments suivants se dégagent des résultats et de l'interprétation qui en a été proposée. Aux étapes du traçage et de la vérification, filles et garçons, qu'ils connaissent ou non le principe d'invariance, ne se préoccuperaient plus de la question de savoir comment se positionne la surface de l'eau dans un «contenant» incliné et ne différeraient pas quant au traitement mental qu'ils opèrent dans la tâche. Enfin, les filles n'auraient pas

davantage tendance que les garçons à vérifier l'exactitude de leur tracé de la position de la surface de l'eau.

Références

- Abravanel, E. et Gingold, H. (1977). Perceiving an representing orientation: Effects of the spatial framework. Merrill-Palmer Quarterly, 23, 265-278.
- Amponsah, B. et Krekling, S. (1994). Directional biases in adults' performance on a multiple-choice water-level task. Perceptual and Motor Skills, 79, 899-903.
- Amponsah, B. et Krekling, S. (1997). Sex differences in visual-spatial performance among Ghanaian and Norwegian adults. Journal of Cross-Cultural Psychology, 28, 81-92.
- Asch, S. E. et Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation II: Perception of the upright with displaced visual fields and with body tilted. Journal of Experimental Psychology, 38, 455-477.
- Baker, M. A. (1987). Sensory functioning. In M. A. Baker (éd.), Sex differences in human performance (pp. 5-36). New York: Wiley.
- Barsky, R. D. et Lachman, M. E. (1986). Understanding of horizontality in college women: Effects of two training procedures. International Journal of Behavioral Development, 9, 31-43.
- Beatty, W. W. (1992). Gonadal hormones and sex differences in nonreproductive behaviors. In A. A. Gerall, H. Moltz et I. I. Ward (éds.), Handbook of behavioral neurology, vol. II. Sexual differentiation (pp. 85-128). New York: Plenum Press.
- Bekey, S. et Michael, W. B. (1986-87). The performance of

gifted girls in upper elementary school grades on Piagetian tasks of concrete and formal operations. Educational Research Quarterly, 10, 2-9.

Benbow, C. P. (1988). Sex differences in mathematical reasoning ability in intellectually talented adolescents: Their nature, effects, and possible causes. Behavioral and Brain Sciences, 11, 169-232.

Berthiaume, F., Robert, M., St-Onge, R. et Pelletier, J. (1993). Absence of a gender difference in a haptic version of the water-level task. Bulletin of the Psychonomic Society, 31, 57-60.

Bertrand, R. (1986). Pratique de l'analyse statistique des données. Sillery, Québec: Presses de l'université du Québec.

Blough, P. M. et Slavin, K. (1987). Reaction time assessments of gender differences in visual-spatial performance. Perception & Psychophysics, 41, 276-281.

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.

Clark, H. H. et Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. Cognitive Psychology, 3, 472-517.

Cooper, L. A. (1975). Mental rotation of random two-dimensional shapes. Cognitive Psychology, 7, 20-43.

- De Lisi, R. (1983). Developmental and individual differences in children's representation of the horizontal coordinate. Merrill-Palmer Quarterly, 29, 179-196.
- De Lisi, R. et McGillicuddy-De Lisi, A. V. (1988). Individual differences in adolescents' horizontality representation: Associations with vocational major and gender. Merrill-Palmer Quarterly, 34, 437-449.
- De Lisi, R., Parameswaran, G. et McGillicuddy-de Lisi, A. V. (1989). Age and sex differences in representation of horizontality among children in India. Perceptual and Motor Skills, 68, 739-746.
- Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. Acta Psychologica, 30, 412-431 (travail original paru en 1869).
- Eizner Favreau, O. (1993). Do the Ns justify the means? Null hypothesis testing applied to sex and other differences. Canadian Psychology, 34, 64-78.
- Ericsson, K. A., Oliver, W. L. (1988). Methodology for laboratory research on thinking: Task selection, collection of observations, and data analysis. In R. J. Sternberg et E. E. Smith (éds.), The psychology of human thought (pp. 392-428). New York: Cambridge University Press.
- Eriksen, C. W., Pollack, M. D. et Montague, W. (1970). Implicit speed: Mechanism in perceptual encoding? Journal

of Experimental Psychology, 84, 502-507.

Eysenck, H. J. (1967). Intelligence assessment: A theoretical and experimental approach. British Journal of Educational Psychology, 37, 81-98.

Fisher, G. H. (1967). Preparation of ambiguous stimulus materials. Perception & Psychophysics, 2, 421-422.

Glass, A. L. et Meany, P. J. (1978). Evidence for two kinds of low-typical instances in a categorization task. Memory & Cognition, 6, 622-628.

Halpern, D. F. (1992). Sex differences in cognitive abilities (2^e éd. rév.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Halpern, D. F. et Wright, T. M. (1996). A process-oriented model of cognitive sex differences. Learning and Individual Differences, 8, 3-24.

Harris, L. J. (1977). Sex differences in the growth and use of language. In E. Donelson et J. A. Gullahorn (éds.), Women: A psychological perspective (pp. 79-94). New York: Wiley.

Harris, L. J., Hanley, C. et Best, C. T. (1977). Conservation of horizontality: Sex differences in sixth-graders and college students. In R. Smart et M. Smart (éds.), Readings in child development and relationships (pp. 375-387). New York: Macmillan.

Ho, H.-Z., Gilger, J. W. et Brink, T. M. (1986). Effects of menstrual cycle on spatial information-processes. Perceptual and Motor Skills, 63, 743-751.

- Holding, C. S. et Holding, D. H. (1989). Acquisition of route network knowledge by males and females. Journal of General Psychology, 116, 29-41.
- Howard, I. A. (1978). Recognition and knowledge of the water-level principle. Perception, 7, 151-160.
- Hunt, E. (1976). Varieties of cognitive power. In L. B. Resnick (éd.), The nature of intelligence (pp. 237-259). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Huss, E. T. et Kayson, W. A. (1985). Effects of age and sex on speed of finding embedded figures. Perceptual and Motor Skills, 61, 591-594.
- Hyde, J. S., Fennema, E., Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. Psychological Bulletin, 107, 139-155.
- Hyde, J. S. et Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. Psychological Bulletin, 104, 53-69.
- Institut de recherches psychologiques. (1987). Batterie générale de tests d'aptitudes (2e éd. rév.). Montréal: Auteur.
- Jensen, A. R. (1982). Reaction time and psychometric g. In H. J. Eysenck (éd.), A model for intelligence (pp. 93-132). New York: Springer.
- Jensen, A. R. (1985). Methodological and statistical techniques for the chronometric study of mental abilities. In C. R. Reynolds et V. L. Willson (éds.),

Methodological and statistical advances in the study of individual differences (pp. 51-116). New York: Plenum.

Kaiser, M. K., Jonides, J. et Alexander, J. (1986). Intuitive reasoning about abstract and familiar physics problems. Memory & Cognition, 14, 308-312.

Kaiser, M. K., Proffitt, D. R., Whelan, S. M. et Hecht, H. (1992). The influence of animation on dynamical judgments. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 8, 669-690.

Kalichman, S. C. (1986). Horizontality as a function of sex and academic major. Perceptual and Motor Skills, 63, 903-906.

Kalichman, S. C. (1988). Individual differences in water-level task performance: A component-skills analysis. Developmental Review, 8, 273-295.

Kalichman, S. C. (1989). The effects of stimulus context on paper-and-pencil spatial task performance. Journal of General Psychology, 116, 133-139.

Kalichman, S. C. (1991). Water-levels, falling objects, and spiral tubes: An investigation of the general naivete hypothesis of physical task performance. Journal of Genetic Psychology, 152, 255-262.

Kelly, J. T. et Kelly, G. N. (1977). Perception of horizontality by male and female college students. Perceptual and Motor Skills, 44, 724-726.

Klein, K. et Chevront, B. (1990). The subject-experimenter

- contract: A reexamination of subject pool contamination. Teaching of Psychology, 3, 166-169.
- Kleiter, G. D. et Schwarzenbacher, K. (1989). Beyond the answer: Post-error processes. Cognition, 32, 255-277.
- af Klinteberg, B., Levander, S. E. et Schalling, D. (1987). Cognitive sex differences: Speed and problem-solving strategies on computerized neuropsychological tasks. Perceptual and Motor Skills, 65, 683-697.
- Liben, L. S. (1978). Performance on Piagetian spatial tasks as a function of sex, field dependence, and training. Merrill-Palmer Quarterly, 24, 97-110.
- Liben, L. S. (1991a). Adults' performance on horizontality tasks: Conflicting frames of reference. Developmental Psychology, 27, 285-294.
- Liben, L. S. (1991b). The Piagetian water-level task: Looking beneath the surface. In R. Vasta (éd.), Annals of child development, vol.8 (pp. 81-143). London: Kingsley.
- Liben, L. S. et Golbeck, S. L. (1980). Sex differences in performance on Piagetian spatial tasks: Differences in competence or performance? Child Development, 5, 594-597.
- Liben, L. S. et Golbeck, S. L. (1984). Performance on Piagetian horizontality and verticality tasks: Sex-related differences in knowledge of relevant physical phenomena. Developmental Psychology, 20, 595-606.
- Liben, L. S. et Golbeck, S. L. (1986). Adults' demonstration of underlying Euclidean concepts in

- relation to task context. Developmental Psychology, 22, 487-490.
- Linn, M. C. et Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. Child Development, 56, 1479-1498.
- Longpré, S. (1997). Différence intersexes dans la tâche d'horizontalité des liquides selon les exigences sensori-motrices et posturales de l'exécution. Mémoire de maîtrise non publié. Montréal: Université de Montréal.
- Luce, R. D. (1986). Response times. New York: Oxford University Press.
- MacLeod, C. M., Hunt, E. B. et Mathews, N. N. (1978). Individual differences in the verification of sentence-picture relationships. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 17, 493-507.
- Mathews, N. N., Hunt, E. B. et MacLeod, C. M. (1980). Strategy choice and strategy training in sentence-picture verification. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19, 531-548.
- McAfee, E. A. et Proffitt, D. R. (1991). Understanding the surface orientation of liquids. Cognitive Psychology, 23, 483-514.
- McClelland, J. L. (1979). On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade. Psychological Review, 86, 287-330.
- McGillicuddy-De Lisi, A. V., Bell, R., De Lisi, R. et

- Turner, G. (1988). The role of assessment device in horizontality performance. Communication présentée au congrès de l'American Psychological Association, Atlanta, GA, août.
- McGillicuddy-De Lisi, A. V., De Lisi, R. et Youniss, J. (1978). Representation of the horizontal coordinate with and without a liquid. Merrill-Palmer Quarterly, 24, 199-208.
- Mead, A. D. et Drasgow, F. (1993). Equivalence of computerized and paper-and-pencil cognitive ability tests: A meta-analysis. Psychological Bulletin, 114, 449-458.
- Meehan, A. M. (1984). A meta-analysis of sex differences in formal operational thought. Child Development, 55, 1110-1124
- Meyer, D. E., Osman, A. M., Irwin, D. E. et Yantis, S. (1988). Modern mental chronometry. Biological Psychology, 26, 3-67.
- Miller, S. A. (1986). Certainty and necessity in the understanding of Piagetian concepts. Developmental Psychology, 22, 3-18.
- Morin, P. (en préparation). Identification à l'aide de la technique de la pensée à voix haute des stratégies de résolution adoptées par des femmes et des hommes devant des problèmes spatiaux et physiques. Thèse de doctorat non publiée. Montréal: Université de Montréal.

- Morin, P. et Robert, M. (1993). Does water-level representation react to introspective reporting and stimuli realism? Communication présentée au congrès de la Psychonomic Society, Washington, DC, novembre.
- Myer, K. A. et Hensley, H. (1984). Cognitive style, gender, and self-report of principle as predictors of adult performance on Piaget's water level task. Journal of Genetic Psychology, 144, 179-183.
- Norman, D. A. et Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. Cognitive Psychology, 7, 44-64.
- Ohuche, N. M. (1984). Performance on the coordinate reference system: Are gender differences universal? Journal of Cross-Cultural Psychology, 15, 285-296.
- Pachella, R. G. (1974). The interpretation of reaction time in information-processing research. In B. H. Kantowitz (éd.), Human information processing: Tutorials in performance and cognition (pp. 41-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pascual-Leone, J. et Morra, S. (1991). Horizontality of water level: A neo-Piagetian developmental review. In H. W. Reese (éd.), Advances in child development and behavior, vol.23 (pp. 231-276). San Diego, CA: Academic Press.
- Pezaris, E. et Casey, M. B. (1991). Girls who use «masculine» problem-solving strategies on a spatial task:

Proposed genetic and environmental factors. Brain and Cognition, 17, 1-22.

Piaget, J. (1972). La représentation du monde chez l'enfant. Paris: Presses universitaires de France (ouvrage original publié en 1926).

Piaget, J. et Inhelder, B. (1948). La représentation de l'espace chez l'enfant. Paris: Presses universitaires de France.

Pulos, S. (1992). Adults' understanding of conservation of horizontality. Journal of General Psychology, 119, 99-100.

Rebelsky, F. (1964). Adult perception of the horizontal. Perceptual and Motor Skills, 19, 371-374.

Richardson, J. T. E. (1991). Gender differences in imagery, cognition, and memory. In R. H. Logie et M. Denis (éds.), Advances in psychology, vol. 80: Mental images in human cognition (pp. 271-303). Amsterdam: North-Holland.

Richardson, J. T. E. (1995). Gender differences in the vividness of Visual Imagery Questionnaire: A meta-analysis. Journal of Mental Imagery, 19 (3 - 4), 177-187.

Robert, M. (1990). Sex-typing of the water-level task: There is more than meets the eye. International Journal of Psychology, 25, 475-490.

Robert, M. et Harel, F. (1996). The gender difference in orienting liquid surfaces and plumb-lines: Its robustness, its correlates, and the associated knowledge

- of simple physics. Canadian Journal of Experimental Psychology, 50, 280-314.
- Robert, M. et Ohlmann, T. (1991). Effect of gravitational cues from stimuli and body orientations on water-level representation. Communication présentée au congrès de l'American Psychological Society, Washington, DC, juin.
- Robert, M. et Ohlmann, T. (1994). Water-level representation by men and women as a function of rod-and-frame test proficiency and visual and postural information. Perception, 23, 1321-1333.
- Robert, M., Pelletier, J., Berthiaume, F. et St-onge, R. (1994). Women's deficiency in water-level representation: Present in visual conditions yet absent in haptic contexts. Acta Psychologica, 87, 19-32.
- Robert, M. et Tremblay, S. (1992). Gender differences in water-level representation as a function of information on state of liquid. Journal of Genetic Psychology, 153, 231-235.
- Rybash, J. M. et Hoyer, W. J. (1992). Hemispheric specialization for categorical and coordinate spatial representations: A reappraisal. Memory & Cognition, 20, 271-276.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. Psychological Review, 103, 403-428.
- Shepard, R. N. (1992). L'oeil qui pense. (trad. de J.

- Henry). Paris: Seuil (trad. de Mind Sights, 1990).
- Sholl, M. J. (1989). The relation between horizontality and rod-and-frame and vestibular navigational performance. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15, 110-125.
- Sternberg, S. (1969). Memory scanning: Mental processes revealed by reaction time experiments. American Scientist, 57, 421-457.
- St-Onge, R. (1991). Analyse des erreurs de représentation de l'horizontalité des liquides commises par des hommes et des femmes étudiant dans diverses disciplines universitaires. Mémoire de maîtrise non publié. Montréal: Université de Montréal.
- Thomas, J. R. et French, K. E. (1985). Gender differences across age in motor performance: A meta-analysis. Psychological Bulletin, 98, 260-282.
- Thomas, H. et Jamison, W. (1975). On the acquisition of understanding that still water is horizontal. Merrill-Palmer Quarterly, 21, 31-44.
- Thomas, H., Jamison, W. et Hummel, D. D. (1973). Observation is insufficient for discovering that the surface of still water is invariantly horizontal. Science, 181, 173-174.
- Thomas, H. et Lohaus, A. (1993). Modeling growth and individual differences in spatial tasks. Monographs of the Society for Research in Child Development, 58(9,

Serial No. 237).

- Thompson, H. B. (1903). The mental traits of sex: An experimental investigation of the normal mind in men and women. Chicago: University of Chicago Press.
- Townsend, J. T. (1990). Serial vs. parallel processing: Sometimes they look like tweedledum and tweedledee but they can (and should) be distinguished. Psychological Science, 1, 46-54.
- Treisman, A. N. et Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. Cognitive Psychology, 12, 97-136.
- Vasta, R., Belongia, C. et Ribble, C. (1994). Investigating the orientation effect on the water-level task: Who? When? and Why? Developmental Psychology, 30, 893-904.
- Vasta, R. et Liben, L. S. (1996). The water-level task: An intriguing puzzle. Current Directions, 5, 171-177.
- Vasta, R., Lightfoot, C. et Cox, B. D. (1993). Understanding gender differences on the water-level problem: The role of spatial perception. Merrill-Palmer Quarterly, 39, 391-414.
- Velle, W. (1987). Sex differences in sensory functions. Perspectives in Biology and Medicine, 30, 490-522.
- Vernon, P. A. (1983). Speed of information processing and intelligence. Intelligence, 7, 53-70.
- Voyer, D., Voyer, S. et Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. Psychological

- Bulletin, 117, 250-270.
- Wagner, E. E. (1969). The Hand Test. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Walker, J. T. (1972). Tactual field dependance. Psychonomic Science, 26, 311-313.
- Wechsler, D. (1981). Manual for the Wechsler adult intelligence scale - revised. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Willemsen, E., Buchholz, A. Budrow, M. S. et Geannacopulos, N. (1973). Relationship between Witkin's rod-and-frame task and Piaget's water-line task for college women. Perceptual and Motor Skills, 36, 958.
- Willemsen, E. et Reynolds, B. (1973). Sex differences in adults' judgments of the horizontal. Developmental Psychology, 8, 309.
- Witkin, H. A. et Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles: Essence and origins. New York: International Universities Press.
- Wittig, M. A. et Allen, M. J. (1984). Measurement of adult performance on Piaget's water horizontality task. Intelligence, 8, 305-313.
- Wuebben, P. L. (1974). Dissemination of experimental information by debriefed subjects: What is told to whom, when. In P. L. Wuebben, B. C. Straits et C. I. Schulman (éds.), The experiment as a social situation (pp. 173-186). Berkeley, CA: Glendessary Press.

Appendice A

Matériel, déroulement et consignes

Précisions concernant certains éléments du matériel

Sont ici rapportées des informations additionnelles concernant certains éléments du matériel.

Trois tables

La longueur, la largeur et la hauteur de chacune des tables dites «informatique», «papier» et «expérimentateur» sont respectivement: 122 cm, 49 cm et 81 cm; 120 cm, 50 cm et 81 cm; et 121 cm, 76 cm et 75 cm. L'ouverture pratiquée au centre de la table «informatique» pour y placer l'écran «sujet» a 35 cm de longueur et 33,5 cm de largeur. Le lutrin fixé au centre de la table «papier» mesure 34,5 cm sur 29 cm, et la planche placée dessous 34 cm sur 28 cm.

Deux clés télégraphiques

Les clés télégraphiques sont fixées à une planche de 28 cm sur 20 cm et séparées l'une de l'autre de 15,4 cm.

Colonne de réflecteurs

La colonne de réflecteurs consiste en une tige de 147 cm de haut sur laquelle sont fixés, respectivement à 81 cm et à 122 cm du sol, deux réflecteurs de 75 watts orientés vers le plancher.

Manette

La manette est constituée d'une tige de 9,2 cm de long

et d'un boîtier de 5,8 cm x 6,5 cm x 5,1 cm d'où sort la tige. Au centre de la face supérieure du boîtier, une ouverture de 0,5 cm sur 2,5 cm permet à la tige de pivoter sur son axe, situé à 1,7 cm de la base du boîtier.

Ensembles des dessins sur support informatique et sur support papier

Les dessins sur support informatique sont illustrés sur une surface de 25 cm sur 18,3 cm. Dans chaque dessin, la droite de 24 cm est placée à 4,7 cm du bas de la surface et à 0,5 cm de chaque côté. Les dessins sur support papier sont présentés sur des feuilles de 21,5 cm sur 28 cm placées dans le sens de la largeur. A 6 cm du bas de chaque feuille et à 2 cm de chaque côté, est tracée la droite.

Les dessins supplémentaires dans lesquels est illustrée, à l'intérieur du rectangle, une ligne droite sont les suivants. Trois dessins sont préparés pour chaque rectangle à 35° , 125° , 215° et 305° ; selon les rectangles, l'angle formé par la droite par rapport à l'horizontale est respectivement de -20° , 0° et 10° (rectangle à 35°); de -10° , 0° et 20° (rectangle à 125°); de -10° , 0° et 10° (rectangle à 215°); et de -20° , 0° et 20° (rectangle à 305°). Cinq dessins sont également préparés pour chaque rectangle à 0° , 45° , 90° , 135° , 225° et 315° ; dans chaque dessin, la droite se situe respectivement à -20° , -10° , 0° , 10° et 20° de l'horizontale.

Feuilles-réponses

Sur les feuilles-réponses, les nombres sont disposés en colonne et suivis d'un trait de 0,6 cm.

Épreuve de complètemen de mots

L'épreuve de complètemen de mots consiste en une feuille sur laquelle sont inscrits, en colonne, huit ensembles de trois lettres (MUT, PRO, CHE, VAL, ANO, RAP, VIL, FRE).

Épreuve de production de phrases

L'épreuve de production de phrases nécessite une feuille sur laquelle sont placées, sur une même ligne, les lettres L, P, D et S, chacune étant suivie d'un trait de 3 cm.

Épreuve d'encerclement de nombres

L'épreuve d'encerclement de nombres requiert une feuille sur laquelle figurent, de manière aléatoire, les nombres 1 à 40.

Épreuve d'évaluation et de mémorisation de visages

Pour l'épreuve d'évaluation et de mémorisation de visages, des photos de visages de femme et d'homme ont été tirées de magazines. Chacune est collée sur un carton au verso duquel se trouve une lettre attribuée au hasard.

Consigne préliminaire

Avant que l'expérience ne débute, l'expérimentateur dit à chaque sujet, peu importe le groupe auquel il appartient :

D'abord je tiens à te remercier d'avoir accepté de participer à cette expérience sur les mécanismes de la pensée. Sens-toi bien à l'aise; l'expérience ne vise pas à évaluer ton intelligence ou ta personnalité. Elle prendra une heure plus ou moins 15 à 20 minutes; ça peut même aller jusqu'à une heure 30. Est-ce que tu as assez de temps devant toi pour la faire? Quelques étudiants ont déjà passé cette expérience. En as-tu entendu parler? Est-ce que tu sais quelque chose au sujet de cette expérience?

Si le sujet a entendu parler de l'expérience, l'expérimentateur lui demande de rapporter ce qui lui a été dit. Si le sujet rapporte que l'expérience consiste à tracer la position de la surface de l'eau ou d'une horizontale dans un «contenant» incliné ou à évaluer si une ligne représente cette position, l'expérimentateur lui dit qu'il ne peut y participer, lui explique pourquoi et lui demande de ne pas parler de l'expérience à d'autres élèves. Dans le cas contraire, l'expérimentateur poursuit les consignes.

Je te pose cette question parce qu'il est important que les participants ne soient pas informés des tâches à faire, sinon cela pourrait influencer leurs réponses et fausser les résultats de la recherche.

L'expérimentateur observe alors si le sujet porte des verres. Dans le cas où celui-ci en porte, il lui donne la consigne suivante:

L'expérience comporte différentes parties. Au début de chacune, je t'expliquerai en quoi consiste ta tâche. Il est important que tu fasses l'expérience avec sérieux. Avant que nous ne commençons et que je ne t'explique ce que tu as à faire dans la première partie, aurais-tu des questions à me poser concernant l'expérience? Tout au long, si tu as des questions, n'hésite pas à me les poser. Profite des moments entre deux essais ou entre deux tâches pour le faire.

Dans le cas où le sujet ne porte pas de verres, l'expérimentateur poursuit avec la consigne suivante:

Pendant l'expérience, je te montrerai des dessins et tu auras à lire du texte. Portes-tu des lunettes ou des verres de contact, habituellement, pour faire ces activités?

Si le sujet répond «non», l'expérimentateur poursuit avec la consigne transmise aux sujets portant des verres. S'il répond «oui», l'expérimentateur lui demande de mettre ses verres et poursuit avec la même consigne. S'il précise qu'il n'a pas ses verres avec lui, l'expérimentateur lui indique qu'il ne peut alors participer à l'expérience; il explique pourquoi et tente de fixer un autre rendez-vous.

Questionnaire «Après la tâche principale»

1. Dans un pot incliné, peux-tu me décrire comment se positionne la surface de l'eau?
2. Peux-tu me dire pourquoi la surface de l'eau prend cette position dans un pot incliné?
3. D'où te vient l'idée que c'est ça qui expliquerait comment se positionne la surface de l'eau?

Questionnaire postexpérimental

1. Pour que je puisse avoir ton âge exact, peux-tu me donner ta date de naissance?
2. Comme l'expérience portait sur les mécanismes de la pensée, il peut être utile que je sache si tu as consommé des substances qui stimulent ou ralentissent le système nerveux. Depuis les quatre dernières heures, as-tu consommé:
 - A. de l'alcool?
 - B. de la caféine (soit en buvant du café, du thé, du coke ou du pepsy, ou en mangeant du chocolat)?
 - C. Un ou des médicament(s) causant de la somnolence, par exemple des antihistaminiques?
 - D. Un ou des médicament(s) causant de l'excitation, de l'agitation?
3. Maintenant que tu as terminé l'expérience, te souviens-tu t'être dit à un moment ou à un autre une des deux choses suivantes: «Ah oui! il me semble que j'ai déjà vu cet exercice quelque part» ou «Il me semble qu'on m'a déjà parlé de ça à un moment donné!»? [Si les souvenirs du sujet portent sur la tâche principale, l'expérimentateur cherche à savoir leur contenu et à évaluer s'ils sont tels qu'il faudrait remplacer ce sujet.]
4. Je n'ai plus d'autres questions. Peut-être que toi tu en as? [Si le sujet demande quel était le but de

l'expérience, l'expérimentateur lui donne la réponse suivante]:

«Le but de l'expérience est de mieux comprendre les mécanismes de la pensée. Je ne peux malheureusement t'en dire davantage pour la raison suivante. Le but qu'une personne assigne à une expérience peut influencer ses réponses. Si je précisais davantage le but de l'expérience, il y a un risque - risque peut-être faible, mais risque quand même - que certains participants révèlent ces précisions à d'autres étudiants. Si ces étudiants connaissaient déjà les précisions en question, ils ne pourraient pas participer à l'expérience. Pour cette raison, il est préférable que je ne te donne pas davantage de précisions sur le but de l'expérience. Mais je me ferai un plaisir et un devoir de t'en donner une fois la recherche terminée.»

[Si le sujet demande quelle était la bonne réponse dans une tâche donnée, particulièrement dans la tâche d'horizontalité des liquides, l'expérimentateur répond]:

«Par crainte que les participants ne révèlent à d'autres étudiants les bonnes réponses aux diverses tâches, il est préférable que je ne donne à personne ces bonnes réponses. Si nous

nous rencontrons après que la recherche sera complétée, repose-moi la question et ça me fera plaisir de te répondre.»]

Consigne de la demande de non-divulgation

A la fin de l'expérience, l'expérimentateur dit à chaque sujet, peu importe le groupe auquel il appartient:

Avant que tu ne partes, j'ai une demande très importante à te faire. Si tu ne la respectais pas, cela nuirait beaucoup à cette recherche. Toutes les participantes et tous les participants sont recrutés parmi les étudiants actuels du collège. Il est très important qu'aucun participant ne dévoile quoi que ce soit de ce qui s'est fait dans ce cubicule à d'autres étudiants. Ainsi, les étudiants qui seront recrutés seront, comme toi, pas du tout au courant des tâches qu'ils auront à faire et des réponses à ces tâches. Si les étudiants à venir ne savent rien de l'expérience, cela a aussi comme conséquence qu'ils ne se déplaceront pas pour rien. En effet, je serais obligé de dire à un étudiant qu'il ne peut pas participer à l'expérience s'il en connaissait déjà ne serait-ce qu'une partie. Je te demande donc de ne rien dire de ce qui s'est passé dans ce cubicule à d'autres étudiants. D'accord? Peut-être serait-il même préférable que tu ne dises rien à qui que ce soit. En effet, si tu en parlais à ton frère, ta soeur ou ton ami(e), même s'ils ne sont pas à Bois-de-Boulogne, peut-être eux en parleraient-ils à des étudiants qui, eux, sont à Bois-de-Boulogne. Je te demande de me rendre ce service pendant toute la période de la collecte des données, dont la fin est prévue pour Donc je te demande de ne rien dire d'ici le mois de ... Si quelqu'un te demande en quoi consistait la recherche, réponds simplement qu'elle portait sur les mécanismes de la pensée. N'en dis pas plus, s'il-te-plaît. Si la personne insiste, explique-lui qu'il est important que les informations concernant les tâches à faire ne circulent pas parmi les étudiants, sinon certains étudiants arriveraient un peu préparés à l'expérience et leurs résultats ne seraient pas comparables à ceux des autres étudiants qui n'ont eu aucune information au préalable. Si la personne insiste encore, peut-être peux-tu lui suggérer de venir passer l'expérience. Pour pouvoir passer l'expérience, dis-lui qu'elle n'a qu'à glisser son nom et son numéro de téléphone sous la porte du bureau de François Berthiaume, professeur de psychologie ici. Cependant, il y a une catégorie de personnes

auxquelles ma demande ne s'applique pas; il s'agit de tes parents. S'ils te demandent "Qu'est-ce qui s'est passé?", ils ont le droit de savoir [si le sujet a 18 ans et plus, la phrase est: Il est normal qu'eux le sachent]. Si tu penses que tes parents pourraient être en contact avec des étudiants de Bois-de-Boulogne, demandeur, s'il-te-plaît, de ne rien dire eux non plus. D'accord? Il ne me reste plus qu'à te remercier de ta participation. Comme promis, je te remets cinq dollars en guise de remerciement.

L'expérimentateur donne au sujet la somme de cinq dollars, lui rembourse ses frais de déplacement et lui demande de remplir un reçu.

Consignes relatives à la tâche principale

Les consignes transmises aux groupes In-E-Tr et In-E-Év sont présentées au complet. En ce qui concerne les autres groupes, seules les modifications apportées à l'une ou à l'autre de ces consignes sont indiquées. Les paragraphes des consignes aux deux premiers groupes sont numérotés afin de faciliter la présentation de ces modifications.

Groupe In-E-Tr

1. Une partie de l'expérience se fera sur ordinateur. Tu auras à travailler sur cet écran qui est le tien. Peux-tu t'installer bien en face de ton écran?
2. Pour l'expérience, tu auras à utiliser les clés à côté de l'écran. Ces clés font fonctionner l'ordinateur quand tu appuies dessus. Appuie légèrement sur l'une ou l'autre clé pour savoir quelle pression tu dois mettre.
3. L'expérimentateur attend que le sujet exécute la consigne. Ensuite, il dit:
 4. Deux clés servent à l'expérience: une vis-à-vis laquelle tu peux voir le chiffre 1 et l'autre vis-à-vis laquelle tu peux voir le mot "Recommence".
 5. L'expérimentateur donne au sujet le crayon lumineux.
 6. Comme tu auras à écrire sur l'écran avec ce crayon spécial, dis-moi avec quelle main tu préfères écrire.
 7. L'expérimentateur place le crayon du côté de la main indiquée par le sujet et les clés de l'autre côté. Puis il dit:
 8. Si tu veux bien prendre le crayon, je vais t'expliquer comment t'en servir. Pose délicatement ton doigt sur la pointe du crayon et applique une légère pression sur la pointe jusqu'à ce qu'elle soit entièrement enfoncée.
 9. L'expérimentateur attend que le sujet s'exécute, puis dit:

10. Pour écrire à l'écran, il faut d'abord que tu poses le crayon sur l'écran et que tu appliques une légère pression jusqu'à ce que la pointe soit entièrement enfoncée. Après, tu n'as qu'à déplacer la pointe sur l'écran dans la direction que tu veux. Tu verras s'afficher ce que tu écris. Dans tous les déplacements de la pointe sur l'écran, la pointe doit rester toujours entièrement enfoncée pour que le crayon écrive à l'écran. Pour t'habituer au fonctionnement et à la manipulation du crayon, j'ai prévu quelques exercices. Peux-tu appuyer sur le bouton en bas à droite de ton écran, pour allumer ton écran?

11. L'expérimentateur laisse le sujet mettre en marche son moniteur. Lorsque ce dernier est en opération, il dit:

12. Peux-tu appuyer sur la clé devant laquelle tu vois le chiffre 1?

13. Lorsque le premier dessin de pratique est affiché à l'écran, l'expérimentateur dit:

14. Peux-tu relier les chiffres en commençant par le chiffre 1, puis 2, puis 3, et ainsi de suite?

15. L'expérimentateur laisse le sujet relier les chiffres. Il le laisse libre de le faire comme il le veut, à condition qu'il relie les points dans l'ordre. Quand le sujet a terminé, l'expérimentateur lui dit:

16. Tu as pu remarquer un petit décalage entre l'endroit où se trouve le crayon sur l'écran et l'endroit où s'affiche le trait que tu traces. Habitue-toi à ce décalage en essayant de faire les trois autres dessins. Appuie sur la clé 1 et un autre dessin apparaîtra à l'écran. Dans ces trois autres dessins, soulève le crayon après avoir atteint chaque chiffre, puis redépense-le sur le chiffre pour continuer ton dessin. Ceci te permettra de t'habituer plus rapidement au décalage.

17. Ici comme dans le cas des deux dessins subséquents, l'expérimentateur vérifie qu'à chaque chiffre le sujet soulève le crayon, puis le redépense. Le deuxième dessin complété, il dit:

18. Appuie sur la clé 1 et un autre dessin apparaîtra à l'écran.

19. Le troisième dessin complété, il dit:

20. Appuie sur la clé 1 et le dernier dessin de pratique apparaîtra à l'écran.

21. Le quatrième dessin (celui de l'étoile) complété, il s'assure que le sujet n'appuie pas sur la clé 1 et dit:

22. Es-tu bien à l'aise maintenant avec le fonctionnement et la manipulation du crayon?

23. L'expérimentateur laisse le temps au sujet d'évaluer s'il est à l'aise. Si celui-ci répond qu'il ne l'est pas encore ou répond qu'il l'est mais que l'expérimentateur pense que ce n'est pas le cas, ce dernier dit:

24. Pour t'habituer davantage au crayon, peux-tu continuer à relier des points dans le dessin sur l'écran? Tu peux, par exemple, relier les pointes de l'étoile. Quand tu seras à l'aise avec le fonctionnement et la manipulation du crayon, préviens-moi.

25. Si le sujet a répondu qu'il était à l'aise ou signale qu'il l'est devenu et que l'expérimentateur pense que c'est le cas, ce dernier fait disparaître de l'écran le dernier dessin.

26. L'expérimentateur fait apparaître à l'écran un «contenant» à la verticale et dit:

27. Sur l'écran, tu peux voir un dessin représentant un pot placé à la verticale sur une table. Dans le pot, il y a de l'eau. Tu peux voir la ligne représentant la surface de l'eau dans le pot. Le pot est fermé par un couvercle vissé. Le couvercle est représenté par le trait large que tu vois à l'extrémité supérieure du pot. La table sur laquelle est placé le pot est représentée par le trait sous le pot. Dans la première partie de l'expérience, des dessins semblables à celui-ci te seront présentés. Dans tous ces dessins, il y a une table, un pot et un couvercle sur le pot.

28. La seule chose qui sera différente d'un dessin à l'autre, c'est la position du pot. En effet, tu verras que les pots ne sont pas posés à plat sur la table dans les différents dessins, mais qu'ils sont plus ou moins inclinés. Dans tous les dessins, tu dois considérer que les pots restent en position inclinée malgré que rien ne les soutienne. Est-ce clair? As-tu des questions?

Voici ta tâche pour cette partie de l'expérience. Dans les dessins qui te seront présentés, la position de la surface de l'eau ne sera pas indiquée. Ta tâche sera de l'indiquer. Pour le faire, tu te serviras du crayon spécial dont je t'ai expliqué le fonctionnement il y a quelques instants.

29. Pour situer la position de la surface de l'eau, tu dois considérer que l'eau à l'intérieur du pot est au repos; elle est immobile. Autrement dit, tu dois considérer que les pots sont immobiles, dans leur position inclinée, depuis plusieurs heures.

30. La quantité d'eau dans le pot n'est pas du tout importante. Tu peux considérer que le pot est rempli à peu près à moitié, mais ne te préoccupe pas d'essayer de reproduire la moitié de l'eau.

31. Comprends-tu bien la tâche que tu as à faire? As-tu des questions?

32. L'expérimentateur fait disparaître de l'écran le «contenant» à la verticale.

33. Voici maintenant à quoi serviront les clés. Pendant mon explication, n'appuie pas tout de suite sur les clés. Quand tu auras terminé un tracé, tu devras appuyer sur la clé 1 pour indiquer que tu es satisfait(e) de ton tracé et que tu as donc terminé avec ce dessin. Dès que tu auras appuyé sur la clé 1, le dessin disparaîtra de l'écran et le message "Essai suivant", suivi d'un point d'interrogation, apparaîtra. Ce message signifie que l'ordinateur attend ton signal avant de te présenter le prochain dessin. Lorsque tu seras prêt(e) à voir le dessin suivant, tu appuieras de nouveau sur la clé 1. Dès que tu auras appuyé sur la clé 1, le dessin suivant apparaîtra à l'écran. C'est donc toi qui contrôlera, à l'aide de la clé 1, la disparition et l'arrivée de chaque dessin à l'écran. Est-ce clair? As-tu des questions? Voici à quoi sert la clé "Recommence". Il se peut que tu désires recommencer ton tracé; pour le faire, tu n'as qu'à appuyer sur cette clé. Un nouveau dessin, identique au précédent, apparaîtra alors à l'écran et tu pourras recommencer ton tracé. Si tu désires recommencer de nouveau ton tracé, tu appuieras encore sur cette clé. Bref, chaque fois que tu veux recommencer un tracé, tu appuies sur la clé "Recommence". Est-ce clair? As-tu des

questions? À quelques reprises pendant la tâche tu verras sur l'écran le message suivant: "Fais maintenant la tâche que te donnera l'expérimentateur". À ce moment, tourne-toi vers moi et je te poserai une question.

34. Il peut arriver qu'un pot qui est dans la même inclinaison qu'un autre te soit présenté. Ne sois pas surpris(e). Quand tu feras ton tracé, fais attention à ce qu'il commence et se termine sur le pot ou assez près du pot.

35. Les premiers dessins qui te seront présentés à l'écran sont des essais de pratique. Ils servent à te familiariser avec les dessins, le crayon, les messages et les clés. Quand les essais de pratique seront terminés, un message sur l'écran te l'indiquera.

36. Tu connais maintenant les directives à suivre pour la première partie de l'expérience. Est-ce que tout est bien clair? As-tu des questions? Regarde maintenant à l'écran.

37. Tout au long de l'expérience, assure-toi d'être assis(e) droit(e); fais attention à ce que la chaise soit bien en face de l'écran et tes deux pieds sur le sol. Évite d'avoir les jambes croisées, car si tu croisais les jambes, tu serais obligé, à cause du moniteur sous la table, de te déplacer et, alors, tu ne ferais plus exactement face à l'écran.

38. Je te rappelle ce que tu as à faire: tu dois tracer la position de la surface de l'eau à l'intérieur du pot.

39. L'expérimentateur appuie sur la souris et fait ainsi apparaître à l'écran le message "Les premiers essais sont des essais de pratique pour te familiariser avec la tâche. Lorsque tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et l'expérience débutera". Puis il dit:

40. Quand tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et le premier dessin des essais de pratique apparaîtra à l'écran.

41. Pendant les essais de pratique (et les essais proprement dits), l'expérimentateur porte attention au fait que le sujet est assis bien droit, face à l'écran. Il observe sur son écran les tracés du sujet. Il interrompt celui-ci dans l'exécution de son tracé et lui donne la

consigne suivante dans les quatre cas suivants: 1. si, au début d'un essai, le sujet dépose le crayon à un endroit, puis, décidant de ne pas commencer là, lève le crayon et le dépose ailleurs; 2. s'il ne fait pas un tracé continu, c'est-à-dire produit une partie du tracé, puis lève le crayon et poursuit ailleurs; 3. s'il revient en arrière, c'est-à-dire, par exemple, commence son tracé sur le côté gauche du «contenant», trace un trait de 1 cm vers la droite, puis revient du côté gauche pour repartir de nouveau vers la droite; 4. si la distance entre le côté du «contenant» et le début ou la fin du tracé est égale ou supérieure à 5 mm.

42. Peux-tu recommencer ton essai en pesant sur la clé «Recommence». Essaie (1. de ne pas changer d'endroit où commencer ton tracé une fois que tu as déposé le crayon sur l'écran /2. de ne pas lever le crayon pendant que tu fais ton tracé /3. de ne pas revenir sur tes pas quand tu fais ton tracé /4. de commencer (ou "de terminer" ou "de commencer et de terminer") ton tracé plus près du pot).

43. L'expérimentateur répète la consigne précédente chaque fois que se produit une des quatre situations décrites ci-dessus.

44. Pendant les essais de pratique, l'expérimentateur s'assure que le sujet est assis bien droit, face à l'écran.

45. Si le sujet fait des tracés qui sont parallèles au fond du «contenant», l'expérimentateur ne fait aucun commentaire. Il s'en abstient également si le sujet continue à faire de tels tracés dans les essais proprement dits. Dans le «Questionnaire après la tâche principale», l'expérimentateur vérifie minutieusement (mais sans insistance induite, ce qui aurait pour effet que le sujet ne soit pas dans les mêmes conditions que les autres participants et pourrait lui permettre de découvrir le principe de l'horizontalité des liquides) si le sujet connaît le principe ici en cause et a mal interprété les

consignes. Si tel est le cas, le sujet est remplacé.

46. Après les essais de pratique, l'expérimentateur dit:

47. Les essais de pratique sont maintenant terminés. Ça s'est bien passé? As-tu des questions?

48. Les essais proprement dits vont maintenant commencer.

49. L'expérimentateur appuie sur la souris et dit:

50. Quand tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et le premier dessin des essais proprement dits apparaîtra à l'écran.

51. Les essais proprement dits sont fractionnés en sept blocs d'essais. La fin de chaque bloc est indiquée à l'écran par le message suivant «Tourne-toi vers l'expérimentateur qui a maintenant une question à te poser». L'expérimentateur soumet alors le sujet à une tâche de diversion. A la fin d'une telle tâche, l'expérimentateur dit:

52. Très bien. Peux-tu maintenant te replacer devant l'écran? J'ai encore des dessins de pots à te présenter.

53. L'expérimentateur s'assure que le sujet est bien face à l'écran, que ses deux pieds sont sur le sol et qu'il a pris le crayon lumineux. Puis il dit:

54. Lorsque tu seras prêt(e), dis-le moi et je ferai apparaître à l'écran le prochain dessin.

55. L'expérimentateur s'assure que le sujet est prêt, car aussitôt qu'il appuiera sur la souris, un dessin apparaîtra à l'écran. Quand le sujet avertit qu'il est prêt, l'expérimentateur fait apparaître le premier dessin du bloc.

56. Lorsque le sujet a terminé le trentième tracé, l'expérimentateur lui dit:

57. La première partie de l'expérience est maintenant terminée. S'il-te-plaît, éteins ton écran. Avant de passer à une autre partie, je voudrais te poser quelques questions. Je note tes réponses.

58. L'expérimentateur demande enfin au sujet de répondre au questionnaire «Après la tâche principale».

Groupe In-E-Év

59. Une partie de l'expérience se fera sur ordinateur. Tu auras à travailler sur cet écran qui est le tien. Peux-tu t'installer bien en face de ton écran?

60. Dans la première partie de l'expérience, tu auras à te servir de la manette qui est en face de toi. Tu vas avoir à actionner cette manette en la poussant en avant de toi ou en la tirant vers toi. Essaie la manette avec chacune de tes mains, puis dis-moi avec quelle main tu préfères l'actionner. Tu utiliseras cette main pendant toute cette partie de l'expérience.

61. L'expérimentateur place les clés du côté opposé à la main indiquée par le sujet. Il poursuit:

62. Prends la manette et déplace-la pour qu'elle s'éloigne de toi, puis relâche-la pour qu'elle revienne au centre.

63. L'expérimentateur attend que le sujet ait déplacé la manette suffisamment loin pour que le déclic du mécanisme se fasse entendre. Si le sujet n'a pas déplacé la manette assez loin, il lui dit:

64. Déplace encore la manette jusqu'à ce que tu entendes un petit déclic dans la boîte d'où sort la manette, puis relâche-la.

65. Dès que le déclic a été entendu, l'expérimentateur indique:

66. Tu as pu te rendre compte que lorsque tu pousses suffisamment loin la manette, un déclic se fait entendre. Ce déclic est important. Sans ce déclic, l'ordinateur considère que la réponse n'a pas été donnée. Maintenant, déplace la manette pour qu'elle se rapproche de toi, puis relâche-la.

67. L'expérimentateur attend que le sujet ait déplacé la manette suffisamment loin pour que le déclic du mécanisme se fasse entendre. Si le sujet n'a pas déplacé la manette assez loin, il lui dit:

68. Déplace encore la manette jusqu'à ce que tu entendes le déclic.

69. Dès que le déclic a été entendu, l'expérimentateur poursuit:

70. Pratique quelques coups en avant et en arrière, avec la manette, pour évaluer la force que tu dois mettre pour te rendre au déclic.

71. L'expérimentateur laisse le sujet pratiquer environ cinq coups en avant et cinq coups en arrière.

72. Très bien. Est-ce que tu es à l'aise maintenant avec le fonctionnement de la manette?

73. L'expérimentateur laisse au sujet le temps d'évaluer s'il est à l'aise. Puis il dit:

74. As-tu des questions concernant le fonctionnement de la manette?

75. Peux-tu appuyer sur le bouton, en bas à droite de ton écran, pour allumer ton écran?

76. L'expérimentateur fait apparaître à l'écran un «contenant» à la verticale et dit:

77. Sur l'écran, tu peux voir un dessin représentant un pot placé à la verticale sur une table. Dans le pot, il y a de l'eau. Tu peux voir la ligne représentant la surface de l'eau dans le pot. Le pot est fermé par un couvercle vissé. Le couvercle est représenté par le trait large à l'extrémité supérieure du pot. La table sur laquelle est placé le pot est représentée par le trait sous le pot. Dans la première partie de l'expérience, des dessins semblables à celui-ci te seront présentés. Dans tous ces dessins, il y a une table, un pot, un couvercle sur le pot et une ligne à l'intérieur du pot pour représenter la surface de l'eau.

78. La seule chose qui sera différente d'un dessin à l'autre, c'est la position du pot. En effet, tu verras que les pots ne sont pas posés à plat sur la table dans les différents dessins, mais qu'ils sont plus ou moins inclinés.

79. Dans tous les dessins, tu dois considérer que les pots restent en position inclinée malgré que rien ne les soutienne.

80. Est-ce clair? As-tu des questions?

81. Voici ta tâche pour cette partie de

l'expérience. Dans les dessins qui te seront présentés, une ligne a été tracée à l'intérieur du pot. Ta tâche sera d'indiquer si, selon toi, cette ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot.

82. Pour le faire, tu te serviras de la manette qui se trouve en face de toi.

83. Pour évaluer si, selon toi, cette ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau, tu dois considérer que l'eau à l'intérieur du pot est au repos; elle est immobile. Autrement dit, tu dois considérer que les pots sont immobiles, dans leur position inclinée, depuis plusieurs heures.

84. La quantité d'eau dans le pot n'est pas du tout importante. Tu peux considérer que le pot est rempli à peu près à moitié, mais ne te préoccupe pas de la quantité d'eau pour évaluer si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot pourrait représenter la position de la surface de l'eau. Comprends-tu bien la tâche que tu as à faire? As-tu des questions?

85. Avant l'arrivée du sujet, l'expérimentateur a déterminé au hasard (en faisant sauter une pièce de monnaie) dans quel sens le sujet actionnerait la manette pour indiquer une bonne et une mauvaise réponse. L'expérimentateur poursuit:

86. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu dois (pousser/tirer) la manette de telle sorte qu'elle (s'éloigne/se rapproche) de toi. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot ne représente pas bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu dois (tirer/pousser) la manette de telle sorte qu'elle (se rapproche/s'éloigne) de toi.

87. L'expérimentateur fait disparaître de l'écran le «contenant» à la verticale et poursuit:

88. Dans un instant, quand tu commenceras l'expérience, tu auras à utiliser une des clés à côté de l'écran. Face à cette clé se trouve le chiffre 1. Il s'agit d'une clé qui fait fonctionner l'ordinateur quand tu appuies dessus. Appuie légèrement sur la clé du centre pour

savoir quelle pression tu dois mettre.

89. L'expérimentateur attend que le sujet exécute la consigne. Puis il dit:

90. Voici à quoi servira la clé 1. Avant chaque dessin, tu verras sur l'écran le message "Prêt(e)", suivi d'un point d'interrogation. Ce message signifie que l'ordinateur attend ton signal avant de te présenter le prochain dessin. Lorsque tu seras prêt(e) à voir le prochain dessin, tu appuieras sur la clé 1. N'appuie pas tout de suite. Après que tu auras appuyé sur la clé 1, le dessin apparaîtra à l'écran. As-tu des questions?

91. C'est donc toi qui contrôlera l'arrivée de chaque dessin. Est-ce clair? Tu ne pourras pas revoir un dessin, pour corriger ta réponse, une fois que le dessin sera disparu de l'écran.

92. Tu devras donc utiliser tes deux mains pour faire la tâche: une que tu garderas sur le boîtier de la manette et avec laquelle tu actionneras la manette et l'autre que tu garderas près des clés et avec laquelle tu actionneras la clé 1. L'autre clé ne sert à rien.

93. À quelques reprises, pendant la tâche, tu verras sur l'écran le message suivant: "Fais maintenant la tâche que te donnera l'expérimentateur". À ce moment, tourne-toi vers moi et je te poserai une question.

94. Il peut arriver qu'un pot qui est dans la même inclinaison qu'un autre te soit présenté. Ne sois pas surpris(e).

95. Les premiers dessins qui te seront présentés à l'écran sont des essais de pratique. Ils servent à te familiariser avec les dessins, les messages, la manette et la clé 1. Quand les essais de pratique seront terminés, tu pourras lire sur l'écran un message qui l'indique.

96. Tu connais maintenant les directives à suivre pour la première partie de l'expérience. Est-ce que tout est bien clair? As-tu des questions?

97. Regarde maintenant à l'écran. Tout au long de l'expérience, assure-toi d'être assis(e) droit(e); fais attention à ce que la chaise soit bien en face de l'écran et tes deux pieds sur le sol. Évite d'avoir les jambes croisées, car si tu croisais les jambes, tu serais obligé, à cause du moniteur sous la table, de te déplacer et, alors,

tu ne ferais plus exactement face à l'écran.

98. Je te rappelle ce que tu as à faire: tu dois indiquer si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot.

99. Je te rappelle le sens des réponses. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu dois (pousser/tirer) la manette de telle sorte qu'elle (s'éloigne/se rapproche) de toi. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot ne représente pas bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu dois (tirer/pousser) la manette de telle sorte qu'elle (se rapproche/s'éloigne) de toi.

100. L'expérimentateur appuie sur la souris et fait ainsi apparaître à l'écran le message "Les premiers essais sont des essais de pratique pour te familiariser avec la tâche. Lorsque tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et l'expérience débutera". Puis il dit:

101. Quand tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et les essais de pratique débuteront.

102. Pendant les essais de pratique (et les essais proprement dits), l'expérimentateur s'assure que le sujet est assis bien droit, face à l'écran. Il veille à ce que le sujet actionne la manette toujours avec la même main. Si le sujet change de main à un essai, il dit:

103. Je tiens à ce que tu utilises toujours la même main pour faire l'expérience.

104. Si le sujet veut corriger une réponse, l'expérimentateur donne la consigne suivante:

105. Je note que tu veux changer de réponse pour cet essai.

106. L'expérimentateur feint de prendre en note que le sujet veut changer sa réponse, car il ignore de quel essai il s'agit. Cette feinte a pour but de donner au sujet l'impression qu'il peut changer une réponse, ce qui le place dans une situation identique à celle des sujets du groupe Pa-E-Év.

107. Après les essais de pratique, l'expérimentateur dit:

108. Les essais de pratique sont maintenant terminés. Ça s'est bien passé? As-tu des questions?

109. Il est arrivé qu'une personne ne se rappelle plus dans quel sens déplacer la manette selon chacune des réponses. Je vais donc te rappeler ce sens à quelques reprises pendant l'expérience. Ne sois pas surpris(e).

110. Les essais proprement dits vont maintenant commencer.

111. L'expérimentateur appuie sur la souris et fait ainsi apparaître à l'écran le message: «Lorsque tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 pour amorcer les essais proprement dits». Puis, il dit:

112. Quand tu seras prêt(e), appuie sur la clé 1 et les essais proprement dits vont commencer.

113. Plutôt que de s'occuper à autre chose, l'expérimentateur observe son écran pendant que le sujet fait la tâche. Ceci a pour buts d'inciter le sujet à travailler sérieusement et de rendre la condition «support informatique» semblable à la condition «support papier» dans laquelle l'expérimentateur, parce qu'il fournit un à un les dessins au sujet, doit n'être attentif qu'au déroulement de la tâche.

114. Les essais proprement dits sont fractionnés en sept blocs. La fin de chaque bloc est indiquée à l'écran par le message suivant «Tourne-toi vers l'expérimentateur qui a maintenant une question à te poser». L'expérimentateur soumet alors le sujet à une tâche de diversion. A la fin d'une telle tâche, l'expérimentateur dit:

115. Très bien. Peux-tu maintenant te replacer devant l'écran? J'ai encore des dessins de pots à te présenter.

116. L'expérimentateur s'assure que le sujet est bien face à l'écran et que ses deux pieds sont sur le sol. Puis

il dit:

117. Je te rappelle que lorsque tu pousses la manette de telle sorte qu'elle s'éloigne de toi, cela veut dire que, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot (représente bien/ne représente pas bien) la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot. Lorsque tu tires la manette de telle sorte qu'elle se rapproche de toi, cela veut dire que, selon toi, la ligne (ne représente pas bien/représente bien) la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot. Lorsque tu seras prêt(e), dis-le moi.

118. Lorsque le sujet dit qu'il est prêt, l'expérimentateur appuie sur la souris pour que le message «Prêt(e)?» apparaisse à l'écran.

119. Lorsque le sujet a terminé le deux cent quarantième essai, l'expérimentateur lui dit:

120. La première partie de l'expérience est maintenant terminée. S'il-te-plaît, éteins ton écran. Avant de passer à une autre partie, je voudrais te poser quelques questions. Je note tes réponses.

121. L'expérimentateur demande enfin au sujet de répondre au questionnaire «Après la tâche principale».

Groupe In-H-Tr

Les consignes au groupe In-H-Tr sont identiques à celles transmises au groupe In-E-Tr, sauf en ce qui concerne les modifications suivantes. Le mot «pot» et l'expression «la position de la surface de l'eau» y sont respectivement remplacés par le mot «rectangle» et l'expression «une ligne horizontale».

Les paragraphes 26 et 27 deviennent les suivants:

(26) C'est lorsque l'expérimentateur dit le mot «rectangle», dans la première phrase de la consigne suivante, qu'il fait apparaître à l'écran un «contenant» à la verticale.

(27) Sur l'écran, tu peux voir un dessin représentant un rectangle placé à la verticale sur une table. Dans le rectangle, tu peux voir

qu'une ligne horizontale a été tracée. Un des côtés du rectangle n'est pas identique aux autres. Il s'agit du côté qui se trouve en haut du rectangle. Ce qui le distingue des autres côtés, c'est qu'il est un peu plus large. La table sur laquelle est placé le rectangle est représentée par le trait sous le rectangle. Dans la première partie de l'expérience, des dessins semblables à celui-ci te seront présentés. Dans tous ces dessins, il y a une table, un rectangle et un trait plus large à une extrémité du rectangle.

Le paragraphe 29 est omis.

Le paragraphe 30 devient le suivant:

(30) Peut-être te demandes-tu quel espace il doit y avoir en haut et en bas de la ligne horizontale? L'espace en haut et celui en bas de la ligne horizontale ne sont pas du tout importants. Tu peux considérer que l'espace en haut et celui en bas de la ligne sont à peu près les mêmes, mais ne te préoccupe pas d'essayer de reproduire un même espace en haut et en bas de la ligne horizontale.

Le paragraphe 45 est remplacé par les suivants:

(45a) Enfin, si, dans les essais de pratique, le sujet fait des tracés qui sont parallèles au fond du rectangle, l'expérimentateur dit:

(45b) Il ne s'agit pas de reproduire le dessin tel que je te l'ai montré au début, mais de tracer une horizontale malgré le fait que le rectangle soit incliné.

(45c) Si le sujet ne comprend toujours pas, l'expérimentateur dit:

(45d) Même si le rectangle est incliné, tu dois tracer une horizontale. Peu importe l'inclinaison du rectangle, tu dois tracer une horizontale.

Le paragraphe 58 est remplacé par le suivant:

(58) L'expérimentateur soumet ensuite le sujet à la tâche de diversion de nature perceptive.

Groupe In-H-Év

Les consignes au groupe In-H-Év sont identiques à celles données au groupe In-E-Év, sauf en ce qui concerne

les modifications suivantes. Le mot «pot» et l'expression «la position de la surface de l'eau» y sont respectivement remplacés par le mot «rectangle» et l'expression «une ligne horizontale».

Le paragraphe 75 est précédé de la phrase suivante:

Je vais te montrer, sur l'écran, un dessin représentant un rectangle placé à la verticale sur une table.

Les paragraphes 76 et 77 deviennent les suivants:

(76) C'est lorsque l'expérimentateur dit le mot «rectangle», dans la première phrase de la consigne suivante, qu'il fait apparaître à l'écran un «contenant» à la verticale.

(77) Dans le rectangle, tu peux voir qu'une ligne horizontale a été tracée. Un des côtés du rectangle n'est pas identique aux autres. Il s'agit du côté qui se trouve en haut du rectangle. Ce qui le distingue des autres côtés, c'est qu'il est un peu plus large. La table sur laquelle est placé le rectangle est représentée par le trait sous le rectangle. Dans la première partie de l'expérience, des dessins semblables à celui-ci te seront présentés. Dans tous ces dessins, il y a une table, un rectangle, un trait plus large à une extrémité du rectangle et une ligne à l'intérieur du rectangle.

Le paragraphe 81 devient le suivant:

(81) Voici ta tâche pour cette partie de l'expérience. Dans les dessins qui te seront présentés, une ligne a été tracée à l'intérieur du rectangle. Ta tâche sera d'indiquer si, selon toi, cette ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale.

Le paragraphe 83 est omis.

Le paragraphe 84 est remplacé par le suivant:

(84) Peut-être te demandes-tu quel espace il doit y avoir en haut et en bas de la ligne horizontale? L'espace en haut et celui en bas de la ligne horizontale ne sont pas du tout importants. Tu peux considérer que l'espace en haut et celui en bas de la ligne horizontale sont à peu près les mêmes, mais ne t'en préoccupe pas pour évaluer si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est une ligne

horizontale.

Le paragraphe 86 est remplacé par le suivant:

(86) Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale, alors tu dois (pousser/tirer) la manette de telle sorte qu'elle (s'éloigne/se rapproche) de toi. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle n'est pas horizontale, alors tu dois (tirer/pousser) la manette de telle sorte qu'elle (se rapproche/s'éloigne) de toi.

Les paragraphes 98 et 99 sont remplacés par les suivants:

(98) Je te rappelle ce que tu as à faire: tu dois indiquer si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale.

(99) Je te rappelle le sens des réponses. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale, alors tu dois (pousser/tirer) la manette de telle sorte qu'elle (s'éloigne/se rapproche) de toi. Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle n'est pas horizontale, alors tu dois (tirer/pousser) la manette de telle sorte qu'elle (se rapproche/s'éloigne) de toi.

Le paragraphe 106 est suivi par les suivants:

(106a) Si l'expérimentateur observe que les neuf premières réponses du sujet aux essais de pratique sont incorrectes, il interrompt la tâche et dit:

(106b) Je te rappelle que tu dois indiquer si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale malgré le fait que le rectangle soit incliné.

Le paragraphe 117 est remplacé par le suivant:

(117) Je te rappelle que lorsque tu pousses la manette de telle sorte qu'elle s'éloigne de toi, cela veut dire que, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle (est une horizontale/n'est pas une horizontale). Lorsque tu tires la manette de telle sorte qu'elle se rapproche de toi, cela veut dire que, selon toi, la ligne (n'est pas une horizontale/est une horizontale).

Le paragraphe 121 est remplacé par le suivant:

(121) L'expérimentateur soumet ensuite le sujet à la tâche de diversion de nature perceptive.

Groupe Pa-E-Tr

Les consignes au groupe Pa-E-Tr sont identiques à celles communiquées au groupe In-E-Tr, sauf en ce qui concerne les modifications suivantes. Selon le contexte, le mot «écran» y est remplacé, par les mots «lutrin» ou «feuille», ou omis.

Le paragraphe 1 devient le suivant:

(1) Une partie de l'expérience se fera sur ce meuble. Tu peux voir qu'il y a un lutrin sur ce meuble. Peux-tu t'installer bien en face du lutrin?

Portant sur la familiarisation avec les clés et le crayon lumineux, les paragraphes 2 à 25 inclusivement sont omis.

Au paragraphe 28, la dernière phrase devient: «Pour le faire, tu te serviras du crayon placé à côté du lutrin».

Le paragraphe 33 est remplacé par le suivant:

(33) Pendant la tâche, quand tu auras terminé un tracé, indique-moi par un "OK" que tu es satisfait(e) de ton tracé et que tu as donc terminé avec ce dessin. J'enlèverai alors le dessin du lutrin. Lorsque tu seras prêt(e) à voir le dessin suivant, préviens-moi par un "OK" et je poserai alors le dessin suivant sur le lutrin. Si tu désires recommencer ton tracé, utilise la gomme à effacer qui est à côté du lutrin. Est-ce clair? As-tu des questions? À quelques reprises, pendant la tâche, je te demanderai de répondre à une question.

Les paragraphes 35 et 37 deviennent les suivants:

(35) Les premiers dessins qui te seront présentés sur le lutrin sont des essais de pratique. Ils servent à te familiariser avec les dessins. Quand les essais de pratique seront terminés, je te préviendrai.

(37a) Tout au long de l'expérience, assure-toi d'être assis(e) droit(e); fais attention à ce que la chaise soit bien en face du lutrin et tes deux pieds sur le sol. Évite d'avoir les jambes croisées, car si tu croisais les jambes, tu serais obligé, à cause de la planche sous la table, de te déplacer et, alors, tu ne ferais plus exactement face au lutrin. Je te demande

également d'appuyer tes bras sur la table pour faire tes tracés.

(37b) L'expérimentateur fait cette dernière demande afin que la distance entre le sujet et les dessins soit la même que les supports soient de type informatique ou papier.

Les paragraphes 39 et 40 sont omis.

Le cas 4. mentionné au paragraphe 41 n'est vérifié qu'après que le sujet a terminé son tracé et que l'expérimentateur a retiré le dessin du lutrin puisqu'en cours de traçage le lutrin empêche l'expérimentateur de voir.

La première phrase du paragraphe 42 est omise.

Le paragraphe 44 devient le suivant:

(44) Pendant les essais de pratique (et les essais proprement dits), l'expérimentateur porte attention au fait que le sujet est assis bien droit, face au lutrin et appuyé sur la table. Il porte également attention au fait que le sujet ne déplace pas la feuille pour faire son tracé.

Le paragraphe 48 est remplacé par le suivant:

(48) Quand tu seras prêt(e), dis-le moi et les essais proprement dits vont commencer.

Les paragraphes 49 et 50 sont omis.

La deuxième phrase du paragraphe 51 est remplacée par la suivante: «La fin de chaque bloc est indiquée au sujet par le fait que l'expérimentateur lit les consignes de la tâche de diversion».

La deuxième phrase du paragraphe 52 est omise.

Les paragraphes 53 à 55 sont omis.

Au paragraphe 57, la deuxième phrase est omise.

Groupe Pa-E-Év

Les consignes au groupe Pa-E-Év sont identiques à celles transmises au groupe In-E-Év, sauf en ce qui concerne les modifications suivantes. Selon le contexte, le

mot «écran» y est remplacé, par les mots «lutrin» ou «feuille», ou omis.

Le paragraphe 59 devient le suivant:

(59) Une partie de l'expérience se fera sur ce meuble. Tu peux voir qu'il y a un lutrin sur le meuble. Peux-tu t'installer bien en face du lutrin?

Les paragraphes 60 et 61 sont omis.

Portant sur la familiarisation avec la manette, les paragraphes 62 à 74 inclusivement sont omis.

Les paragraphes 75 et 82 sont omis.

Le paragraphe 86 devient les trois suivants:

(86a) L'expérimentateur donne au sujet une planche à pince sur laquelle est fixée la feuille-réponse et dit:

(86b) Voici une feuille sur laquelle tu inscriras tes réponses.

(86c) Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot représente bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu écriras la lettre O pour "oui". Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du pot ne représente pas bien la position de la surface de l'eau s'il y avait de l'eau dans le pot, alors tu écriras N pour "non".

Le paragraphe 88 devient le suivant:

(88) Pendant la tâche, lorsque tu seras prêt(e) à voir le dessin, préviens-moi par un "OK". Je poserai alors un dessin sur le lutrin.

Les paragraphes 89, 90 et 92 sont omis.

Les paragraphes 93 et 95 deviennent les suivants:

(93) A quelques reprises, pendant la tâche, je te demanderai de répondre à une question.

(95) Les premiers dessins qui te seront présentés sur le lutrin sont des essais de pratique. Leur but est de te permettre de te familiariser avec les dessins. Quand les essais de pratique seront terminés, je te préviendrai.

Le paragraphe 97 devient les deux suivants:

(97a) Tout au long de l'expérience, assure-toi d'être assis(e) droit(e); fais attention à ce que la chaise soit bien en face du lutrin et tes deux pieds sur le sol. Évite d'avoir les jambes

croisées, car si tu croisais les jambes, tu serais obligé, à cause de la planche sous la table, de te déplacer et, alors, tu ne ferais plus exactement face au lutrin. Je te demande aussi de placer la planche à pince en face de toi, pas sur le côté, et de l'appuyer sur la table.

(97b) L'expérimentateur fait cette dernière demande afin que la distance entre le sujet et les dessins soit la même que les supports soient de type informatique ou papier.

Les paragraphes 99 et 100 sont omis.

Le paragraphe 101 devient le suivant:

(101) Quand tu seras prêt(e), dis-le moi et les essais de pratique débiteront.

Le paragraphe 102 devient le suivant:

(102) Pendant les essais de pratique (et les essais proprement dits), l'expérimentateur s'assure que le sujet est assis bien droit, face au lutrin, a appuyé la planche à pince sur la table, en face de lui, et ne déplace pas la feuille sur le lutrin pour faire son évaluation.

Le paragraphe 103 est omis.

Les paragraphes 104 et 105 sont remplacés pour les deux suivants:

(104) Si le sujet veut corriger une réponse, l'expérimentateur donne la consigne suivante et veille à ce qu'elle soit respectée.

(105) Écris ta nouvelle réponse à côté de l'ancienne et ne noircis pas ta première réponse.

Les paragraphes 106 et 109 sont omis.

Le paragraphe 110 est précédé par la remise au sujet, par l'expérimentateur, de la feuille réponse pour les essais 1 à 32.

Les paragraphes 111, 112 et 113 sont omis.

La deuxième phrase du paragraphe 114 est remplacée par la suivante: «La fin de chaque bloc est indiquée au sujet par le fait que l'expérimentateur lit les consignes de la

tâche de diversion».

La deuxième phrase du paragraphe 115 est omise.

Les paragraphes 116 à 118 sont omis.

Au paragraphe 120, la deuxième phrase est omise.

Groupe Pa-H-Tr

Les consignes au groupe Pa-H-Tr peuvent être reconstituées à partir de celles données au groupe In-E-Tr, en intégrant toutes les modifications présentes dans les consignes aux groupes In-H-Tr et Pa-E-Tr. De plus, dans les modifications aux consignes à ce dernier groupe, le mot «pot» est remplacé par le mot «rectangle».

Groupe Pa-H-Év

Les consignes au groupe Pa-H-Év peuvent être reconstituées à partir de celles communiquées au groupe In-E-Év, en intégrant toutes les modifications présentes dans les consignes aux groupes In-H-Év et Pa-E-Év, à l'exception de celles concernant les paragraphes 86, 99 et 117. Les paragraphes 99 et 117 sont en effet omis et le paragraphe 86 devient les trois suivants:

(86a) L'expérimentateur donne au sujet une planche à pince sur laquelle est fixée la feuille-réponse et dit:

(86b) Voici une feuille sur laquelle tu inscriras tes réponses.

(86c) Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle est horizontale, alors tu écriras la lettre O pour "oui". Si, selon toi, la ligne à l'intérieur du rectangle n'est pas horizontale, alors tu écriras N pour "non".

Tableau 15

Pour chaque essai des blocs 1 à 5, inclinaison du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Tr, In-H-Tr, Pa-E-Tr et Pa-H-Tr

Bloc	Essai	Inclinaison du «contenant»
1	1	225°
	2	45°
	3	315°
	4	135°
2	5	315°
	6	225°
	7	45°
	8	135°
3	9	315°
	10	135°
	11	225°
	12	45°
4	13	135°
	14	315°
	15	225°
	16	45°
5	17	135°
	18	315°
	19	225°
	20	45°

Tableau 16

Pour chaque essai de pratique, inclinaison du «contenant»
 et position de la ligne à l'intérieur du «contenant»
 pour certaines filles et certains garçons des
 groupes In-E-Év, In-H-Év, Pa-E-Év
 et Pa-H-Év

Essai	Inclinaison du «contenant»	Ligne à l'intérieur du «contenant»
1	215 ⁰	0 ⁰
2	305 ⁰	-20 ⁰
3	125 ⁰	20 ⁰
4	35 ⁰	0 ⁰
5	215 ⁰	0 ⁰
6	125 ⁰	-10 ⁰
7	35 ⁰	0 ⁰
8	305 ⁰	0 ⁰
9	125 ⁰	0 ⁰
10	35 ⁰	-20 ⁰
11	305 ⁰	0 ⁰
12	215 ⁰	-10 ⁰
13	35 ⁰	10 ⁰
14	215 ⁰	10 ⁰
15	125 ⁰	0 ⁰
16	305 ⁰	20 ⁰

Tableau 17

Pour chaque essai (Es.) de chaque bloc, inclinaison(In.) du «contenant» et position(Po.) de la ligne à l'intérieur du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Év et In-H-Év et tous les sujets des groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év

Bloc 1			Bloc 2			Bloc 3		
Es.	In.	Po.	Es.	In.	Po.	Es.	In.	Po.
1	45	-20	33	135	0	65	45	-10
2	225	-10	34	45	-10	66	225	0
3	315	0	35	225	-20	67	315	0
4	135	-20	36	315	0	68	135	0
5	45	10	37	45	0	69	45	0
6	315	0	38	135	10	70	225	-20
7	135	-10	39	315	0	71	315	0
8	225	0	40	225	10	72	135	0
9	315	-20	41	45	0	73	225	10
10	135	0	42	135	0	74	45	0
11	225	20	43	315	0	75	135	0
12	45	-10	44	225	-10	76	315	0
13	225	0	45	45	10	77	225	0
14	45	20	46	315	0	78	135	-10
15	315	20	47	135	0	79	315	10
16	135	0	48	225	20	80	45	20
17	315	10	49	315	10	81	225	0
18	225	-20	50	135	20	82	45	0
19	135	0	51	225	0	83	135	10
20	45	0	52	45	0	84	315	0
21	225	10	53	225	0	85	225	0
22	135	0	54	135	-20	86	45	-20
23	45	0	55	315	20	87	315	-10
24	315	0	56	45	0	88	135	0
25	135	20	57	135	0	89	315	20
26	315	-10	58	315	-20	90	45	10
27	45	0	59	225	0	91	225	20
28	225	0	60	45	20	92	135	-20
29	315	0	61	315	-10	93	45	0
30	135	10	62	135	-10	94	225	-10
31	45	0	63	45	-20	95	315	-20
32	225	0	64	225	0	96	135	20

Tableau 17
(suite)

Pour chaque essai (Es.) de chaque bloc, inclinaison(In.) du «contenant» et position(Po.) de la ligne à l'intérieur du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Év et In-H-Év et tous les sujets des groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év

Bloc 4			Bloc 5		
Es.	In.	Po.	Es.	In.	Po.
97	45	-10	129	135	0
98	315	0	130	45	-20
99	135	-20	131	315	0
100	225	-20	132	225	-10
101	45	0	133	45	0
102	315	0	134	315	0
103	225	20	135	225	-20
104	135	0	136	135	0
105	315	0	137	45	10
106	45	0	138	225	0
107	135	0	139	315	10
108	225	0	140	135	0
109	45	20	141	45	-10
110	135	0	142	315	0
111	315	0	143	135	0
112	225	10	144	225	20
113	135	-10	145	315	20
114	315	-10	146	135	-20
115	225	0	147	225	0
116	45	-20	148	45	20
117	225	-10	149	135	10
118	45	10	150	315	-10
119	135	0	151	225	10
120	315	10	152	45	0
121	135	10	153	225	0
122	45	0	154	135	20
123	225	0	155	45	0
124	315	-20	156	315	-20
125	135	20	157	225	0
126	45	0	158	45	0
127	225	0	159	135	-10
128	315	20	160	315	0

Tableau 17
(suite)

Pour chaque essai (Es.) de chaque bloc, inclinaison(In.) du «contenant» et position(Po.) de la ligne à l'intérieur du «contenant» pour certaines filles et certains garçons des groupes In-E-Év et In-H-Év et tous les sujets des groupes Pa-E-Év et Pa-H-Év

Bloc 6			Bloc 7		
Es.	In.	Po.	Es.	In.	Po.
161	90	20	201	0	0
162	90	0	202	0	0
163	90	0	203	0	10
164	90	-20	204	0	-10
165	90	-10	205	0	-20
166	90	0	206	0	20
167	90	0	207	0	0
168	90	10	208	0	0
169	90	10	209	0	-10
170	90	-20	210	0	-20
171	90	0	211	0	0
172	90	0	212	0	20
173	90	0	213	0	0
174	90	-10	214	0	10
175	90	20	215	0	0
176	90	0	216	0	0
177	90	10	217	0	10
178	90	-10	218	0	-20
179	90	0	219	0	-10
180	90	0	220	0	0
181	90	-20	221	0	20
182	90	0	222	0	0
183	90	20	223	0	0
184	90	0	224	0	0
185	90	-10	225	0	-20
186	90	0	226	0	20
187	90	20	227	0	0
188	90	10	228	0	10
189	90	-20	229	0	0
190	90	0	230	0	-10
191	90	0	231	0	0
192	90	0	232	0	0
193	90	-10	233	0	10
194	90	20	234	0	20
195	90	-20	235	0	-20
196	90	0	236	0	0
197	90	10	237	0	-10
198	90	0	238	0	0
199	90	0	239	0	0
200	90	0	240	0	0

Déroulement et consignes des tâches de diversion

Lorsque le sujet est soumis à la première des six tâches de diversion intercalées dans les essais proprement dits de la tâche principale, la consigne suivante lui est donnée:

À quelques reprises au cours de cette partie de l'expérience, je vais t'interrompre pour te poser une question. J'aimerais que tu répondes spontanément à ces diverses questions. Chaque fois, si la question n'est pas claire ou si tu as besoin de plus d'information, n'hésite pas à me le dire. Es-tu prêt(e) pour la première question?

Lorsque le sujet dit être prêt, l'expérimentateur débute la tâche des figures réversibles.

Tâche des figures réversibles

Les deux figures Gain de temps (Shepard, 1992) et Homme-fille (Fisher, 1967) sont successivement présentées selon le même déroulement. L'expérimentateur place la figure en face du sujet qui doit la regarder attentivement, puis, après 4 secondes, demande ce que «peut représenter ce dessin». Les deux réponses attendues pour la première figure sont: des hommes descendant un escalier; des flèches pointant vers le haut et d'autres vers le bas. Pour la seconde, ces réponses sont: un visage; le profil d'une femme. L'expérimentateur note les réponses du sujet. Si celui-ci ne donne pas l'une des deux réponses attendues, l'expérimentateur demande si le dessin «pourrait représenter autre chose?». Si le sujet ne paraît pas

embarrassé par le fait de ne pas trouver immédiatement la seconde réponse, l'expérimentateur attend 20 secondes. S'il paraît embarrassé ou n'a pas encore trouvé la seconde réponse, l'expérimentateur présente la seconde figure ou, s'il l'a déjà fait, lit la consigne de la fin de la tâche. Si le sujet est dans un groupe exécutant la tâche principale sur support informatique, cette consigne est:

Très bien. Peux-tu maintenant te replacer devant l'écran. J'ai encore des dessins de (pot/rectangle) à te présenter.

Si le sujet est dans un groupe exécutant la tâche principale sur support papier, cette consigne est:

Très bien. J'ai encore des dessins de (pot/rectangle) à te présenter.

Tâche des mains

Les items I (main qui semble saluer) et VIII (main qui semble tenir un crayon) du Hand Test (Wagner, 1969) sont successivement présentés selon le même déroulement. L'expérimentateur place l'item en face du sujet qui doit le regarder attentivement, puis, après 4 secondes, demande «que semble faire cette main?». Si le sujet ne comprend pas la question, l'expérimentateur demande «qu'est-ce que la main pourrait être en train de faire?» et «quel geste pourrait-elle être en train de faire?». Aucune réponse particulière n'est attendue. L'expérimentateur note la (ou les) réponse(s) du sujet. Les deux premières fois où celui-ci ne donne pas de nouvelles réponses après 5 secondes,

l'expérimentateur demande «la main pourrait-elle faire autre chose?». La troisième fois, il passe à la présentation du second item ou, s'il l'a déjà fait, à la lecture de la consigne de la fin de la tâche. Ici comme dans les tâches subséquentes, cette consigne est celle transmise à la fin de la tâche des figures réversibles.

Tâche de complètement de mots

Le sujet est informé que lui sera remise une feuille où se trouvent plusieurs ensembles de trois lettres et que, pour chacun, il doit «trouver un mot qui commence par cet ensemble de trois lettres». Un exemple lui est donné avec le mot TORRENT pour l'ensemble TOR. Le mot doit se trouver dans un dictionnaire de la langue française et ne pas être un nom propre. L'ordre dans lequel le sujet répond aux ensembles n'importe pas. La feuille est placée devant lui et l'expérimentateur note ses réponses.

Tâche de production de phrases

L'expérimentateur place devant le sujet la feuille de l'épreuve de production d'une phrase. Le sujet doit «composer une phrase de quatre mots; mais dans cette phrase, le premier mot doit commencer par la lettre L; le deuxième, par la lettre P; le troisième, par la lettre D; et le quatrième, par la lettre S». La phrase doit comprendre un verbe et avoir du sens. L'expérimentateur la

note. Si le sujet met moins d'une dizaine de secondes pour la trouver, l'expérimentateur l'invite à «en trouver une autre avec les mêmes lettres, dans le même ordre, mais avec des mots différents» et répète cette demande chaque fois que le sujet met moins d'une dizaine de secondes pour trouver une autre phrase. S'il met plus de temps ou qu'une trentaine de secondes se sont écoulées depuis le début de la tâche, l'expérimentateur lui laisse trouver au moins une phrase.

Tâche d'encerclement de nombres

Le sujet est prévenu que lui sera remise une feuille sur laquelle les nombres 1 à 40 sont placés pêle-mêle. Sa tâche est «d'encercler un à un les nombres successifs, en ordre croissant, à partir de 1» et ce, en une minute au plus. Devant lui, l'expérimentateur pose la feuille à l'envers. Lorsque le sujet est prêt et tourne la feuille, l'expérimentateur met en marche le chronomètre. Après une minute, il demande au sujet quel est le dernier nombre encerclé et le note.

Tâche d'évaluation et de mémorisation de visages

L'expérimentateur place, en face du sujet, de gauche à droite, à l'endroit et dans un ordre indiqué par les lettres A, B, C, D et E, cinq photos de visages de femme, si le sujet est un garçon, ou cinq photos de visages

d'homme, s'il s'agit d'une fille. Le sujet doit «placer ces personnes dans l'ordre, de celle qui paraît la plus âgée à celle la moins âgée». Lorsqu'il a terminé, il tourne les photos à l'envers et indique l'ordre dans lequel il les a placées par les lettres les identifiant. L'expérimentateur note cet ordre. Il dépose ensuite les photos en face du sujet, de gauche à droite, à l'endroit et dans un ordre aléatoire, et demande «de les mettre dans l'ordre dans lequel elles étaient la première fois». Lorsque le sujet a terminé, de nouveau il tourne les photos à l'envers et indique à l'expérimentateur les lettres correspondantes.

Tâche des figures impossible et réversible

L'expérimentateur place en face du sujet la figure impossible Dilemme dorique (Shepard, 1992), invite à la regarder attentivement, puis, après 4 secondes, demande: «Y a-t-il quelque chose de bizarre dans ce dessin?». La réponse attendue est que le haut des colonnes n'est pas en continuité avec le bas. Si le sujet en donne une autre, l'expérimentateur demande: «Y a-t-il quelque chose d'autre qui n'est pas normal dans ce dessin?». Si, après 20 secondes, le sujet n'a toujours pas trouvé la réponse attendue, la figure Malle de magicien (Shepard, 1992) lui est présentée. L'expérimentateur demande au sujet de la regarder attentivement; après 4 secondes, il dit que «ce dessin veut représenter une boîte, une malle ou un coffre»,

puis demande de «décrire la forme de la boîte». Les deux réponses attendues sont: une boîte dont le côté droit est perpendiculaire au plancher et dont les planches du dessus et de l'avant ont été enlevées; une boîte dont le côté droit est oblique par rapport au plancher et dont aucune planche n'a été enlevée. Si le sujet ne donne qu'une des réponses attendues, l'expérimentateur demande si «cette boîte pourrait être d'une autre forme plausible». S'il ne comprend pas la question, l'expérimentateur ajoute: «Une forme qui représente quelque chose de réel; une forme qui est possible dans la réalité». Après 20 secondes, si le sujet n'a toujours pas trouvé la seconde réponse attendue, l'expérimentateur passe au questionnaire postexpérimental.

Appendice B

Grille d'analyse du contenu des réponses relatives à
la connaissance du principe de l'horizontalité
des liquides dans les groupes In-E-Tr,
In-E-Év, Pa-E-Tr et Pa-E-Év

Réponses attestant l'ignorance du principe de
l'horizontalité des liquides

1. La surface est inclinée
2. L'eau est inclinée (penchée)
3. L'eau est inclinée dans le sens du pot
4. L'eau penche du côté du pot: il y en a plus vers la droite si le pot est penché vers la droite
5. L'eau suit l'inclinaison du pot
6. L'eau suit les parois du pot du côté où il est incliné
7. L'eau descend vers la surface qu'on incline
8. Il y a plus d'eau du côté le plus bas
9. L'eau prend un angle selon l'inclinaison du pot
10. Le plus haut côté de l'eau est du côté qui est incliné
11. L'eau va monter plus haut du côté de l'inclinaison
12. L'eau est inclinée (le sujet accompagne sa réponse d'un geste ou d'un dessin indiquant que la surface de l'eau est oblique par rapport à la table; ou l'expérimentateur ayant fait un tracé oblique, il demande au sujet si c'est ce que veut dire sa réponse et le sujet répond par l'affirmative)
13. L'eau est inclinée dans le sens contraire du pot
14. La surface de l'eau est inclinée
15. La surface est plus penchée qu'horizontale
16. La surface est plus haute du côté où c'est incliné
17. Quand le couvercle est vers le bas, on dirait que toutes les positions de la surface sont possibles

18. L'eau est parallèle à la base (au couvercle)
19. L'eau peut ne pas être parallèle à la table
20. L'eau (la ligne, la surface) va être diagonale (oblique)
21. La surface partira de la moitié du pot et se rendra en diagonale vers la pointe du couvercle
22. (Le sujet répond «Non» à la question suivante, posée à l'occasion par l'expérimentateur pour savoir plus précisément ce qu'il connaît: «L'eau dans un pot incliné est-elle toujours parallèle à la table?»)

Réponses attestant la connaissance du principe de
l'horizontalité des liquides

1. La surface est droite
2. La surface (l'eau, la ligne) est parallèle à la table (l'écran, le sol, l'horizon, le niveau de la mer, la terre, le centre de la terre)
3. La surface est toujours égale avec la table
4. L'eau est droite, elle n'est pas croche
5. La surface est en ligne droite avec la table
6. L'eau va rester droite peu importe l'angle du verre
7. L'eau est droite même si la table ne l'est pas
8. La position de l'eau va être la même que la position de la table
9. La ligne ne sera jamais penchée (oblique)
10. La surface est horizontale par rapport à la table (au sol)

11. La surface est toujours horizontale, peu importe l'inclinaison du verre
12. La surface est perpendiculaire à la force de gravité
13. La surface reste pareille, c'est le verre qui bouge
14. La surface a la même position que si le verre était à plat
15. L'eau sera égale (le sujet accompagne sa réponse d'un geste indiquant que la surface de l'eau est parallèle à la table)

Appendice C
Résultats individuels

Tableau 18

Pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du «contenant»		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
1	F	In-E-Tr	0	.10	.00	1.00
2	F	In-E-Tr	0	.00	.00	1.00
3	F	In-E-Tr	0	.00	.00	1.00
4	F	In-E-Tr	0	.55	1.00	1.00
5	F	In-E-Tr	1	.55	1.00	1.00
6	F	In-E-Tr	0	.40	1.00	1.00
7	F	In-E-Tr	0	.10	1.00	1.00
8	F	In-E-Tr	0	.00	.00	1.00
9	F	In-E-Tr	0	.00	.40	1.00
10	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
11	F	In-E-Tr	0	.95	1.00	1.00
12	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
13	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
14	F	In-E-Tr	0	.55	1.00	1.00
15	F	In-E-Tr	0	.10	1.00	1.00
16	F	In-E-Tr	0	.05	1.00	1.00
17	F	In-E-Tr	-	.90	1.00	1.00
18	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
19	F	In-E-Tr	0	.00	1.00	1.00
20	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
21	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
22	F	In-E-Tr	0	.00	1.00	1.00
23	F	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
24	F	In-E-Tr	0	.05	.00	1.00
25	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
26	M	In-E-Tr	1	.80	1.00	1.00
27	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
28	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
29	M	In-E-Tr	-	.30	1.00	1.00
30	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
31	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
32	M	In-E-Tr	1	.65	1.00	1.00
33	M	In-E-Tr	0	.45	1.00	1.00
34	M	In-E-Tr	0	.00	1.00	1.00
35	M	In-E-Tr	1	.50	1.00	1.00

Tableau 18
(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0)
du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais
réussis selon que les «contenants» sont inclinés,
à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du «contenant»		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
36	M	In-E-Tr	0	.25	1.00	1.00
37	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
38	M	In-E-Tr	1	.75	1.00	1.00
39	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
40	M	In-E-Tr	0	.50	1.00	1.00
41	M	In-E-Tr	0	.09	1.00	1.00
42	M	In-E-Tr	0	1.00	1.00	1.00
43	M	In-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
44	M	In-E-Tr	1	.95	1.00	1.00
45	M	In-E-Tr	1	.95	1.00	1.00
46	M	In-E-Tr	1	.85	1.00	1.00
93	F	Pa-E-Tr	0	.00	1.00	1.00
94	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
95	F	Pa-E-Tr	0	.00	.00	1.00
96	F	Pa-E-Tr	0	.40	1.00	1.00
97	F	Pa-E-Tr	0	.80	1.00	1.00
98	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
99	F	Pa-E-Tr	-	.50	1.00	1.00
100	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
101	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
102	F	Pa-E-Tr	0	.30	1.00	1.00
103	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
104	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
105	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
106	F	Pa-E-Tr	0	.35	1.00	1.00
107	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
108	F	Pa-E-Tr	1	.75	1.00	1.00
109	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
110	F	Pa-E-Tr	1	.95	1.00	1.00
111	F	Pa-E-Tr	0	.75	1.00	1.00
112	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
113	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
114	F	Pa-E-Tr	0	.70	1.00	1.00
115	F	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
116	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00

Tableau 18
(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Tr et Pa-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0)
du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais
réussis selon que les «contenants» sont inclinés,
à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du «contenant»		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
117	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
118	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
119	M	Pa-E-Tr	1	.40	1.00	1.00
120	M	Pa-E-Tr	1	.85	1.00	1.00
121	M	Pa-E-Tr	0	.15	.00	1.00
122	M	Pa-E-Tr	0	.45	1.00	1.00
123	M	Pa-E-Tr	0	.95	1.00	1.00
124	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
125	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
126	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
127	M	Pa-E-Tr	1	.60	1.00	1.00
128	M	Pa-E-Tr	0	.00	1.00	1.00
129	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
130	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
131	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
132	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
133	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
134	M	Pa-E-Tr	0	.15	1.00	1.00
135	M	Pa-E-Tr	1	.85	1.00	1.00
136	M	Pa-E-Tr	1	.65	1.00	1.00
137	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
138	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00
139	M	Pa-E-Tr	1	1.00	1.00	1.00

Tableau 19

Pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du contenant		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
185	F	In-E-Év	0	.66	.98	1.00
186	F	In-E-Év	0	.54	.98	1.00
187	F	In-E-Év	0	.63	.98	.98
188	F	In-E-Év	1	.93	.98	1.00
189	F	In-E-Év	0	.89	1.00	1.00
190	F	In-E-Év	0	.89	1.00	1.00
191	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
192	F	In-E-Év	1	1.00	.98	1.00
193	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
194	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
195	F	In-E-Év	0	.74	1.00	1.00
196	F	In-E-Év	1	.88	.98	1.00
197	F	In-E-Év	0	.58	1.00	1.00
198	F	In-E-Év	0	.61	1.00	1.00
199	F	In-E-Év	0	.63	.98	1.00
200	F	In-E-Év	0	.46	1.00	1.00
201	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
202	F	In-E-Év	1	.99	1.00	1.00
203	F	In-E-Év	0	.71	1.00	1.00
204	F	In-E-Év	0	.49	1.00	1.00
205	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
206	F	In-E-Év	1	.98	1.00	1.00
207	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	.98
208	M	In-E-Év	0	.64	.98	1.00
209	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
210	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
211	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
212	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
213	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
214	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
215	M	In-E-Év	0	.56	1.00	1.00
216	M	In-E-Év	0	.71	1.00	1.00
217	M	In-E-Év	1	.91	1.00	1.00
218	M	In-E-Év	1	.99	1.00	1.00

Tableau 19

(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du contenant		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
219	M	In-E-Év	0	.70	1.00	1.00
220	M	In-E-Év	1	.76	.98	1.00
221	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
222	M	In-E-Év	1	.94	1.00	1.00
223	M	In-E-Év	1	.73	1.00	1.00
224	M	In-E-Év	0	.68	1.00	.98
225	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
226	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
227	M	In-E-Év	0	.41	.98	1.00
228	M	In-E-Év	0	.63	.98	1.00
229	M	In-E-Év	1	.96	1.00	.98
230	M	In-E-Év	0	.76	1.00	1.00
276	F	Pa-E-Év	0	.48	1.00	.98
277	F	Pa-E-Év	0	.65	1.00	.78
278	F	Pa-E-Év	-	.99	1.00	1.00
279	F	Pa-E-Év	0	.83	1.00	1.00
280	F	Pa-E-Év	1	.96	1.00	.98
281	F	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
282	F	Pa-E-Év	1	.89	1.00	1.00
283	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
284	F	Pa-E-Év	1	.94	1.00	1.00
285	F	Pa-E-Év	1	.90	1.00	1.00
286	F	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
287	F	Pa-E-Év	0	.76	1.00	1.00
288	F	Pa-E-Év	0	.76	1.00	.95
289	F	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
290	F	Pa-E-Év	0	.94	1.00	.98
291	F	Pa-E-Év	0	.69	.98	1.00
292	F	Pa-E-Év	-	.58	1.00	1.00
293	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
294	F	Pa-E-Év	0	.79	1.00	1.00
295	F	Pa-E-Év	0	.66	1.00	1.00
296	F	Pa-E-Év	1	.98	1.00	1.00
297	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
298	F	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00

Tableau 19

(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position du contenant		
				Inclinée	Horizontale	Verticale
299	F	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
300	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
301	M	Pa-E-Év	1	.95	1.00	1.00
302	M	Pa-E-Év	0	.59	1.00	1.00
303	M	Pa-E-Év	0	.76	1.00	1.00
304	M	Pa-E-Év	1	.96	1.00	1.00
305	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
306	M	Pa-E-Év	0	.50	.98	1.00
307	M	Pa-E-Év	1	.85	1.00	1.00
308	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
309	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
310	M	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
311	M	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
312	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
313	M	Pa-E-Év	1	.93	.98	1.00
314	M	Pa-E-Év	1	.99	1.00	1.00
315	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00
316	M	Pa-E-Év	1	.94	1.00	1.00
317	M	Pa-E-Év	0	.69	.95	1.00
318	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.98
319	M	Pa-E-Év	1	.98	1.00	1.00
320	M	Pa-E-Év	0	.78	1.00	1.00
321	M	Pa-E-Év	0	.71	1.00	1.00

Tableau 20

Pour chaque sujet des groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
47	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
48	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
49	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
50	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
51	F	In-H-Tr	.90	1.00	1.00
52	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
53	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
54	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
55	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
56	F	In-H-Tr	.95	1.00	1.00
57	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
58	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
59	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
60	F	In-H-Tr	.35	1.00	1.00
61	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
62	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
63	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
64	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
65	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
66	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
67	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
68	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
69	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
70	F	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
71	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
72	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
73	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
74	M	In-H-Tr	.95	1.00	1.00
75	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
76	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
77	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
78	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
79	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
80	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
81	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
82	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00

Tableau 20

(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
83	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
84	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
85	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
86	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
87	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
88	M	In-H-Tr	.70	1.00	1.00
89	M	In-H-Tr	.85	1.00	1.00
90	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
91	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
92	M	In-H-Tr	1.00	1.00	1.00
140	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
141	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
142	F	Pa-H-Tr	.70	1.00	1.00
143	F	Pa-H-Tr	.70	1.00	1.00
144	F	Pa-H-Tr	.80	1.00	1.00
145	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
146	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
147	F	Pa-H-Tr	.90	1.00	1.00
148	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
149	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
150	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
151	F	Pa-H-Tr	.05	1.00	0.80
152	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
153	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
154	F	Pa-H-Tr	.95	1.00	1.00
155	F	Pa-H-Tr	.75	1.00	1.00
156	F	Pa-H-Tr	.65	1.00	1.00
157	F	Pa-H-Tr	.65	1.00	1.00
158	F	Pa-H-Tr	.85	1.00	1.00
159	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
160	F	Pa-H-Tr	.90	1.00	1.00
161	F	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
162	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
163	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
164	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
165	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
166	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00

Tableau 20

(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-H-Tr et Pa-H-Tr, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
167	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
168	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
169	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
170	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
171	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
172	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
173	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
174	M	Pa-H-Tr	.95	1.00	1.00
175	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
176	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
177	M	Pa-H-Tr	.90	1.00	1.00
178	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
179	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
180	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
181	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
182	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
183	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00
184	M	Pa-H-Tr	1.00	1.00	1.00

Tableau 21

Pour chaque sujet des groupes In-H-Év et Pa-H-Év, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
231	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
232	F	In-H-Év	1.00	1.00	.98
233	F	In-H-Év	.99	1.00	1.00
234	F	In-H-Év	.98	.98	1.00
235	F	In-H-Év	.99	1.00	1.00
236	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
237	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
238	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
239	F	In-H-Év	.95	1.00	1.00
240	F	In-H-Év	.99	1.00	1.00
241	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
242	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
243	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
244	F	In-H-Év	1.00	.98	1.00
245	F	In-H-Év	.98	.98	1.00
246	F	In-H-Év	.99	.98	1.00
247	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
248	F	In-H-Év	.89	.90	.85
249	F	In-H-Év	.97	1.00	1.00
250	F	In-H-Év	.99	1.00	.98
251	F	In-H-Év	.97	.98	1.00
252	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
253	F	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
254	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
255	M	In-H-Év	.99	.98	1.00
256	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
257	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
258	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
259	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
260	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
261	M	In-H-Év	.90	1.00	1.00
262	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
263	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
264	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
265	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
266	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
267	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00

Tableau 21
(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-H-Év et Pa-H-Év, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
268	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
269	M	In-H-Év	.99	1.00	.98
270	M	In-H-Év	.84	.95	.90
271	M	In-H-Év	.99	1.00	1.00
272	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
273	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
274	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
275	M	In-H-Év	1.00	1.00	1.00
322	F	Pa-H-Év	1.00	.93	.93
323	F	Pa-H-Év	.99	1.00	.95
324	F	Pa-H-Év	.89	1.00	1.00
325	F	Pa-H-Év	.90	1.00	1.00
326	F	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
327	F	Pa-H-Év	.94	.95	.93
328	F	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
329	F	Pa-H-Év	.96	1.00	1.00
330	F	Pa-H-Év	.98	1.00	1.00
331	F	Pa-H-Év	.93	.98	.98
332	F	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
333	F	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
334	F	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
335	F	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
336	F	Pa-H-Év	.98	.98	1.00
337	F	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
338	F	Pa-H-Év	.97	.85	.88
339	F	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
340	F	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
341	F	Pa-H-Év	.99	.98	.93
342	F	Pa-H-Év	1.00	.98	1.00
343	F	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
344	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
345	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
346	M	Pa-H-Év	.96	1.00	1.00
347	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
348	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
349	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
350	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00

Tableau 21

(suite)

Pour chaque sujet des groupes In-H-Év et Pa-H-Év, sexe et proportion d'essais réussis selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Groupe	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
351	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
352	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
353	M	Pa-H-Év	.99	1.00	.98
354	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
355	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
356	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
357	M	Pa-H-Év	.82	1.00	.93
358	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
359	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
360	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
361	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
362	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
363	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00
364	M	Pa-H-Év	1.00	1.00	1.00
365	M	Pa-H-Év	.99	1.00	1.00

Tableau 22

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position de la ligne				
				-20°	-10°	0°	10°	20°
185	F	In-E-Év	0	.70	.35	.78	.40	.70
186	F	In-E-Év	0	.50	.50	.56	.50	.60
187	F	In-E-Év	0	.50	.25	.85	.35	.50
188	F	In-E-Év	1	.95	.80	.96	.95	.90
189	F	In-E-Év	0	.95	.65	1.00	.50	1.00
190	F	In-E-Év	0	.80	.80	.96	.80	.85
191	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
192	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
193	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
194	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
195	F	In-E-Év	0	.50	.50	.99	.50	.50
196	F	In-E-Év	1	.95	.50	1.00	.60	.95
197	F	In-E-Év	0	.60	.30	.64	.50	.70
198	F	In-E-Év	0	.55	.05	.89	.05	.65
199	F	In-E-Év	0	.50	.05	.94	.25	.50
200	F	In-E-Év	0	.60	.45	.39	.55	.55
201	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
202	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	.90	1.00
203	F	In-E-Év	0	.85	.15	.94	.15	.80
204	F	In-E-Év	0	.50	.45	.45	.55	.65
205	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
206	F	In-E-Év	1	1.00	.90	1.00	1.00	.95
207	F	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
208	M	In-E-Év	0	.35	.30	.91	.10	.70
209	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
210	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
211	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
212	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
213	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
214	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
215	M	In-E-Év	0	.15	.00	1.00	.05	.25
216	M	In-E-Év	0	.60	.05	.96	.30	.85
217	M	In-E-Év	-	.95	.65	1.00	.75	.95
218	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00

Tableau 22

(suite)

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position de la ligne				
				-20°	-10°	0°	10°	20°
219	M	In-E-Év	0	.85	.15	.98	.00	.70
220	M	In-E-Év	1	.80	.00	1.00	.25	1.00
221	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
222	M	In-E-Év	1	1.00	.95	.89	1.00	1.00
223	M	In-E-Év	1	.65	.20	.96	.35	.75
224	M	In-E-Év	0	.55	.30	.95	.15	.65
225	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
226	M	In-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
227	M	In-E-Év	0	.55	.75	.18	.70	.60
228	M	In-E-Év	0	.25	.30	.91	.20	.65
229	M	In-E-Év	1	.85	.95	.99	.95	1.00
230	M	In-E-Év	0	.95	.50	.85	.35	.90
276	F	Pa-E-Év	0	.65	.25	.48	.30	.70
277	F	Pa-E-Év	0	.35	.60	.80	.60	.45
278	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
279	F	Pa-E-Év	0	.80	.55	.99	.60	.75
280	F	Pa-E-Év	1	.95	1.00	.94	1.00	1.00
281	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
282	F	Pa-E-Év	1	.85	.80	.94	.90	.85
283	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
284	F	Pa-E-Év	1	.85	.85	.98	.95	.95
285	F	Pa-E-Év	1	1.00	.75	1.00	.55	.90
286	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
287	F	Pa-E-Év	0	.80	.55	.86	.50	.75
288	F	Pa-E-Év	0	.80	.55	.83	.70	.75
289	F	Pa-E-Év	1	1.00	.95	.99	1.00	1.00
290	F	Pa-E-Év	0	.90	.90	.95	.95	.95
291	F	Pa-E-Év	0	.65	.20	.93	.35	.65
292	F	Pa-E-Év	0	.60	.35	.66	.45	.55
293	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
294	F	Pa-E-Év	0	.85	.40	.95	.45	.85
295	F	Pa-E-Év	0	.75	.30	.90	.25	.35
296	F	Pa-E-Év	1	1.00	.95	.99	.95	1.00
297	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tableau 22

(suite)

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet des groupes In-E-Év et Pa-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et proportion d'essais réussis selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Groupe	Connaissance	Position de la ligne				
				-20°	-10°	0°	10°	20°
298	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	.95	1.00
299	F	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
300	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
301	M	Pa-E-Év	1	.90	.85	.99	.95	.95
302	M	Pa-E-Év	0	.80	.15	.64	.65	.60
303	M	Pa-E-Év	0	1.00	.75	.79	.35	.80
304	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.94	.90	1.00
305	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
306	M	Pa-E-Év	0	.50	.50	.50	.50	.50
307	M	Pa-E-Év	1	.75	.55	.99	.65	.90
308	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
309	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
310	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
311	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.98	1.00	1.00
312	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
313	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.88	.95	1.00
314	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.99	1.00	1.00
315	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
316	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.89	1.00	1.00
317	M	Pa-E-Év	0	.80	.60	.78	.35	.70
318	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
319	M	Pa-E-Év	1	1.00	1.00	.96	1.00	1.00
320	M	Pa-E-Év	0	.95	.60	.78	.65	.95
321	M	Pa-E-Év	0	.75	.25	.95	.15	.70

Tableau 23

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de réflexion (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
1	F	0	4760	1815	2082
2	F	0	1420	3006	1765
3	F	0	2433	2698	1649
4	F	0	2660	2931	2366
5	F	1	2495	1499	1250
6	F	0	4176	2348	2881
7	F	0	3419	4364	3815
8	F	0	3073	2648	1665
9	F	0	4380	9595	3531
10	F	1	2802	2098	2048
11	F	0	2890	1965	1482
12	F	1	1974	1582	1682
13	F	1	2815	2631	1982
14	F	0	3027	3131	2832
15	F	0	2781	3065	1699
16	F	0	3515	2864	1832
17	F	-	3877	3347	2215
18	F	1	2148	1598	1882
19	F	0	4085	3797	2265
20	F	1	4705	3164	3431
21	F	1	2177	1382	1850
22	F	0	3056	2432	2200
23	F	1	2831	2549	2681
24	F	0	3510	3081	4655
25	M	1	2207	1833	1485
26	M	1	4323	2548	3614
27	M	1	2944	2548	2048
28	M	1	5896	3663	2731
29	M	-	2024	1998	1433
30	M	1	2390	1966	2149
31	M	1	2573	3264	1466
32	M	1	3310	1965	1898
33	M	0	10403	3014	2181
34	M	0	4770	2416	2650
35	M	1	6175	3049	2381
36	M	0	4964	2157	1515

Tableau 23
(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de réflexion (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
37	M	1	5438	2899	2115
38	M	1	5617	3431	2149
39	M	1	2065	2165	1717
40	M	0	19839	3464	2366
41	M	0	12182	5763	2581
42	M	0	2607	2500	1800
43	M	1	2336	1915	1582
44	M	1	3186	3580	1715
45	M	1	2623	2798	1982
46	M	1	3794	6212	1648

Tableau 24

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de réflexion (en ms)
selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
47	F	3398	3364	1999
48	F	5174	3814	3664
49	F	2402	1665	1782
50	F	2711	2181	1982
51	F	2528	1898	2181
52	F	4173	4197	3031
53	F	2282	2065	1749
54	F	5600	3681	3048
55	F	3015	2497	1832
56	F	3094	3248	3214
57	F	5688	5913	5963
58	F	2661	2415	2065
59	F	3090	2881	2450
60	F	3819	3532	4363
61	F	1320	1432	915
62	F	1425	1165	1199
63	F	2749	1648	1982
64	F	2486	2331	2032
65	F	2161	2098	1565
66	F	3732	3464	2831
67	F	2644	1882	1249
68	F	1998	2864	1732
69	F	2074	1633	1449
70	F	1715	1598	1383
71	M	1512	2465	2065
72	M	3110	3065	2881
73	M	2231	1948	1914
74	M	4126	3731	2848
75	M	3360	2547	2390
76	M	2507	2315	2081
77	M	1790	1385	1232
78	M	2415	2448	1566
79	M	3277	1965	2057
80	M	1736	1715	1481
81	M	3169	3148	2748
82	M	2111	1815	1732
83	M	2777	1332	1399

Tableau 24

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de réflexion (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
84	M	5480	4564	3231
85	M	2606	2448	2198
86	M	2319	3114	1565
87	M	3006	2681	1865
88	M	3403	4497	1848
89	M	1924	1432	1399
90	M	2082	1532	1315
91	M	4143	3682	3248
92	M	3074	2565	2397

Tableau 25

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
1	F	0	6127	3282	4115
2	F	0	4918	3841	2232
3	F	0	5100	5929	3864
4	F	0	3648	2815	3098
5	F	1	3457	2151	1682
6	F	0	2360	2717	3051
7	F	0	3770	2981	2781
8	F	0	4732	5264	3932
9	F	0	4786	3716	3332
10	F	1	3657	3032	2500
11	F	0	3282	2149	1700
12	F	1	2098	2965	2315
13	F	1	2300	3249	3583
14	F	0	5647	7446	7430
15	F	0	2890	1799	2232
16	F	0	2104	2182	1764
17	F	-	3234	3232	2699
18	F	1	5090	6362	4397
19	F	0	5759	5147	3448
20	F	1	5065	4533	4163
21	F	1	3704	2548	1999
22	F	0	3407	2416	2532
23	F	1	3853	3232	3181
24	F	0	7455	5683	6423
25	M	1	3336	2768	2265
26	M	1	4128	3748	3015
27	M	1	3803	3415	2732
28	M	1	4098	2965	2965
29	M	-	4161	3032	2980
30	M	1	3794	3980	3382
31	M	1	3848	2998	1647
32	M	1	4912	2716	2548
33	M	0	3153	2634	2032
34	M	0	4088	3413	3015
35	M	1	4139	4384	4263
36	M	0	2784	2684	2300

Tableau 25

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
37	M	1	4782	3149	2748
38	M	1	6487	6012	6613
39	M	1	3186	3600	2633
40	M	0	6189	2898	2282
41	M	0	3975	4247	3530
42	M	0	5426	5814	2635
43	M	1	9400	9195	6064
44	M	1	4706	5347	3332
45	M	1	4665	3898	4498
46	M	1	3444	2966	3181

Tableau 26

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
47	F	11365	8096	5679
48	F	3950	3190	3308
49	F	2366	2266	1999
50	F	6863	7963	5780
51	F	4357	3598	3280
52	F	10941	10179	6263
53	F	3336	2714	2367
54	F	8050	6049	6480
55	F	2629	2066	2066
56	F	8596	6329	5085
57	F	10283	7429	6430
58	F	9778	9961	8748
59	F	4023	3880	3598
60	F	3624	2881	2965
61	F	1754	1868	1334
62	F	1480	1319	1051
63	F	11985	10626	10294
64	F	6122	6781	6846
65	F	3998	2682	2942
66	F	7442	4732	4367
67	F	9483	7412	6413
68	F	4452	3782	3498
69	F	2141	1449	1482
70	F	1542	1314	1566
71	M	2690	8729	7080
72	M	2849	2515	2366
73	M	3261	2649	3054
74	M	10175	14110	10428
75	M	4631	4448	2632
76	M	4565	5914	3732
77	M	4107	3496	2998
78	M	4762	4833	4996
79	M	3853	3099	3158
80	M	2504	3047	2665
81	M	4444	3648	3531
82	M	2075	1683	1599
83	M	12207	7517	7230

Tableau 26

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de traçage (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
84	M	7514	5815	6963
85	M	5114	8962	6496
86	M	5040	3165	3631
87	M	5419	4314	4783
88	M	3168	3481	3548
89	M	3848	3548	3067
90	M	4382	3365	5380
91	M	6404	7679	7179
92	M	5989	4647	4065

Tableau 27

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de vérification (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
1	F	0	2548	2148	1049
2	F	0	2694	2938	1265
3	F	0	1711	1849	1180
4	F	0	748	450	483
5	F	1	1336	1232	833
6	F	0	1628	749	630
7	F	0	2926	1732	1966
8	F	0	2173	2032	698
9	F	0	1694	6744	1149
10	F	1	1907	830	1048
11	F	0	1116	566	581
12	F	1	1357	1199	1048
13	F	1	3954	2479	1663
14	F	0	2815	1682	1232
15	F	0	1869	982	1383
16	F	0	1216	980	499
17	F	-	1240	980	699
18	F	1	1307	1149	1115
19	F	0	3775	1665	916
20	F	1	1849	1732	2032
21	F	1	1760	799	882
22	F	0	2963	1880	1763
23	F	1	3360	3081	2965
24	F	0	2735	3062	2745
25	M	1	1741	1413	1532
26	M	1	1365	416	633
27	M	1	3011	1483	1865
28	M	1	1990	1249	1499
29	M	-	1700	1316	900
30	M	1	1199	1199	1099
31	M	1	877	931	666
32	M	1	1777	1080	815
33	M	0	3756	2365	1598
34	M	0	946	916	730
35	M	1	3594	2263	2331
36	M	0	1338	649	865

Tableau 27

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-E-Tr, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian de vérification (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
37	M	1	2985	1747	1230
38	M	1	2640	2681	2129
39	M	1	1464	883	1395
40	M	0	11269	1549	849
41	M	0	3390	1582	1416
42	M	0	1694	1430	1215
43	M	1	2885	1363	1083
44	M	1	4118	2399	1249
45	M	1	1327	799	797
46	M	1	3905	2282	2698

Tableau 28

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de vérification (en ms)
selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
47	F	4067	2931	2265
48	F	1384	1780	741
49	F	948	400	649
50	F	3039	2182	1415
51	F	1011	1030	716
52	F	3077	2699	1249
53	F	1074	1249	1349
54	F	4011	3062	2298
55	F	2306	1015	864
56	F	2555	1846	2665
57	F	6096	3980	3531
58	F	3560	2415	2015
59	F	2336	2063	1748
60	F	1810	1696	1265
61	F	1781	1447	1915
62	F	538	331	414
63	F	3847	3064	1849
64	F	1853	799	949
65	F	2128	1398	1615
66	F	2769	2097	2612
67	F	3148	2549	2082
68	F	1324	664	1033
69	F	1065	633	632
70	F	964	449	399
71	M	2169	1748	1799
72	M	1882	1431	1799
73	M	2065	1682	1583
74	M	1699	2198	1313
75	M	2253	1715	1765
76	M	2269	1864	1182
77	M	3156	1748	2013
78	M	2205	1615	1366
79	M	1719	1032	1233
80	M	681	647	695
81	M	2435	1732	2631
82	M	1786	1413	1249
83	M	4427	3362	2298

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-H-Tr, sexe et temps médian de vérification (en ms)
selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
84	M	4300	2298	2499
85	M	1657	1547	1148
86	M	1341	566	899
87	M	2594	1532	2165
88	M	1767	1815	1265
89	M	1044	414	533
90	M	1622	1132	932
91	M	3485	2429	1815
92	M	2077	1649	1748

Pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
185	F	0	4225	877	818
186	F	0	2676	1070	1056
187	F	0	3867	1097	904
188	F	1	2218	1013	706
189	F	0	1324	903	778
190	F	0	2287	863	772
191	F	1	2112	1064	1031
192	F	1	904	676	677
193	F	1	1333	726	759
194	F	1	1493	1257	1109
195	F	0	1627	974	863
196	F	1	916	696	716
197	F	0	4744	1257	1050
198	F	0	5325	1260	1120
199	F	0	3601	1607	1511
200	F	0	3141	1349	956
201	F	1	917	762	818
202	F	1	1570	1327	925
203	F	0	2380	1030	681
204	F	0	6187	1965	2102
205	F	1	2059	1223	1511
206	F	1	1192	1229	1050
207	F	1	1901	1006	889
208	M	0	2776	869	639
209	M	1	1604	1189	1054
210	M	1	1239	870	1017
211	M	1	1175	839	932
212	M	1	1109	1017	992
213	M	1	860	804	734
214	M	1	669	561	548
215	M	0	6293	1021	909
216	M	0	7436	1190	846
217	M	-	5665	708	783
218	M	1	973	823	718
219	M	0	3778	908	813
220	M	1	2166	949	1010

Tableau 29

(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (0) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Connaissance	Position du «contenant»		
			Inclinée	Horizontale	Verticale
221	M	1	1181	1339	1429
222	M	1	2467	8223	859
223	M	1	1801	848	791
224	M	0	2678	899	772
225	M	1	1004	779	756
226	M	1	982	776	787
227	M	0	1796	829	975
228	M	0	1645	1011	854
229	M	1	835	647	542
230	M	0	2470	1034	843

Tableau 30

Pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms)
selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
231	F	1447	1120	874
232	F	1127	879	789
233	F	1002	857	702
234	F	1385	1199	1073
235	F	1100	697	757
236	F	907	749	686
237	F	1411	1241	1087
238	F	1705	1263	1121
239	F	646	608	594
240	F	1862	1199	1103
241	F	952	677	755
242	F	1843	1038	996
243	F	1022	803	887
244	F	2319	2169	1437
245	F	1359	863	828
246	F	1068	845	838
247	F	1360	1058	1126
248	F	2004	1473	1544
249	F	2488	1578	1255
250	F	1032	922	828
251	F	1425	1047	942
252	F	994	731	672
253	F	1281	869	785
254	M	959	862	857
255	M	1058	868	776
256	M	1256	1275	1164
257	M	1032	774	836
258	M	743	664	568
259	M	938	765	805
260	M	659	574	599
261	M	2522	1264	1277
262	M	990	771	759
263	M	1321	778	826
264	M	1201	796	894
265	M	803	678	663
266	M	925	789	727
267	M	1020	573	545

Tableau 30
(suite)

Pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms)
selon que les «contenants» sont inclinés, à l'horizontale ou à la verticale

Sujet	Sexe	Position du «contenant»		
		Inclinée	Horizontale	Verticale
268	M	2130	1315	1059
269	M	916	722	618
270	M	1064	707	670
271	M	1105	774	766
272	M	928	810	739
273	M	3814	3932	2373
274	M	922	801	785
275	M	987	717	788

Tableau 31

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
185	F	0	4861	4212	4308	3446	4298
186	F	0	2392	2352	2021	3212	3403
187	F	0	3891	3289	3389	4660	4105
188	F	1	1725	2502	2221	1829	2811
189	F	0	1158	1629	1369	1400	1064
190	F	0	1846	2380	1426	3745	2038
191	F	1	1882	2924	1711	2215	1828
192	F	1	910	863	936	957	855
193	F	1	1086	1854	1200	1355	1168
194	F	1	1385	1468	1530	1667	1414
195	F	0	1423	1659	1739	1506	1811
196	F	1	956	982	855	918	867
197	F	0	4402	5706	5027	4665	3922
198	F	0	6037	4222	3823	5609	6936
199	F	0	2935	3885	3780	4042	3364
200	F	0	2593	2684	3351	3074	4004
201	F	1	923	954	878	969	861
202	F	1	1283	1847	1581	1830	1307
203	F	0	2091	2618	2101	2668	2422
204	F	0	5942	5898	5832	7903	5360
205	F	1	1663	2560	1839	2236	1996
206	F	1	1165	1329	1146	1306	1013
207	F	1	1820	2608	1601	2286	1192
208	M	0	3281	2707	2596	2721	2574
209	M	1	1277	1944	1915	1769	1116
210	M	1	1178	1342	1338	1260	1075
211	M	1	1310	1151	1146	1017	1253
212	M	1	1062	1315	1111	1009	1047
213	M	1	784	886	900	872	859
214	M	1	663	742	581	713	646
215	M	0	6796	5927	4881	7034	6826
216	M	0	8458	8652	4820	8471	6781
217	M	-	7538	4657	2635	9651	3844
218	M	1	908	955	1087	1003	911

Tableau 31

(suite)

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
219	M	0	3238	4613	3060	3665	4316
220	M	1	1997	2607	1834	2471	1919
221	M	1	1198	1202	1350	1113	1041
222	M	1	1646	1922	4646	2610	1512
223	M	1	1457	1825	1437	2617	1672
224	M	0	2518	3274	2131	2521	2948
225	M	1	897	1118	823	1223	958
226	M	1	941	1012	1147	896	912
227	M	0	1811	2232	1443	1632	1862
228	M	0	1503	1876	1403	1096	2348
229	M	1	773	899	814	840	852
230	M	0	2876	2344	2216	2240	2673

Tableau 32

Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
185	F	0	1069	778	821	827	889
186	F	0	1000	983	903	1075	1389
187	F	0	1410	896	992	1168	1020
188	F	1	1037	1112	865	987	1064
189	F	0	840	785	873	836	1179
190	F	0	1032	817	878	813	773
191	F	1	1098	932	1107	1020	1164
192	F	1	717	603	737	647	674
193	F	1	721	743	767	663	734
194	F	1	1232	1212	1156	1379	1306
195	F	0	846	1049	761	1020	1192
196	F	1	756	675	624	643	781
197	F	0	1422	1261	1076	1175	1349
198	F	0	1407	1205	864	1341	1483
199	F	0	1426	1969	1616	1795	1228
200	F	0	1464	1169	1133	1912	1065
201	F	1	764	694	765	840	745
202	F	1	1646	945	1663	901	1479
203	F	0	824	809	991	1483	1044
204	F	0	2054	2720	1314	1642	2097
205	F	1	907	1453	1105	1667	982
206	F	1	1050	1075	1155	1768	1095
207	F	1	1053	1018	969	894	1095
208	M	0	1059	795	709	1007	775
209	M	1	1224	1034	1091	1286	1310
210	M	1	840	833	913	828	935
211	M	1	1025	719	800	815	838
212	M	1	915	1068	793	1147	1164
213	M	1	820	625	909	783	883
214	M	1	533	620	458	592	603
215	M	0	953	1008	1042	962	1138
216	M	0	1153	1199	1000	1292	1304
217	M	-	618	839	641	711	732

Tableau 32
(suite)

Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
218	M	1	654	961	831	758	912
219	M	0	974	879	829	813	1043
220	M	1	1027	863	915	890	1052
221	M	1	984	1854	1091	1059	1708
222	M	1	765	711	1024	844	770
223	M	1	834	922	690	866	927
224	M	0	776	747	842	1004	1125
225	M	1	758	948	703	694	793
226	M	1	802	924	638	723	794
227	M	0	817	818	731	740	1038
228	M	0	1061	1092	761	905	1235
229	M	1	668	685	631	611	638
230	M	0	899	755	1118	1496	904

Tableau 33

Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
185	F	0	813	788	759	994	735
186	F	0	904	1672	740	1025	939
187	F	0	912	875	900	865	969
188	F	1	611	739	722	843	614
189	F	0	803	797	778	757	754
190	F	0	720	752	900	688	800
191	F	1	1007	890	1129	941	1187
192	F	1	687	628	712	683	675
193	F	1	743	747	822	787	694
194	F	1	973	1447	962	1036	1127
195	F	0	937	694	820	906	959
196	F	1	732	783	621	691	752
197	F	0	1172	1095	1046	975	962
198	F	0	1274	901	974	1552	898
199	F	0	2573	1008	1771	977	1226
200	F	0	953	1125	844	924	935
201	F	1	813	831	833	730	884
202	F	1	882	874	881	1040	947
203	F	0	677	584	794	745	605
204	F	0	3182	2080	1509	1547	2193
205	F	1	802	2068	1404	2047	1234
206	F	1	827	704	999	1128	1592
207	F	1	978	962	842	771	893
208	M	0	634	585	572	696	709
209	M	1	1040	1057	1151	930	1090
210	M	1	952	947	1055	1124	1006
211	M	1	1046	800	1029	950	833
212	M	1	796	1044	764	914	1443
213	M	1	672	677	785	637	898
214	M	1	549	575	512	593	512
215	M	0	980	823	1013	886	845
216	M	0	690	978	864	906	791
217	M	-	669	841	748	961	696
218	M	1	1044	600	671	703	570

Tableau 33

Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-E-Év, sexe, connaissance (1) ou non (2) du principe de l'invariance de l'horizontalité des liquides et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Connaissance	Position de la ligne				
			-20°	-10°	0°	10°	20°
219	M	0	779	1058	804	712	710
220	M	1	897	1013	829	1409	903
221	M	1	1159	1611	1436	1739	1198
222	M	1	681	762	1064	1049	741
223	M	1	824	586	744	761	1040
224	M	0	674	686	814	758	929
225	M	1	675	711	578	954	862
226	M	1	688	901	871	765	709
227	M	0	963	1477	783	862	791
228	M	0	879	906	698	900	887
229	M	1	589	535	517	534	535
230	M	0	978	880	884	737	737

Tableau 34

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
231	F	1220	1579	1621	1601	1212
232	F	1022	1135	1193	1293	992
233	F	949	1014	975	1131	941
234	F	1396	1491	1559	1303	1174
235	F	870	1083	1315	1233	998
236	F	855	877	898	1044	862
237	F	981	1061	3076	949	987
238	F	1687	1714	1257	2244	1625
239	F	609	657	690	652	622
240	F	1814	2306	1696	1718	1775
241	F	859	1043	1155	864	840
242	F	1590	1836	2436	1831	1524
243	F	846	991	1405	1013	858
244	F	1571	2764	2431	3006	1825
245	F	1400	1365	1486	1308	1233
246	F	988	1107	971	1145	1131
247	F	1345	1514	1285	1470	1188
248	F	1272	1385	4690	1345	1328
249	F	2333	2445	3926	1888	1850
250	F	1015	1266	857	1087	939
251	F	1149	2133	1441	1376	1026
252	F	855	1142	903	1142	931
253	F	1067	1371	1243	1535	1190
254	M	877	1012	1007	949	952
255	M	876	1055	1026	1110	1223
256	M	1177	1328	1309	1313	1154
257	M	870	1246	985	1142	919
258	M	715	746	799	730	725
259	M	881	928	1007	950	926
260	M	590	738	669	660	636
261	M	1799	2748	3860	2507	1698
262	M	1069	922	942	1099	919
263	M	1006	1371	1512	1698	1018
264	M	1091	1071	1695	1213	933
265	M	782	874	836	769	755

Tableau 34

(suite)

Pour les «contenants» inclinés, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
266	M	829	911	950	996	939
267	M	771	1104	1536	958	731
268	M	1960	2159	2669	2211	1652
269	M	854	791	1336	851	750
270	M	724	889	2027	802	881
271	M	964	1258	1025	1087	1191
272	M	874	928	955	1008	875
273	M	3781	4209	3747	3912	3424
274	M	907	980	887	839	998
275	M	867	1063	878	1184	942

Tableau 35

Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
231	F	1078	1128	1080	1069	1244
232	F	866	766	910	867	984
233	F	803	742	746	870	1124
234	F	1282	1091	1284	1250	1086
235	F	674	624	670	752	763
236	F	635	709	769	697	934
237	F	1118	832	2288	1021	948
238	F	914	1268	1081	1976	1077
239	F	584	623	606	622	603
240	F	996	1625	960	1159	1253
241	F	615	782	757	605	624
242	F	1145	1191	893	1015	945
243	F	716	779	968	812	739
244	F	1321	909	4108	1129	3377
245	F	892	829	886	973	734
246	F	801	779	842	969	835
247	F	1014	1145	983	1068	1081
248	F	958	1074	3478	840	1014
249	F	949	2018	2620	1092	1211
250	F	1063	974	705	962	904
251	F	1018	1204	991	1075	949
252	F	809	706	697	717	725
253	F	956	888	849	877	774
254	M	715	789	1104	883	818
255	M	802	866	885	913	875
256	M	1246	1242	1457	1192	1239
257	M	758	750	844	748	771
258	M	594	666	716	576	766
259	M	681	879	781	815	668
260	M	608	521	621	557	562
261	M	1205	1330	1213	1268	1305
262	M	693	847	748	764	805
263	M	649	907	861	846	628
264	M	687	748	1243	640	663
265	M	692	590	716	717	674

Tableau 35

(suite)

Pour les «contenants» à l'horizontale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
266	M	718	770	773	827	855
267	M	578	641	542	561	545
268	M	1157	1435	1519	1375	1090
269	M	684	518	1089	658	660
270	M	588	686	1090	612	560
271	M	623	890	749	775	834
272	M	971	866	701	792	718
273	M	3790	4196	3618	3805	4251
274	M	753	818	825	819	789
275	M	681	677	625	756	847

Tableau 36

Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
231	F	808	932	985	912	731
232	F	844	750	916	707	729
233	F	672	697	699	709	732
234	F	1039	982	1157	1045	1143
235	F	745	885	692	699	766
236	F	733	658	717	683	639
237	F	916	871	2005	839	806
238	F	857	896	953	1748	1152
239	F	582	538	617	581	654
240	F	1077	1228	949	1370	890
241	F	793	714	884	652	732
242	F	1014	1231	897	872	965
243	F	629	858	1284	877	785
244	F	1126	1397	1958	1664	1038
245	F	726	773	896	893	854
246	F	863	900	863	819	746
247	F	1336	1013	1020	995	1266
248	F	1015	1211	3282	1164	1046
249	F	850	1393	1285	1658	1090
250	F	786	916	673	965	801
251	F	797	1248	989	848	826
252	F	659	611	754	665	669
253	F	801	771	871	702	782
254	M	799	825	867	1038	755
255	M	730	828	706	907	709
256	M	1117	1062	1378	1055	1206
257	M	703	763	815	841	1056
258	M	595	622	526	503	595
259	M	674	863	801	837	848
260	M	590	617	658	554	575
261	M	1175	1627	1032	1181	1368
262	M	693	626	789	967	719
263	M	918	621	884	768	941
264	M	821	711	1044	1219	673
265	M	650	658	792	630	587

Tableau 36

(suite)

Pour les «contenants» à la verticale, pour chaque sujet du groupe In-H-Év, sexe et temps médian d'évaluation (en ms) selon chaque position de la ligne à l'intérieur du «contenant» (-20°, -10°, 0°, 10° et 20° par rapport à l'horizontale)

Sujet	Sexe	Position de la ligne				
		-20°	-10°	0°	10°	20°
266	M	820	684	724	772	637
267	M	516	498	551	575	585
268	M	1040	1198	1055	975	1029
269	M	632	521	706	611	621
270	M	772	649	644	706	581
271	M	791	730	824	835	649
272	M	783	852	675	671	716
273	M	2894	1823	2052	2255	2839
274	M	842	850	737	740	755
275	M	799	809	767	805	758

Appendice D
Analyses de la variance

Tableau 37

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Support	1	0,14	0,98	.32
Sexe	1	0,14	0,96	.33
Support x Sexe	1	0,00	0,00	.97
Erreur	88	0,14		

Tableau 38

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier), le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Support	1	0,05	1,35	.25
Sexe	1	0,03	0,85	.36
Connaissance	1	9,09	243,04	.00
Support x Sexe	1	0,01	0,20	.66
Support x Connaissance	1	0,06	1,65	.20
Sexe x Connaissance	1	0,01	0,37	.54
Support x Sexe x Connaissance	1	0,02	0,60	.44
Erreur	81	0,04		

Tableau 39

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon les facteurs intersujets du support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Support	1	1,71	1,92	.17
Sexe	1	1,21	1,36	.25
Support x Sexe	1	0,06	0,07	.80
Erreur	88	0,89		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	F	p	
	Numé- rateur	Dénumi- nateur		
Position de la ligne	4	85	11,79	.00
Position x Support	4	85	2,87	.03
Position x Sexe	4	85	1,23	.30
Position x Support x Sexe	4	85	1,00	.41

Tableau 40

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche est effectuée sur support informatique ou papier, anova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numé- rateur	Dénumi- nateur		
<u>Support informatique:</u>				
Position de la ligne	4	42	7,05	.00
<u>Support papier:</u>				
Position de la ligne	4	42	6,01	.00

Tableau 41

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon les facteurs intersujets du support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et le sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Ancova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Support	1	0,52	2,52	.12
Sexe	1	0,08	0,37	.54
Connaissance	1	58,13	282,18	.00
Support x Sexe	1	0,01	0,04	.83
Support x Connaissance	1	0,29	1,39	.24
Sexe x Connaissance	1	0,05	0,26	.61
Support x Sexe x Connaissance	1	0,02	0,10	.76
Erreur	81	0,21		

Tableau 41
(suite)

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon les facteurs intersujets du support sur lequel s'effectue la tâche (informatique ou papier) et le sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Ancova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numé- rateur	Déno- mateur		
Position de la ligne	4	78	19,31	.00
Position x Support	4	78	4,84	.00
Position x Sexe	4	78	1,35	.26
Position x Connaissance	4	78	8,29	.00
Position x Support x Sexe	4	78	2,53	.05
Position x Support x Connaissance	4	78	2,81	.03
Position x Sexe x Connaissance	4	78	1,07	.38
Position x Support x Sexe x Connaissance	4	78	1,29	.28

Tableau 42

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche est effectuée sur support informatique ou papier, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées de la proportion d'essais réussis dans les groupes In-E-Év et Pa-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Connaissance				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Support informatique:</u>				
Connaissance	1	35,69	151,21	.00
Erreur	43	0,24		
<u>Support papier:</u>				
Connaissance	1	24,43	151,89	.00
Erreur	42	0,16		
Position				
Source de variation	Degrés de liberté	Dénominateur	F	p
<u>Support informatique:</u>				
Position de la ligne	4	40	9,97	.00
Position				
x Connaissance	4	40	3,57	.01
<u>Support papier:</u>				
Position de la ligne	4	39	12,73	.00
Position				
x Connaissance	4	39	6,80	.00

Tableau 43

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova de la proportion d'essais réussis dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Ignorent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	1,65	22,36	.00
Erreur	76	0,07		
<u>Connaissent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,14	3,39	.05
Erreur	96	0,04		

Tableau 44

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova de la proportion d'essais réussis dans le groupe Pa-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Ignorent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,70	15,17	.00
Erreur	56	0,05		
<u>Connaissent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,03	1,56	.21
Erreur	112	0,02		

Tableau 45

Pour les essais où le «contenant» est inclinée, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	1,41	8,08	.01
Sexe	1	0,43	2,48	.12
Nature x Sexe	1	0,69	3,97	.05
Erreur	88	0,17		

Tableau 46

Pour les essais où le «contenant» est inclinée et selon que la tâche consiste à tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale, anova du temps de réflexion en fonction du sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Tracer la surface de l'eau:</u>				
Sexe	1	1,11	4,96	.03
Erreur	44	0,22		
<u>Tracer une horizontale:</u>				
Sexe	1	0,02	0,12	.73
Erreur	44	0,12		

Tableau 47

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,29	2,07	.15
Sexe	1	0,01	0,06	.81
Nature x Sexe	1	0,03	0,23	.64
Erreur	88	0,14		

Tableau 48

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de réflexion selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,01	0,13	.71
Sexe	1	0,15	1,32	.25
Nature x Sexe	1	0,01	0,07	.80
Erreur	88	0,11		

Tableau 49

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,40	1,88	.17
Sexe	1	0,01	0,04	.84
Nature x Sexe	1	0,17	0,79	.38
Erreur	88	0,21		

Tableau 50

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,69	2,86	.09
Sexe	1	0,16	0,65	.42
Nature x Sexe	1	0,00	0,01	.93
Erreur	88	0,24		

Tableau 51

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de traçage selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	1,37	6,29	.01
Sexe	1	0,10	0,44	.51
Nature x Sexe	1	0,09	0,43	.51
Erreur	88	0,22		

Tableau 52

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,01	0,04	.85
Sexe	1	0,11	0,40	.53
Nature x Sexe	1	0,08	0,30	.59
Erreur	88	0,27		

Tableau 53

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,03	0,08	.77
Sexe	1	0,04	0,11	.74
Nature x Sexe	1	0,11	0,34	.56
Erreur	88	0,33		

Tableau 54

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps de vérification selon la nature de la tâche (tracer la position de la surface de l'eau ou une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,67	2,82	.10
Sexe	1	0,20	0,83	.36
Nature x Sexe	1	0,00	0,01	.93
Erreur	88	0,24		

Tableau 55

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	3,03	18,44	.00
Connaissance	1	2,09	12,73	.00
Sexe x Connaissance	1	0,82	4,96	.03
Erreur	40	0,16		

Tableau 56

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr en fonction de la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Filles:</u>				
Connaissance	1	0,16	1,99	.17
Erreur	21	0,08		
<u>Garçons:</u>				
Connaissance	1	2,51	9,85	.01
Erreur	19	0,26		

Tableau 57

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,00	1.00
Connaissance	1	0,64	5,21	.03
Sexe x Connaissance	1	0,27	2,17	.15
Erreur	40	0,12		

Tableau 58

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps de réflexion dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,02	0,29	.59
Connaissance	1	0,10	1,23	.27
Sexe x Connaissance	1	0,01	0,10	.75
Erreur	40	0,08		

Tableau 59

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,00	.95
Connaissance	1	0,02	0,24	.63
Sexe x Connaissance	1	0,14	1,32	.26
Erreur	40	0,10		

Tableau 60

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,00	.95
Connaissance	1	0,01	0,04	.84
Sexe x Connaissance	1	0,06	0,42	.52
Erreur	40	0,14		

Tableau 61

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale,
 ancova du temps de traçage dans le groupe In-E-Tr
 selon le sexe du sujet et la covariable
 connaissance du principe de l'horizontalité
 des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,18	1,36	.25
Connaissance	1	0,03	0,21	.65
Sexe x Connaissance	1	0,28	2,09	.16
Erreur	40	0,13		

Tableau 62

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du
 temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le
 sexe du sujet et la covariable connaissance du
 principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,29	1,04	.31
Connaissance	1	0,15	0,52	.47
Sexe x Connaissance	1	0,07	0,27	.61
Erreur	40	0,28		

Tableau 63

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,14	0,44	.51
Connaissance	1	0,02	0,06	.81
Sexe x Connaissance	1	0,04	0,12	.73
Erreur	40	0,32		

Tableau 64

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps de vérification dans le groupe In-E-Tr selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,02	.89
Connaissance	1	0,42	2,01	.16
Sexe x Connaissance	1	0,01	0,04	.84
Erreur	40	0,21		

Tableau 65

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps de réflexion selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux traçant la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux traçant une horizontale) et leur sexe

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	2,01	13,99	.00
Sexe	1	2,18	15,18	.00
Catégorie x Sexe	2	1,21	8,40	.00
Erreur	84	0,14		

Tableau 66

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps de réflexion selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux traçant la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux traçant une horizontale) et leur sexe

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	0,39	2,88	.06
Sexe	1	0,20	1,47	.23
Catégorie x Sexe	2	0,24	1,78	.17
Erreur	84	0,13		

Tableau 67

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps d'évaluation selon la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	6,70	28,09	.00
Sexe	1	1,22	5,13	.03
Nature x Sexe	1	0,07	0,29	.59
Erreur	84	0,24		

Tableau 68

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps d'évaluation selon la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,05	0,56	.46
Sexe	1	0,58	6,46	.01
Nature x Sexe	1	0,01	0,11	.75
Erreur	87	0,09		

Tableau 69

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova du temps d'évaluation selon la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et le sexe du sujet

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,02	0,26	.61
Sexe	1	0,33	4,68	.03
Nature x Sexe	1	0,00	0,03	.86
Erreur	87	0,07		

Tableau 70

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,00	.99
Connaissance	1	8,21	44,46	.00
Sexe x Connaissance	1	0,08	0,45	.51
Erreur	41	0,18		

Tableau 71

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,15	2,95	.09
Connaissance	1	0,23	4,46	.04
Sexe x Connaissance	1	0,01	0,15	.70
Erreur	41	0,05		

Tableau 72

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le sexe du sujet et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,17	2,66	.11
Connaissance	1	0,02	0,29	.59
Sexe x Connaissance	1	0,04	0,62	.43
Erreur	41	0,07		

Tableau 73

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova du temps d'évaluation selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et leur sexe

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	7,11	55,16	.00
Sexe	1	0,46	3,55	.06
Catégorie x Sexe	2	0,15	1,13	.33
Erreur	81	0,13		

Tableau 74

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova du temps d'évaluation selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et leur sexe

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	0,28	5,10	.01
Sexe	1	0,75	13,68	.00
Catégorie x Sexe	2	0,06	1,06	.35
Erreur	80	0,05		

Tableau 75

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	33,73	29,23	.00
Sexe	1	5,97	5,17	.03
Nature x Sexe	1	0,26	0,22	.64
Erreur	84	1,15		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Dénominateur	F	p
Position de la ligne	4	81	15,29	.00
Position x Nature	4	81	3,63	.01
Position x Sexe	4	81	0,61	.66
Position x Nature x Sexe	4	81	1,04	.39

Tableau 76

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	2,12	8,99	.00
Sexe	1	2,65	11,22	.00
Nature x Sexe	1	0,04	0,16	.69
Erreur	81	0,24		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	F	p	
	Numé- rateur	Dénumi- nateur		
Position de la ligne	4	78	2,22	.07
Position x Nature	4	78	4,80	.00
Position x Sexe	4	78	2,20	.08
Position x Nature x Sexe	4	78	1,28	.29

Tableau 77

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que la tâche consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté Numé- rateur	Dénumi- nateur	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau:</u>				
Position de la ligne	4	42	6,63	.00
<u>Évaluer si la ligne représente une horizontale:</u>				
Position de la ligne	4	38	17,28	.00

Tableau 78

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale et selon que la tâche consiste à évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté Numé- rateur	Dénumi- nateur	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau:</u>				
Position de la ligne	4	42	6,75	.00
<u>Évaluer si la ligne représente une horizontale:</u>				
Position de la ligne	4	35	2,01	.11

Tableau 79

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la nature de la tâche (évaluer si une ligne représente la position de la surface de l'eau ou celle d'une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Nature de la tâche	1	0,09	0,26	.61
Sexe	1	1,47	4,44	.04
Nature x Sexe	1	0,02	0,06	.81
Erreur	87	0,33		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	F	p	
	Numé- rateur	Déno- mi- nateur		
Position de la ligne	4	84	1,16	.34
Position x Nature	4	84	1,54	.20
Position x Sexe	4	84	0,71	.58
Position x Nature x Sexe	4	84	1,23	.30

Tableau 80

Pour les essais où le «contenant» est incliné, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,00	0,00	.99
Connaissance	1	40,90	45,44	.00
Sexe x Connaissance	1	0,43	0,48	.49
Erreur	41	0,90		

Ancova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	F	p	
	Numé- rateur	Dénominateur		
Position de la ligne	4	38	3,85	.01
Position x Sexe	4	38	3,72	.01
Position x Connaissance	4	38	3,88	.01
Position x Sexe x Connaissance	4	38	3,84	.01

Tableau 81

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, ancova univariée du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» utilisant la connaissance du principe de l'horizontalité des liquides comme covariable

Connaissance				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Filles:</u>				
Connaissance	1	17,53	20,35	.00
Erreur	21	0,86		
<u>Garçons:</u>				
Connaissance	1	23,45	24,92	.00
Erreur	20	0,94		
Position				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Filles:</u>				
Position de la ligne	4	0,07	2,76	.03
Position x Connaissance	4	0,06	2,36	.06
Erreur	84	0,03		
<u>Garçons:</u>				
Position de la ligne	4	0,12	4,84	.00
Position x Connaissance	4	0,16	6,09	.00
Erreur	80	0,03		

Tableau 82

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe de l'horizontalité des liquides, anova du temps d'évaluation des filles du groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Ignorent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,07	2,20	.08
Erreur	44	0,03		
<u>Connaissent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,13	7,26	.00
Erreur	40	0,02		

Tableau 83

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe de l'horizontalité des liquides, anova du temps d'évaluation des garçons du groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Ignorent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,12	5,71	.00
Erreur	28	0,02		
<u>Connaissent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,09	3,18	.05
Erreur	52	0,03		

Tableau 84

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Ancova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,73	2,96	.09
Connaissance	1	1,08	4,42	.04
Sexe x Connaissance	1	0,04	0,15	.70
Erreur	41	0,25		

Ancova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numérateur	Dénominateur		
Position de la ligne	4	38	8,45	.00
Position x Sexe	4	38	0,56	.69
Position x Connaissance	4	38	2,50	.06
Position x Sexe x Connaissance	4	38	0,48	.75

Tableau 85

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale et selon que les sujets ignorent ou connaissent le principe, anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numé- rateur	Dénumi- nateur		
<u>Ignorent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	16	7,21	.00
<u>Connaissent le principe:</u>				
Position de la ligne	4	21	3,06	.04

Tableau 86

Pour les essais où le «contenant» est à la verticale, ancova univariée et ancova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation dans le groupe In-E-Év selon le facteur intersujets du sexe du sujet, le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant» et la covariable connaissance du principe de l'horizontalité des liquides

Ancova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Sexe	1	0,79	2,64	.11
Connaissance	1	0,09	0,30	.59
Sexe x Connaissance	1	0,18	0,60	.44
Erreur	41	0,30		

Ancova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numérateur	Dénominateur		
Position de la ligne	4	38	0,98	.43
Position x Sexe	4	38	0,81	.53
Position x Connaissance	4	38	1,69	.17
Position x Sexe x Connaissance	4	38	1,21	.32

Tableau 87

Pour les essais où le «contenant» est incliné, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	36,36	60,50	.00
Sexe	1	1,93	3,21	.08
Catégorie x Sexe	2	0,54	0,90	.41
Erreur	80	0,60		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	F	p	
	Numé- rateur	Dénominateur		
Position de la ligne	4	77	13,08	.00
Position x Catégorie	8	154	4,01	.00
Position x Sexe	4	77	1,57	.19
Position x Catégorie x Sexe	8	154	2,18	.03

Tableau 88

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon le sexe du sujet, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Filles:</u>				
Catégorie de sujets	2	16,83	26,35	.00
Erreur	42	0,64		
<u>Garçons:</u>				
Catégorie de sujets	2	19,60	35,06	.00
Erreur	38	0,56		
Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Dénominateur	F	p
<u>Filles:</u>				
Position de la ligne	4	39	9,86	.00
Position x Catégorie	8	78	2,28	.03
<u>Garçons:</u>				
Position de la ligne	4	35	5,30	.00
Position x Catégorie	8	70	2,77	.01

Tableau 89

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée à mesures répétées du temps d'évaluation des filles selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en connaissant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,13	7,26	.00
Erreur	40	0,02		
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en ignorant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,07	2,20	.08
Erreur	44	0,03		
<u>Évaluer si la ligne représente une horizontale:</u>				
Position de la ligne	4	0,26	6,95	.00
Erreur	84	0,04		

Tableau 90

Pour les essais où le «contenant» est incliné et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée à mesures répétées du temps d'évaluation des garçons selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en connaissant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,09	3,18	.05
Erreur	52	0,03		
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en ignorant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,12	5,71	.00
Erreur	28	0,02		
<u>Évaluer si la ligne représente une horizontale:</u>				
Position de la ligne	4	0,14	6,45	.00
Erreur	72	0,02		

Tableau 91

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale, anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon les facteurs intersujets de la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale) et du sexe du sujet, et selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée				
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
Catégorie de sujets	2	1,60	6,98	.00
Sexe	1	1,99	8,67	.00
Catégorie x Sexe	2	0,02	0,08	.92
Erreur	78	0,23		

Anova multivariée				
Source de variation	Degrés de liberté		F	p
	Numérateur	Dénominateur		
Position de la ligne	4	75	3,85	.01
Position x Catégorie	8	150	3,52	.00
Position x Sexe	4	75	1,35	.26
Position x Catégorie x Sexe	8	150	1,17	.32

Tableau 92

Pour les essais où le «contenant» est à l'horizontale et selon la catégorie à laquelle appartiennent les sujets (ceux évaluant si une ligne représente la position de la surface de l'eau et connaissant ou non le principe de l'horizontalité des liquides et ceux évaluant si une ligne représente une horizontale), anova univariée et anova multivariée à mesures répétées du temps d'évaluation selon le facteur intrasujet de la position de la ligne à l'intérieur du «contenant»

Anova univariée

Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en connaissant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,03	1,22	.31
Erreur	96	0,02		
<u>Évaluer si la ligne représente l'eau en ignorant le principe:</u>				
Position de la ligne	4	0,12	4,26	.00
Erreur	76	0,03		

Anova multivariée

Source de variation	Degrés de liberté Numérateur	Dénominateur	F	p
<u>Évaluer si la ligne représente une horizontale:</u>				
Position de la ligne	4	35	2,23	.09