

L'incidence de l'environnement sur la perception et la représentation d'objets géométriques

Richard Pallascio, Laurent Talbot, Richard Allaire and Pierre Mongeau

Volume 16, Number 1, 1990

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/900652ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/900652ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)

1705-0065 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Pallascio, R., Talbot, L., Allaire, R. & Mongeau, P. (1990). L'incidence de l'environnement sur la perception et la représentation d'objets géométriques. *Revue des sciences de l'éducation*, 16(1), 77-90. <https://doi.org/10.7202/900652ar>

Article abstract

This article examines the impact of the environment on the perception and representation of geometric objects. Following a description of Piaget's principal concepts relating to spatial representation, the authors present a new typology for classifying spatial abilities. The results obtain from interviews with 10- and 11-year olds functioning in different environments show some interesting contrasts. These findings allow the authors to question certain elements of Piaget's theory and to suggest some adaptations to the current didactic intervention model used in the teaching of geometry.

L'incidence de l'environnement sur la perception et la représentation d'objets géométriques

Richard Pallascio, Laurent Talbot, Richard Allaire et Pierre Mongeau*

Résumé — Dans une première partie, nous exposons les principales conceptions piagétienne concernant la représentation spatiale. Nous situons par la suite les bases d'un nouvel instrument servant à mesurer les habiletés spatiales. Nous présentons enfin les résultats d'un test-entrevue administré à des enfants de 10-11 ans vivant dans des environnements radicalement différents. Des oppositions intéressantes s'en dégagent, questionnant certains éléments de la théorie piagétienne et pouvant suggérer des adaptations au modèle actuel d'intervention didactique dans l'enseignement de la géométrie.

Abstract — This article examines the impact of the environment on the perception and representation of geometric objects. Following a description of Piaget's principal concepts relating to spatial representation, the authors present a new typology for classifying spatial abilities. The results obtain from interviews with 10- and 11-year olds functioning in different environments show some interesting contrasts. These findings allow the authors to question certain elements of Piaget's theory and to suggest some adaptations to the current didactic intervention model used in the teaching of geometry.

Resumen — Se examina la incidencia del medio ambiente en la percepción y en la representación de objetos geométricos. Después de haber descrito las principales concepciones piagetianas relativas a las representaciones espaciales, los autores presentan un nuevo instrumento que sirve para medir las habilidades espaciales. Los resultados de un test-entrevista administrado a niños de 10-11 años que viven en medios diferentes muestran oposiciones que cuestionan ciertos elementos de la teoría piagetiana y que sugieren adaptaciones al modelo actual de intervención didáctica en la enseñanza de la geometría.

Zusammenfassung — Dieser Artikel untersucht den Einfluss der Umwelt auf die Wahrnehmung und die Darstellung geometrischer Gegenstände. Nach der Beschreibung der wichtigsten Piaget'schen Konzepte bezüglich der Raumvorstellungen legen die Verfasser ein neues Messinstrument für das Raumerleben vor. Die Ergebnisse eines Prüfungsinterviews für zehn- bis elfjährige Kinder, die in verschiedenartiger Umgebung leben, zeigen

* Pallascio, Richard: professeur, Université du Québec à Montréal
Talbot, Laurent: étudiant de 2^e cycle, Université du Québec à Montréal
Allaire, Richard: professeur, Université du Québec à Montréal
Mongeau, Pierre: étudiant de 3^e cycle, Université de Montréal.
La réalisation de cet article a été rendue possible grâce à des subventions du FCAR (EQ-3046) et du CRSH (410-87-1277).

Gegensätze, die gewisse Elemente der Piaget'schen Theorie in Frage stellen und Anpassungen an das gegenwärtig in der Didaktik des Geometrieunterrichts verwendete Verfahren nahelegen.

Après avoir identifié les facteurs composant l'habileté à percevoir l'espace et examiné divers moyens de développer cette habileté, dont l'ordinateur (Pallascio, Allaire et Talbot, 1986), nous nous sommes intéressés à l'apport de l'environnement dans le développement organisé des habiletés perceptives et représentatives d'objets géométriques situés dans un micro-espace. À cette fin, nous avons élaboré un nouvel instrument de mesure des habiletés spatiales, que nous présentons dans les paragraphes qui suivent.

L'objet de l'expérimentation relatée ci-après renvoie aux relations entre ces habiletés spatiales et les types d'espace qui environnent le sujet. L'intérêt de cette démarche est de provoquer éventuellement une diversification des interventions didactiques dans l'enseignement de la géométrie et de toute autre discipline touchant à la maîtrise de l'environnement, comme celle des arts graphiques, qui tiendrait compte des types d'espace qui environnent les sujets.

L'approche piagétienne

La théorie générale de la genèse de la représentation spatiale élaborée par Piaget cherche à mettre en lumière le processus par lequel se développe la représentation spatiale. Pour Piaget, notre représentation spatiale n'est pas le reflet interne de l'espace externe. Il est la résultante de l'interaction de deux structures, l'une perceptive et l'autre opératoire (ou représentative), qui peuvent être distinguées à partir de l'apparition, vers l'âge de deux ans, de la capacité d'utiliser des symboles. Dès lors, ces deux structures s'influencent certes, mais avec chacune leurs caractéristiques propres. La perception donne naissance à l'espace perceptif et l'intelligence à l'espace opératoire (ou représentatif), lesquels espaces constituent ainsi deux entités distinctes.

Précisément, les habiletés spatiales commencent à s'élaborer dès le premier âge, de zéro à deux ans, avec l'activité sensori-motrice, c'est-à-dire l'activité qui, à cet âge, est globalement déterminée par les sens et la mécanique du corps, et composée d'un amalgame de sensations non organisées en un système cohérent. En fait, la perception découle en quelque sorte du monde sensoriel. Vers l'âge de deux ans, la perception de l'espace n'est qu'une suite non réversible d'images statiques et fragmentaires d'états successifs que prend l'objet observé. Ces images créent un espace figuratif.

L'intelligence, quant à elle, prend sa source dans l'action. Les opérations qui constituent l'intelligence sont des actions intérieures. Plus exactement, avec la naissance de la fonction symbolique, c'est-à-dire la capacité d'utiliser plus ou moins correctement des symboles (mots, gestes, etc.), elle est intériorisation de l'action. Cette fonction symbolique permet le développement de l'espace repré-

sentatif comme tel, c'est-à-dire la capacité de reconstitution imagée de l'objet de perception hors de la présence de celui-ci.

La définition de l'intelligence comme étant une intériorisation des actions reliées à la solution d'un problème permet à Piaget d'expliquer les décalages qu'il observe entre la résolution concrète de problèmes et leurs résolutions au niveau symbolique, puisque la fonction symbolique ne se développe que plus tard. Plus spécifiquement, l'enfant vaincra d'abord concrètement les difficultés, pour les vaincre ensuite au niveau symbolique (à opposer à la représentation ludique qui, elle, est un substitut à l'action).

L'intelligence donne ainsi naissance à un espace opératoire. Piaget (1948) dira aussi que l'espace opératoire est parfois un peu en retard sur l'espace figuratif en ce sens que ce dernier peut-être composé de perceptions et d'images d'un stade plus avancé que ce que peut manipuler l'espace opératoire.

Le développement de la représentation spatiale se fait lentement. Cette reconstruction intérieure du monde s'étend jusqu'à l'âge de sept ans environ. Elle passe en fait du niveau intuitif, que constitue le stade préopératoire concret, où la résolution d'un problème est liée à la présence concrète de l'objet, à un niveau formel, détaché de l'action. Il y a passage d'un espace intuitif à un espace formel, ou encore, pour reprendre l'expression de Laurendeau et Pinard (1968), il y a une lente évolution de l'action à l'opération. Au fur et à mesure que se développe l'espace représentatif, les images intérieures deviennent de plus en plus mobiles et structurées et les opérations deviennent réversibles. De plus, selon le modèle de Piaget, cette évolution suit un parcours bien précis à travers les niveaux géométriques. Il procède du topologique vers le métrique, en passant par le niveau projectif.

La perception, préalable à la représentation

Piaget avait donc mis en lumière la nécessité de dissocier l'espace perceptif de l'espace représentatif, afin d'illustrer l'ordre dans l'appropriation des propriétés géométriques: la notion de voisinage intervenant avant les autres axiomes euclidiens, l'intuition des dimensions fondée sur l'intériorité et l'extériorité intervenant avant l'abstraction d'un volume euclidien...

Une première distinction essentielle à introduire [...] est celle de la perception même de l'espace et des premières représentations imagées. Il se produit, en effet, ceci que, la perception spatiale se constituant en contact direct avec l'objet, tandis que l'image intervenant en son absence, l'espace perceptif se construit beaucoup plus rapidement que l'espace représentatif; il atteint même un niveau déjà projectif et quasi-métrique au moment où débute la représentation imagée, et où celle-ci en demeure à la construction, et en partie à la reconstruction, des rapports topologiques élémentaires. Il y a donc un décalage, et même de quelques années, entre les deux constructions perceptive et représentative, malgré l'analogie de leurs processus

évolutifs, de telle sorte que, si l'on n'aperçoit pas la dualité des plans, on a l'illusion que l'élaboration de l'espace débute avec les formes euclidiennes simples. [...] Il est donc indispensable de dissocier l'espace perceptif de l'espace représentatif, pour fournir une théorie adéquate de l'intuition géométrique (Piaget et Inhelder, 1948, p. 535).

La perception structurale de l'espace

L'espace peut se caractériser de plusieurs points de vue: physique, social, géométrique, etc. (V. Alsina, Burgués et Fortuny, 1987). Notre recherche s'est intéressée à la perception d'un espace géométrique. Cette perception peut s'examiner sous un angle formel ou structural. Alors qu'une perception formelle consiste en l'intériorisation¹ quantitative d'un modèle spatial par l'analyse et la synthèse de ses propriétés en termes de rapports, de proportions, de mesures et de coordonnées, la perception structurale considère plutôt l'intériorisation qualitative d'un modèle spatial par l'analyse et la synthèse de ses propriétés topologiques, projectives, affines et métriques (V. Baracs, 1988). Nous privilégions dans notre étude cette dernière approche: «La représentation spatiale est une action intériorisée et non pas simplement l'imagination d'un donné extérieur quelconque» (Piaget et Inhelder, 1948, p. 539).

L'ordre que l'on retrouve dans l'intégration des propriétés géométriques d'un point de vue génétique correspond aux étapes identifiées par Jean Piaget, qui avait démontré le parallélisme de cet ordre avec celui de leur construction axiomatique, et par le fait même l'inversion de cet ordre avec leur développement historique. «Les rapports topologiques, d'abord, puis les relations projectives et euclidiennes, supposent un nombre croissant de coordinations toujours plus complexes entre les actions elles-mêmes [...]» (Piaget et Inhelder, 1948, p. 538). Bien que Piaget ne distinguait pas en pratique les plans projectif et affine, nous retrouvons dans ses travaux l'appropriation partiellement ordonnée de l'espace topologique mettant en relation des objets ou des points entre eux à l'intérieur d'une courbe ou d'une surface fermée, suivi de l'espace projectif mettant en relation un objet et un point de vue (haut/bas, près/loin, gauche/droite, dessus/dessous), et enfin de l'espace euclidien (ou métrique) mettant le sujet en relation spatiale avec un ou des objets, en se référant à un système de coordonnées extérieur à lui-même et aux objets.

La matrice des habiletés spatiales

L'instrument que nous avons développé (Baracs et Pallascio, 1981, 1983; Pallascio, Papillon et Dion, 1985; Mongeau, 1989) est défini à partir d'un tableau à triple entrée. Une de ces entrées est définie par cinq habiletés, une deuxième entrée est définie sur les quatre niveaux géométriques, lorsqu'une dernière entrée distingue les deux plans, perceptif et représentatif (ou opératoire). Le tableau 1 contient donc 40 (ou $5 \times 4 \times 2$) intersections, correspondant potentiellement à autant de degrés d'habileté spatiale où pourrait se situer un individu.

Tableau 1
Matrice des habiletés spatiales

Habiletés spatiales	Niveaux géométriques							
	Topologique		Projectif		Affine		Métrique	
Transposition								
Structuration								
Détermination								
Classification								
Génération								

Perc. Repr. Perc. Repr. Perc. Repr. Perc. Repr.

Les habiletés spatiales sont respectivement la transposition, la structuration, la détermination, la classification et la génération. La transposition est l'habileté à établir les correspondances et les équivalences, ainsi qu'à effectuer le passage entre les différents modes de représentation (physique, linguistique, algébrique et géométrique) et les niveaux géométriques. La structuration est l'habileté à identifier les propriétés et la combinatoire géométriques d'une structure spatiale. La détermination est l'habileté à délimiter les éléments ou les paramètres définis par des contraintes géométriques sur une structure spatiale. La classification est l'habileté à grouper des structures spatiales selon un choix de propriétés ou paramètres géométriques communs. Enfin la génération est l'habileté à produire ou modifier une structure spatiale de façon à ce que cette structure réponde à certains critères géométriques prédéterminés.

Les niveaux géométriques sont les niveaux topologique, projectif, affine et métrique. Le niveau topologique correspond principalement à l'étude des propriétés d'adjacence et de connexité des structures spatiales, propriétés qui sont conservées suite à une ou plusieurs déformations continues, telles que l'étirement, le rétrécissement, le pliage ou la torsion. Le niveau projectif correspond principalement à l'étude des propriétés d'incidence et de platitude, qui sont conservées suite à une projection centrale. Le niveau affine correspond principalement à l'étude des propriétés de parallélisme et de convexité, qui sont conservées suite à une projection parallèle. Enfin, le niveau métrique correspond principalement à l'étude des propriétés de distance et d'angulation.

En dernière analyse, le plan perceptif est constitutif d'une action mentale de reconnaissance des formes, alors que le plan représentatif est constitutif d'une action effective de transformation des formes.

Les types d'espace

Alors que le micro-espace est le lieu de la manipulation de petits objets où il est facile pour le sujet de changer de points de vue par rapport à l'objet, et que le méso-espace est l'espace des déplacements du sujet dans un domaine contrôlé par la vue et qui s'obtient par le recollement de micro-espaces connexes, le macro-espace est celui qui nécessite une représentation implicite des mouvements relatifs à plusieurs systèmes de références, que l'on pourrait imaginer par un «recollement de cartes», selon l'expression de Brousseau (1986).

Nous avons cherché à déterminer les relations qu'il pouvait y avoir entre un macro-espace donné et les habiletés perceptives et opératoires appliquées à un micro-espace, comme celui des formes géométriques utilisées dans un test-entrevue élaboré pour valider notre instrument de mesure. Pour ce faire, nous avons choisi et comparé deux groupes de sujets dont l'environnement macro-spatial est radicalement différent: un groupe d'enfants vivant dans un environnement rural du sud du Québec et un groupe du même âge vivant dans un village inuit du nord du Québec².

Au niveau du micro-espace, les enfants du sud, en milieu rural ou urbain, sont davantage initiés au dessin imaginatif ou figuratif, plutôt qu'au modelage de formes tridimensionnelles, alors que les enfants inuit sont initiés très jeunes à la sculpture de la pierre à savon, tandis que le papier demeure une denrée plus rare (voir tableau 2).

Tableau 2
La typologie des espaces selon leur taille

Milieu	Rural (sud)	Toundra (nord)	Urbain (ville)
Micro-spatial	Dessin (2D)	Pierre à savon (3D)	Dessin (2D)
Méso-spatial	Prismes pyramidés	Pyramides tronquées	Prismes rectangulaires
Macro-spatial	Dénivellement variable	Platitude (2D)	Métro/surface (3D)

Au niveau méso-spatial, l'environnement visuel varie sensiblement d'un milieu à l'autre. Alors qu'en milieu rural, les habitations sont des prismes rectangulaires allongés, étendus ou pyramidés (fermes, demeures isolées, etc.) et qu'en milieu urbain les édifices sont essentiellement des prismes rectangulaires, les habitations traditionnelles des Inuit, les igloos (mot qui signifie «maison» en inuttitut, la langue des Inuit), que les enfants apprennent encore à construire lors de sorties familiales pour la chasse ou la pêche, sont formés de pyramides tronquées, où le parallélisme ne domine pas.

Enfin, au niveau macro-spatial, alors que les dénivellations sont variables en milieu rural et fortes en milieu urbain (métro, stationnements souterrains, édifices à plusieurs étages, etc.), c'est plutôt un espace bidimensionnel qui s'ouvre à l'horizon de l'Inuk qui doit compter sur des accidents de terrain épars pour se repérer dans la toundra.

La méthodologie

Le test utilisé, administré par entrevue individuelle, était composé d'une douzaine de tâches ou problèmes à résoudre, couvrant nécessairement une partie seulement de la matrice des habiletés spatiales³, à savoir sept des 40 modules, correspondant à l'un ou l'autre des niveaux topologique ou projectif, à l'une ou l'autre des habiletés et dans l'ordre du plan perceptif, constitutif d'une action mentale de reconnaissance des formes, ou du plan représentatif (opérateur), constitutif d'une action effective de transformation des formes.

Les deux groupes d'élèves comparés étaient composés de 16 enfants, des élèves de 5^e année primaire. Un premier groupe (du sud) était formé de huit garçons et huit filles, alors que le second groupe (du nord) était formé de 12 garçons et quatre filles, tous et toutes des Inuit, sauf un jeune Amérindien du peuple Cree. Le test, limité à 13 tâches, d'une durée de 40 minutes, a été administré au printemps 1988.

Nous nous contenterons, pour les fins du présent article, de donner les résultats des deux analyses statistiques suivantes: un test «t» permettant de comparer les performances des deux groupes de sujets à chacune des 13 tâches qui leur étaient proposées⁴, et une analyse factorielle des correspondances, utilisant la distance du chi-deux pour mesurer les distances entre les sujets.

Le résumé du protocole suivi lors du test-entrevue est situé à l'annexe 1. La signification des lettres identifiant chacune des activités est la suivante: la première lettre se réfère à l'habileté (T: transposition, S: structuration, D: détermination, C: classification et G: génération), la seconde au niveau géométrique (T: topologique et P: projectif) et la dernière lettre au plan (P: perceptif et R: représentatif). Un chiffre suit et sert à distinguer, dans certains cas, les tâches portant un code identique.

Les résultats

La comparaison des moyennes

Un test «t» de Student a été appliqué aux données obtenues (voir le tableau 3). Le groupe du sud obtient des résultats significativement plus élevés dans deux tâches situées au plan perceptif, et concernant des propriétés topologiques et des habiletés de transposition, donc placées au début de la matrice: TTP1 ($p = 0,015$) et TTP2 ($p = 0,004$).

De son côté, le groupe du nord performe significativement avec de meilleurs résultats également dans deux tâches, mais cette fois situées sur le plan représentatif, l'une impliquant des propriétés topologiques et des habiletés de détermination, DTR1 ($p = 0,005$), et l'autre mettant de l'avant des propriétés projectives et des habiletés de génération, GPR1 ($p = 0,002$). Ces tâches sont opposées par la diagonale de la matrice, par rapport à celles où le groupe du sud se démarquait.

Tableau 3

Test sur les différences entre les moyennes des deux groupes de sujets aux 13 tâches du test-entrevue

Activité	$m_1 - m_c$	t	p	significations*
TTP ₁	-3,812	-2,735	0,015	√ - sud
TTP ₂	-4,500	-3,394	0,004	√√ - sud
TPP ₁	2,500	0,696	0,497	-
TPP ₂	-2,125	-0,884	0,391	-
TPP ₃	-0,375	-0,161	0,874	-
STP ₁	0,562	0,317	0,755	-
STP ₂	-1,438	-1,308	0,211	-
STR ₁	-3,750	-1,772	0,097	-
DTR ₁	5,125	3,253	0,005	√√ - Nord
CTR ₁	2,938	1,295	0,215	-
GPR ₁	8,125	3,806	0,002	√√ - Nord
GPR ₂	-1,875	-1,000	0,333	-
GPR ₃	2,812	2,058	0,058	-

* Le √ indique que les différences observées ne peuvent être attribuées au seul hasard qu'avec une probabilité inférieure à 5%, √√ avec une probabilité inférieure à 1%.

L'analyse factorielle des correspondances

Dans l'analyse factorielle des correspondances, un facteur ressort clairement, expliquant à lui seul 25 % de la variance observée. Un deuxième facteur en explique 18 %, ce qui n'est pas négligeable. Les autres facteurs n'expliquent chacun que 11 % ou moins de la variance observée.

Le premier facteur oppose, d'une part, six élèves «du nord» sur huit, performant sur une activité impliquant des propriétés projectives (TPP1) et des activités situées sur le plan représentatif (DTR1 et CTR1), et, d'autre part, 10 élèves «du sud» sur 13, regroupés autour de tâches mettant de l'avant des propriétés topologiques (STP1, STP2, STR1 et TTP1) et situées sur le plan perceptif (STP1, TPP2, STP2 et TTP1)⁵.

TPP1 - DTR1 - CTR1 _____ STP1 - TPP2 - STP2 - STR1 - TTP1

Le second facteur présente une césure semblable en opposant, d'une part, huit enfants du sud sur neuf, regroupés autour d'activités situées sur le plan perceptif (TTP2, TPP1 et STP2), explorant principalement des propriétés topologiques (TTP1, STR1 et STP2), et, d'autre part, sept enfants du nord sur huit, performant autour d'activités principalement situées sur le plan représentatif (GPR3 et GPR1) et mettant en valeur des propriétés projectives.

TTP2 - STR1 - TPP1 - STP2 _____ GPR3 - TPP3 - GPR1

Le sexe des sujets n'intervient aucunement dans la définition des axes factoriels.

Conclusion

Nous observons donc que les deux groupes s'opposent radicalement (voir le tableau 4) au niveau des plans perceptif et représentatif, au niveau des propriétés géométriques, topologiques et projectives, et au niveau des habiletés perceptives et représentatives. Le sexe des sujets n'intervient pas, ni à l'intérieur des groupes, ni globalement.

Tableau 4
Comparaison globale des domaines
où chacun des deux groupes performe davantage

Groupe du sud	Groupe du nord
Plan perceptif	Plan représentatif
Reconnaissance des formes	Transformation des formes
Géométrie topologique	Géométrie projective
Transposition, structuration	Génération, détermination et classification

Bien sûr, les espaces différents qui définissent les environnements des deux groupes de sujets ne sont probablement pas la cause unique des différences observées dans la perception et la représentation des objets géométriques micro-spatiaux. Au niveau méso-spatial, par exemple, certaines constructions coutumières chez les Inuit leur font manipuler des objets aux propriétés davantage projectives qu'affines (par ex. : les blocs de neige servant à la construction d'un igloo sont des pyramides quadrilatérales tronquées et disposées en spirale, et non des parallépipèdes). Mais les relations et les incidences que nous avons identifiées sont suffisantes pour nous questionner sur la nécessité d'établir des parcours différenciés dans le développement des habiletés spatiales, objet de nos prochaines recherches.

En effet, notre objectif est d'identifier des parcours à l'intérieur de la matrice des habiletés spatiales, qui permettraient de déterminer des cheminements naturels

de développement. L'environnement dans lequel se trouve un individu peut influencer son type de parcours. Compte tenu des différents types d'environnement, l'individu pourrait privilégier des parcours plus ou moins abrégés à travers les éléments de la matrice des habiletés spatiales. Un modèle d'intervention didactique plus «ouvert» ou plus souple pourrait s'avérer très productif pour le développement des habiletés spatiales, chez les jeunes plus particulièrement.

NOTES

1. Par intériorisation, nous entendons un détachement graduel de la réalité permettant aux états de devenir des représentations de classes d'objets et permettant aux actions de se transformer en opérations mentales.
2. École Sacré-Coeur, Lac Mégantic; École Tupiquiaiuk, Povungnituk.
3. La validation complète de l'instrument (40 modules) se poursuit actuellement auprès de groupes de sujets plus nombreux et d'âges divers: environ 200 sujets, enfants, adolescents, étudiants universitaires et adultes.
4. Malgré la petite taille des deux groupes, les écarts types relativement rapprochés permettent de conclure à la robustesse du test «t» et de ses résultats.
5. Voir l'annexe 2, où les sujets sont identifiés par deux lettres: la première lettre identifie le groupe (S pour Sud et N pour Nord), la seconde identifie le sexe (G pour Garçon et F pour Fille).

RÉFÉRENCES

- Alsina, C., C. Burgués, et J. Fortuny, *Invitación a la didáctica de la geometría*, Barcelone: Síntesis, 1987.
- Baracs, J. et R. Pallascio, Le développement de la perception spatiale, *Processus de géométrisation et de visualisation, Les actes de la 33^e rencontre de la CIEAEM*, Pallanza, 1981, p. 37-49.
- Baracs, J., D. Dion, R. Pallascio et V. Papillon, Vers une définition opératoire de la perception spatiale, *Les Actes de la 5^{ème} rencontre annuelle du PME-NA*, Montréal, vol. 1, 1983, p. 314-321.
- Baracs, J., Spatial Perception and Creativity, in Senechal et Fleck (éd.), *Shaping Space, a polyhedral approach*, Boston/Basel: Birkhäuser, 1988.
- Brousseau, G., *L'enseignement de la géométrie élémentaire en tant que modèle de l'espace*, Thèse de doctorat d'État (extrait), Bordeaux, 1986, p. 447-481.
- Laurendeau, M. et A. Pinard, *Les premières notions spatiales de l'enfant: examen des hypothèses de J. Piaget*, Neuchâtel: Delachaux & Niestlé, 1968.
- Mongeau, P., *Analyse et évaluation géométrique et psychologique de la représentation spatiale*, Thèse de doctorat, Montréal, 1989.
- Pallascio, R., V. Papillon et D. Dion, Typologie des habiletés perceptives d'objets polyédriques, *Séminaires du CIRADE sur la représentation*, 1985, p. 107-121.
- Pallascio, R., P. Allaire et L. Talbot, The development of spatial perception abilities in a computer environment, *Les actes du colloque Logo and Mathematical Education*, Londres, 1986, p. 46-53.
- Piaget, J. et B. Inhelder, *La représentation de l'espace chez l'enfant*, Paris: Presses Universitaires de France, 1948.

Annexe 1

Résumé du protocole du test-entrevue

TTP1: Une forme ajourée (prisme triangulaire semi-régulier: R) est présentée au sujet dans une position différente de celle où elle est placée, cette fois en carton plein et proportionnellement plus petite, au milieu de 12 formes. Toutes les formes du test, sauf pour STR1, sont des formes obtenues à partir de tronçatures du tétraèdre: prismes triangulaires, pyramides à base quadrilatérale et hexaèdre. Le sujet doit reconnaître les formes (C, F, P, R) qui lui sont topologiquement identiques. Voir leurs projections ci-dessous (figure 1). La question posée était: «Quelles sont les formes qui ressemblent à celle sur le carton d'exposition, c'est-à-dire celles qui ont les mêmes faces, peu importe la grandeur de ces faces.» La forme R reste à la vue du sujet pendant sa recherche. Il ne peut pas prendre dans ses mains les formes, il ne peut que tourner autour.

TTP2: Le même problème que ci-dessus, avec une autre forme, E cette fois: une pyramide à base carrée, mais avec le sommet spécifique décentré. Solutions: B, E, H, N.

TPP1: Le même problème que ci-dessus, avec une autre forme, G cette fois, un hexaèdre; le sujet toutefois, pendant son temps d'observation, ne voit pas les 12 polyèdres, et parmi ceux-ci on lui demande de trouver le polyèdre qui a des proportions identiques à celui qu'il a observé. La question était: «Quelle est la forme la plus semblable à celle que tu viens d'observer, celle qui conserve les mêmes proportions».

TPP2: À partir de la définition suivante, «L'ensemble des formes qui possèdent tous leurs sommets dans un même plan, sauf un», le sujet doit trouver les polyèdres (parmi les 12) qui font partie de cet ensemble. Il ne peut pas prendre dans ses mains les formes, il ne peut que tourner autour. La définition demeure à sa disposition pendant sa recherche. Solutions: B, E, H, N.

TPP3: Le sujet doit trouver les polyèdres (parmi les 12) que le dessin d'un hexaèdre en perspective pourrait représenter. Solutions: A, D, G, L.

STP1: À partir de la définition suivante, «L'ensemble des formes qui possèdent au moins deux figures à 4 côtés», le sujet doit désigner les polyèdres (parmi les 12) qui font partie de cet ensemble. Solutions: toutes, sauf B, E, H, N.

STP2: Le sujet doit trouver les polyèdres (parmi les 12) que le diagramme topologique (ou diagramme de Schlegel) d'un prisme triangulaire pourrait représenter, si on ne tient pas compte de la longueur des arêtes, ni de la valeur des angles.

STR1: Le sujet observe un village composé de quatre formes, composées elles-mêmes d'un prisme triangulaire «augmenté» de différentes manières (une pyramide triangulaire allongée, un prisme triangulaire augmenté, un gyrobifastigium et un prisme triangulaire biaugmenté), collées les unes sur les autres dans un certain ordre, chaque polyèdre reposant sur un triangle du prisme triangulaire interne. Le sujet peut manipuler un polyèdre à la fois et le remettre à sa place, après l'avoir examiné. Après la «destruction» du village, le sujet doit le remettre dans sa position initiale.

DTR1: Le sujet doit identifier une ou plusieurs caractéristiques des formes d'un groupe, que les autres n'ont pas (voir les trois familles de polyèdres).

Annexe 1 (suite et fin)
Résumé du protocole du test-entrevue

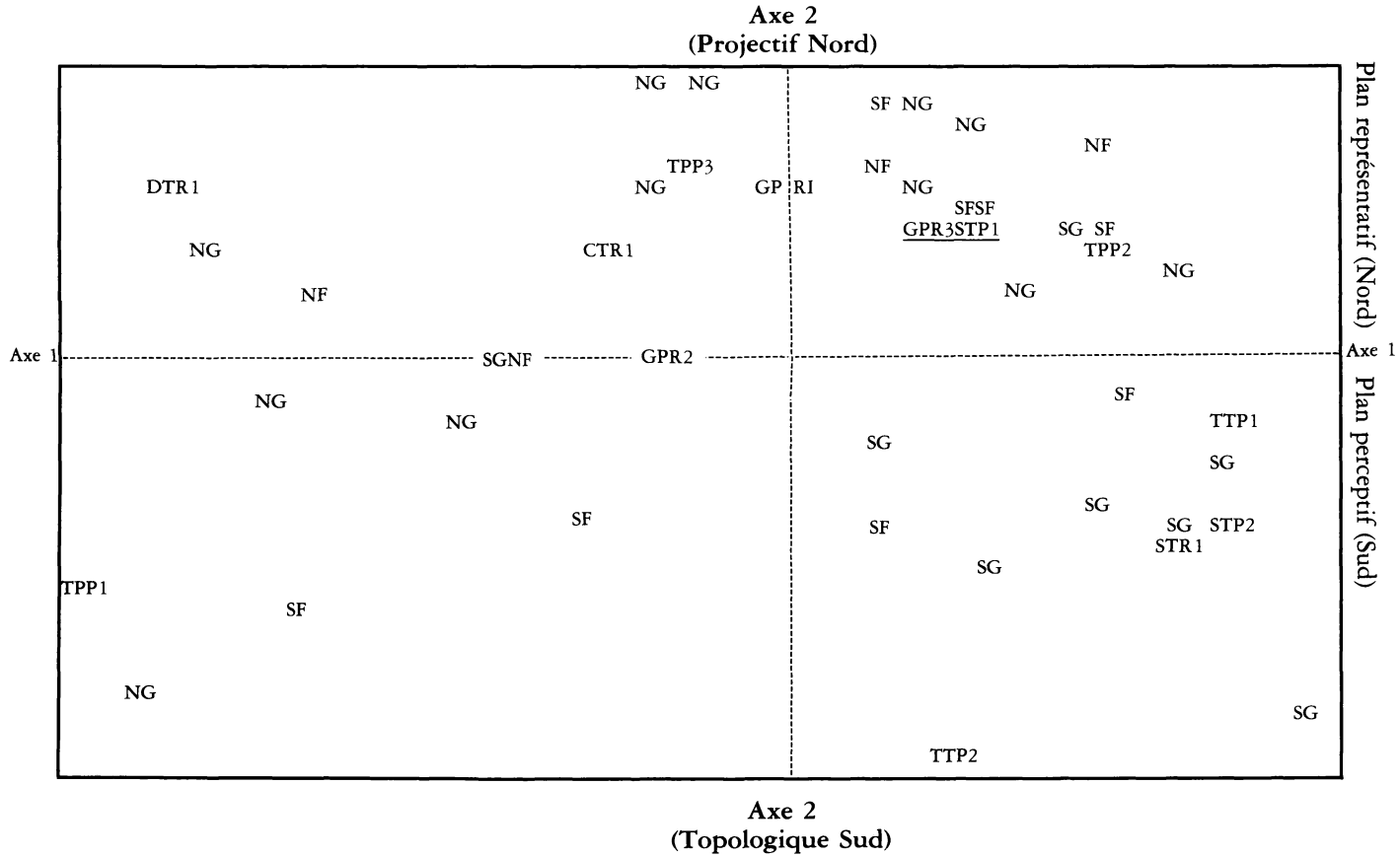
CTR1: Le sujet doit classer les 12 formes en trois groupes de quatre objets, de manière à ce que les formes d'un groupe aient quelque chose que les autres formes n'ont pas. Cette tâche est située dans le temps avant la tâche DTR1.

GPR1: Le sujet doit tronquer une pyramide irrégulière à base rectangulaire en polystyrène, à l'aide d'un filcoupeur, de façon à obtenir une forme avec six faces à quatre côtés. À l'intérieur d'un temps limite, le sujet a droit à trois essais. Après chaque essai, on lui demande s'il a obtenu le résultat recherché.

GPR2: Le même problème que ci-dessus, mais à partir d'un prisme triangulaire isocèle.

GPR3: Le même problème que ci-dessus, mais à partir d'une pyramide irrégulière à base triangulaire équilatérale, de façon à obtenir une autre pyramide irrégulière, dotée cette fois-ci d'une base à quatre côtés.

Annexe 2
Plan factoriel principal révélant les opposants Nord/Sud



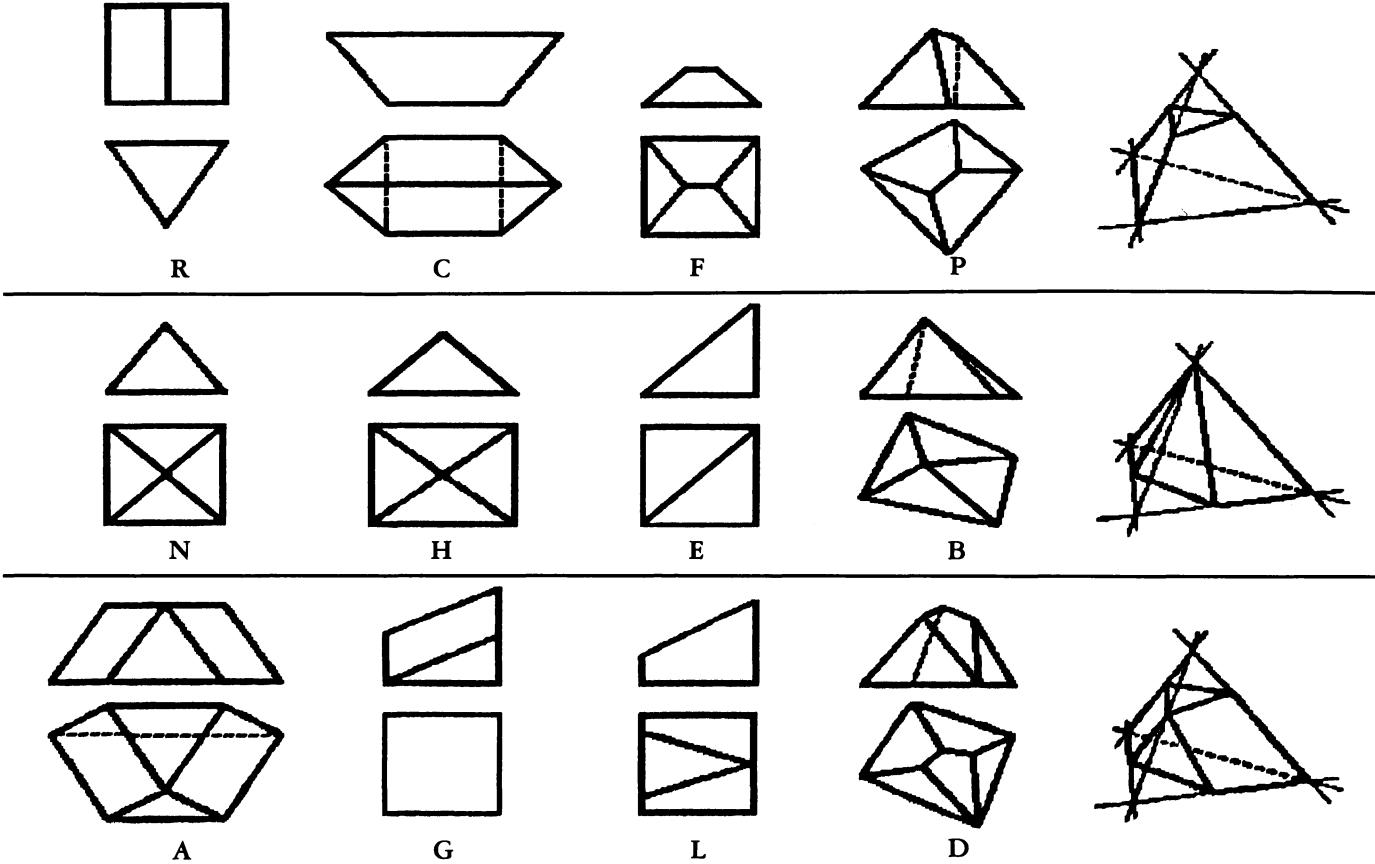


Figure 1. Projection des polyèdres.