

LA RECONNAISSANCE DES FIGURES GEOMETRIQUES PLANES PAR LES ENFANTS DE 5 ANS¹

Laetitia PINET

Laboratoire « Psychologie et NeuroCognition »

CNRS UMR 5105, UPMF, France

Edouard GENTAZ

Laboratoire « Psychologie et NeuroCognition »

CNRS UMR 5105, UPMF, France

La présente recherche² évalue la reconnaissance visuelle de quatre figures géométriques planes élémentaires (carré, rectangle, triangle et cercle) par des jeunes enfants scolarisés en grande section de maternelle. Ces figures géométriques peuvent être considérées comme quatre catégories (Bonthoux, Berger & Blaye, 2004 ; Neisser, 1987) comprenant une infinité d'exemplaires qui partagent des propriétés géométriques. De manière plus générale qu'à propos de cet exemple précis, une question cruciale est de comprendre comment les jeunes enfants arrivent à traiter de la même façon des exemplaires d'une catégorie et donc à dépasser leurs spécificités au profit de leur généralité. Cette activité de catégorisation leur permet d'organiser leurs connaissances et de les généraliser à de nouveaux exemplaires.

Rappelons que les attentes formulées dans les programmes de l'Education nationale (2002) mentionnent comme objectif d'amener progressivement les élèves à dépasser le stade de la

¹ **Avant-propos du comité de lecture de *Grand N*** : Cet article présente une recherche effectuée dans le cadre d'un laboratoire de psychologie expérimentale dont le point de vue (questions étudiées et méthodologie) est assez éloigné des études présentées dans *Grand N*. Il nous a semblé intéressant de le publier pour deux raisons :

- fournir un exemple, même simplifié, du déroulement d'une recherche en psychologie ;
- aider les enseignants de grande section et de CP à s'interroger sur les activités qu'ils mènent en tenant compte des deux résultats suivants : des figures que l'on pourrait croire faciles à reconnaître pour de jeunes élèves peuvent ne pas être facilement reconnues, tels les différents triangles ; le concept de « typicalité » qui conçoit que des figures soient davantage « prototypiques » que d'autres, permet d'expliquer certaines des réussites ou des difficultés observées chez les élèves.

² **Remerciements** : Les auteurs remercient l'Université Pierre Mendès-France de Grenoble, le CNRS et les Editions la Cigale pour leur soutien. Ils remercient aussi les différents rapporteurs du comité de lecture de *Grand N* pour leurs précieuses remarques sur cet article.

simple reconnaissance perceptive des objets : « dans la plupart des problèmes de géométrie, les élèves appréhendent d'abord des propriétés de façon perceptive, puis sont amenés à utiliser des instruments pour vérifier les hypothèses émises ». Plus spécifiquement, parmi les compétences visées à la fin du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), les enfants doivent être capables de reconnaître un triangle, un carré, un rectangle, un cercle parmi d'autres figures planes. Il est donc utile pour les enseignants de connaître précisément l'état des connaissances des élèves, sur les figures géométriques élémentaires, à l'entrée du cycle 2, afin de pouvoir adapter les contenus de leurs enseignements.

Malheureusement, il existe une seule recherche, à notre connaissance, qui examine explicitement cette question chez de jeunes enfants. Ainsi, Clements et ses collègues (1999) présentent à des enfants de 3 à 6 ans quatre feuilles-tests³, une pour chaque figure testée (carré, rectangle, triangle et cercle). Chaque feuille-test comprend un ensemble de « figures cibles » et de « figures distractrices » qui se différencient selon plusieurs critères (taille, orientation, proportion entre les différentes longueurs des côtés pour les figures polygonales, courbure, nombre de côtés, etc.). Les chercheurs demandent à chaque enfant de marquer avec son crayon toutes les figures qui sont des cercles. Cette procédure est la même pour le carré, le rectangle et le triangle. Les auteurs mesurent pour chaque feuille-test le nombre de figures cibles correctement reconnues parmi les figures distractrices pour trois groupes d'âge (4, 5 et 6 ans). Les résultats révèlent une amélioration de la reconnaissance avec l'âge, pondérée par le type de figure. Ainsi, le cercle est très bien reconnu à tous les âges : 92 % à 4 ans, 96 % à 5 ans et 99 % à 6 ans. Le carré est reconnu à 82% à 4 ans, à 86 % à 5 ans et à 91 % à 6 ans. Le rectangle est reconnu à 51 % à 4 ans, à 51 % à 5 ans et 59 % à 6 ans. Enfin, le triangle est reconnu à 57 % à 4 ans, à 58 % à 5 ans et à 61 % à 6 ans.

Il est cependant difficile de comparer les connaissances des enfants d'une figure à l'autre sans un contrôle plus rigoureux des figures cibles et distractrices proposées dans les tests. En effet, le nombre de figures cibles et le nombre de figures totales ne sont pas les mêmes pour les quatre tests. D'autre part, les choix des figures cibles et distractrices ne semblent pas suivre de règles de construction similaires (par exemple, au niveau de leurs tailles, orientations, nombre de côtés, etc.) pour chaque type de figure. Il est évident que ces règles de construction sont cruciales car elles peuvent influencer de manière significative les résultats des enfants. Par ailleurs, la méthodologie employée par les auteurs est peu décrite et nous savons que les conditions de passation de l'expérience peuvent jouer un rôle déterminant dans les performances observées (Dessus & Gentaz, 2006 ; Gentaz & Dessus, 2004).

En conclusion, cette étude présente des résultats très intéressants mais qui méritent d'être confirmés et complétés avec une méthodologie expérimentale plus rigoureuse, de la construction des feuilles-tests aux traitements statistiques des résultats en passant par les conditions de passation de l'expérience. Ainsi, la présente étude essaie de répondre à ces objections en adoptant une méthodologie empruntée aux sciences expérimentales mais adaptée à la psychologie scientifique dont l'objectif est de fournir des preuves par l'observation des comportements des enfants dans des situations spécialement conçues pour étudier leurs connaissances géométriques.

Rappelons que la méthode expérimentale (Bernard, 1865) permet de choisir, face à une question de recherche et à partir de faits observés et mesurés, la réponse la plus valable.

³ L'ensemble des feuilles-tests est présenté en annexe 1.

Elle permet en particulier d'apporter des réponses qui sont parfois contraires au sens commun, aux intuitions ou expériences du praticien.

La méthode expérimentale a comme souci principal « *d'administrer la preuve* », c'est-à-dire de montrer qu'un facteur (e.g., une figure particulière) est bien la principale cause de l'apparition d'un comportement observé (e.g., une reconnaissance correcte), « *toute chose étant égale par ailleurs* ».

Ainsi, pour être certain que cette relation causale est univoque, il faut souvent organiser une expérience afin de contrôler au maximum tous les autres facteurs qui sont susceptibles d'influencer les performances observées, comme le niveau socioculturel des enfants testés, l'attitude des chercheurs pendant l'expérience, les différentes figures testées, etc.

Hypothèses

Notre première et principale hypothèse est que la reconnaissance des exemplaires des polygones (carré, rectangle et triangle) par les jeunes enfants est influencée par certaines de leurs caractéristiques géométriques et spatiales : le rapport entre les différentes longueurs des côtés et l'orientation spatiale par rapport au sujet de certains côtés. Ces caractéristiques permettent de définir « l'exemplaire prototypique » d'une figure (Rosch, 1973, 1975; Rosch et Mervis, 1975). En effet, chaque catégorie inclut des exemplaires très représentatifs (c'est-à-dire possédant beaucoup d'attributs caractéristiques de la catégorie) et des exemplaires moins représentatifs. Pour retenir une catégorie, il suffirait de conserver en mémoire un représentant type - le prototype -, possédant de nombreux attributs caractéristiques de la catégorie. Le prototype est ainsi décrit comme le point de référence. Il correspond à l'exemplaire le plus représentatif de la catégorie, partageant un maximum de propriétés avec les autres membres de la catégorie et un minimum avec ceux des catégories contrastées. Les connaissances géométriques s'organiseraient ainsi autour de « noyaux de sens », représentés par des éléments prototypiques.

Dans cette perspective, l'exemplaire de chaque figure qui est le « prototype » devrait tenir compte du rapport entre les différentes longueurs des côtés et l'orientation spatiale par rapport au sujet de certains côtés. Ainsi, le carré posé sur sa base serait l'exemplaire prototypique de la figure « carré ». Le rectangle, avec les longueurs une fois et demie plus longues que les largeurs et un côté, le grand ou le petit, parallèle au plan vertical du sujet seraient les deux exemplaires prototypiques de la figure « rectangle ». Le triangle équilatéral posé sur un côté et le triangle isocèle avec une base une fois et demie plus courte que les deux autres côtés isométriques seraient les deux prototypes du « triangle ». En conséquence, notre hypothèse est que la reconnaissance des exemplaires prototypiques de chaque figure polygonale sera nettement meilleure que celle des autres exemplaires de la même figure. En ce qui concerne le cercle, nous pouvons faire l'hypothèse que ce type de figure ne posera aucune difficulté de reconnaissance aux jeunes enfants car il s'agit, selon les psychologues gestaltistes, d'une « bonne forme » pour laquelle il n'existe pas de prototype (ou alors, tous les cercles sont des prototypes). Pour tester ces hypothèses, nous avons ainsi proposé à 44 enfants scolarisés en grande section de maternelle quatre tests de reconnaissance d'une figure cible (carré, rectangle, triangle et cercle) parmi un ensemble de figures distractrices. Voyons maintenant en détail les conditions de cette expérimentation.

Expérimentation

Quarante-quatre enfants monolingues français ont participé à l'étude (20 garçons et 24 filles). Ces enfants sont scolarisés dans deux classes⁴ de la ville de Grenoble en grande section de maternelle (âge moyen 5 ans 6 mois, âge réel 5 ans à 6 ans, écart type 3 mois). Tous les élèves sont issus de classe socio-économique moyenne et ne sont pas suivis par des spécialistes en dehors du temps scolaire. Cette étude a eu lieu durant le mois de novembre de l'année scolaire. Par ailleurs, aucun enseignement spécifique sur les figures géométriques n'a été proposé par les enseignantes avant cette expérimentation.

Au niveau du matériel expérimental, nous avons construit quatre feuilles-tests, un pour chaque figure (Annexe 2). Une feuille-test contient 20 figures géométriques planes, représentées par leur contour (trait de 0,8 mm d'épaisseur) sur une feuille de papier (A4 en format paysage). Pour chaque exemplaire de figure, nous avons contrôlé la taille (de 8,5 cm de côté pour les plus grands à 1,5 cm de côté pour les plus petits), l'orientation et les rapports entre les côtés. Chaque feuille-test compte 6 figures cibles (i.e., 6 exemplaires de la figure géométrique testée) et 14 figures géométriques distractrices (i.e., 14 exemplaires de figures non testées).

L'ensemble des 14 figures distractrices d'un test est composé de trois types de figures géométriques, proches perceptivement des propriétés de la figure étudiée. Par exemple le test du *carré* contient 6 exemplaires de carré et 14 autres exemplaires de figures, dont des rectangles, des parallélogrammes et des trapèzes, l'ensemble variant en taille et en orientation. Les figures cibles sont numérotées (de 1 à 6) afin de déterminer si certaines sont mieux reconnues que d'autres. Nous avons vérifié aussi auprès d'adultes que le degré de ressemblance perceptive entre chaque figure cible et chaque figure distractrice est globalement similaire pour chaque feuille-test.

Deux expériences préalables ont été réalisées auprès d'autres enfants afin de « contrôler » nos feuilles-tests. Dans la première, nous avons administré les quatre feuilles-tests utilisées dans la présente étude et quatre carnets de 20 pages comprenant les mêmes figures mais présentées une à une (une par page). Les résultats obtenus sont équivalents et montrent ainsi que la présentation simultanée des 20 figures sur une feuille ne pose pas plus de difficultés aux enfants qu'une présentation successive. Dans la seconde, nous avons proposé les quatre feuilles-tests avec les figures « non remplies » et les quatre feuilles-tests avec des figures « remplies » par du gris. Les résultats obtenus sont équivalents et montrent ainsi que la présentation des figures « non remplies » ou « remplies » n'influence pas les performances des enfants.

Au niveau des conditions de passation, les quatre tests sont administrés par expérimentateur (avec une neutralité bienveillante) de façon individuelle pour éviter que les enfants ne communiquent les réponses. L'ordre de passation des quatre tests est aléatoire afin de pallier à un effet d'ordre des tests, afin que la diminution potentielle progressive de l'attention affecte aléatoirement et d'une manière similaire toutes les feuilles-tests. L'expérimentateur demande à l'enfant de marquer d'une croix toutes les figures cibles qu'il voit sur sa feuille-test. Aucune consigne de vitesse et aucune correction n'est donnée à l'enfant.

⁴ Nous remercions tout particulièrement, Blandine Guillemet et Sonia Rumillat, enseignantes de grande section à l'école Jean Jaurès de Grenoble pour leur motivation et implication dans cette étude, ainsi que la directrice, Catherine Gilloux. Nous remercions évidemment les élèves pour leur participation ainsi que leurs parents qui nous ont fait confiance.

Résultats

Pour avoir une idée complète des performances des enfants, nous avons analysé deux variables : le nombre de figures cibles reconnues *et* le nombre de fausses reconnaissances pour chaque type de figure. Ces deux mesures sont complémentaires car des enfants pourraient choisir de marquer toutes les figures et, dans ce cas, obtenir un score maximum au nombre de cible reconnue. Il est donc très important d'analyser conjointement ces deux mesures.

Analyse des quatre figures

Dans un premier temps, nous avons effectué une analyse des performances obtenues pour chaque figure.

Le carré

Le carré est une figure géométrique relativement bien identifiée par les élèves avec un taux de reconnaissance de 73,5 % (ce qui représente 194 carrés cochés parmi les 264 [44 x 6] carrés représentés au total). Plus précisément, 88,6 % des carrés n° 1 (prototypes) sont reconnus (soit 39 carrés prototypiques reconnus sur les 44 carrés prototypiques au total) contre 70,4 % des carrés non prototypiques n° 2 à 6 (soit 155 carrés non prototypiques reconnus parmi 220 carrés non prototypiques au total). Concrètement, seulement 10 élèves sur 44 au total, n'ont fait aucune omission ni aucune erreur et ont donc uniquement coché les 6 carrés.

Parmi les 26,5 % de carrés omis (soit 70 carrés oubliés sur les 264 carrés au total), on retrouve 11,4 % de carrés omis prototypiques (soit 5 carrés prototypiques omis sur 44 carrés prototypiques au total) contre 29,5 % de carrés omis non prototypiques (soit 65 carrés non prototypiques omis sur 220 carrés non prototypiques au total). Ainsi, 20 élèves n'ont pas omis de carrés, néanmoins dix d'entre eux ont en plus sélectionné, à tort, une ou plusieurs figures distractrices. Ces résultats montrent que les carrés prototypiques sont mieux reconnus que les carrés non prototypiques.

Autre résultat, 22,7 % des élèves de grande section de maternelle commettent des erreurs en pensant reconnaître à tort un carré (soit 140 fausses reconnaissances sur 616 figures distractrices proposées au total). La répartition des erreurs est la suivante : 45,7 % des quadrilatères quelconques sont considérés à tort comme des carrés (soit 64 quadrilatères cochés parmi les 132 quadrilatères proposés au total), 38,6 % des parallélogrammes sont considérés à tort comme des carrés (soit 54 parallélogrammes cochés parmi les 264 parallélogrammes au total) et 15,7 % des rectangles sont considérés à tort comme des carrés (soit 22 rectangles sélectionnés sur 220 rectangles au total). En résumé, ce sont avec les parallélogrammes et plus encore avec les quadrilatères que les carrés sont confondus alors qu'ils le sont très peu avec les rectangles.

Le rectangle

Le rectangle est une figure géométrique relativement bien identifiée par les élèves de GS avec un taux de reconnaissance de 63,6 % (soit 168 rectangles sélectionnés parmi les 264 rectangles proposés au total). Plus précisément, 72,7 % des rectangles n° 1 (prototypes) sont reconnus (soit 32 rectangles prototypiques reconnus sur les 44 rectangles prototypiques au total) contre 61,8 % de rectangles non prototypiques n° 2 à 6 reconnus (soit 136 rectangles non prototypiques sur 220 rectangles non prototypiques au total). Concrètement, seulement 5 élèves sur 44 au total, n'ont fait aucune omission ni aucune erreur et ont donc uniquement sélectionné les 6 rectangles.

Parmi les 36,4 % de rectangles omis (soit 96 rectangles omis sur les 264 rectangles au total), 27,3 % sont des rectangles prototypiques (soit 12 rectangles prototypiques omis sur 44 rectangles prototypiques au total) contre 38,2 % de rectangles non prototypiques (soit 84 rectangles non prototypiques omis sur 220 rectangles non prototypiques au total). Concrètement, 10 élèves n'ont pas omis de rectangles, néanmoins 5 d'entre eux ont en plus sélectionné à tort, une ou plusieurs figures distractrices. Ces données montrent aussi que les rectangles prototypiques sont mieux reconnus que les rectangles non prototypiques. Autre constat, 17,7 % des élèves de grande section de maternelle commettent des erreurs en pensant reconnaître à tort un rectangle (soit 109 fausses reconnaissances sur 616 figures distractrices au total). Parmi ces erreurs, 29,5 % des quadrilatères sont considérés à tort comme des rectangles (soit 52 quadrilatères cochés parmi les 176 quadrilatères proposés au total), 18,5 % des parallélogrammes sont considérés à tort comme des rectangles (soit 57 parallélogrammes cochés parmi les 308 parallélogrammes au total) mais aucun triangle n'est considéré à tort comme un rectangle (soit 0 triangle sélectionné sur 132 triangles au total). En résumé, ce sont avec les parallélogrammes et plus encore avec les quadrilatères que les rectangles sont confondus mais jamais avec les triangles.

Le triangle

Le triangle est la figure la moins bien reconnue des élèves de GS avec un taux de reconnaissance de 52,6 % seulement (ce qui représente 139 triangles cochés parmi les 264 triangles proposés au total). Plus précisément, tous les triangles n° 1 (prototypes) (100 %) sont reconnus contre seulement 43,2 % de triangles non prototypiques n° 2 à 6 reconnus (soit 136 triangles non prototypiques sur 220 triangles non prototypiques au total).

Parmi les 47,3 % de triangles oubliés (soit 125 triangles omis sur les 264 triangles au total), on ne retrouve aucune omission (0 %) concernant les triangles prototypiques (soit 0 triangles prototypiques omis sur 44 triangles prototypiques au total) contre 56,8 % de triangles omis non prototypiques (soit 125 triangles non prototypiques omis sur 220 triangles non prototypiques au total). Autrement dit, seulement quatre élèves n'ont pas omis de triangles, mais tous ont en plus sélectionné à tort une ou plusieurs figures distractrices. Là encore, les résultats indiquent que les triangles prototypiques sont bien mieux reconnus que leurs homologues non prototypiques.

En grande section de maternelle, 26,6 % des élèves commettent des erreurs, reconnaissant à tort un triangle (soit 164 fausses reconnaissances sur 616 figures distractrices proposées au total). Parmi les figures distractrices, 32,6 % des « figures-maisons » sont considérées à tort comme des triangles (soit 43 « figures-maisons » cochées parmi les 132 « figures-maisons » proposées au total), 28,9 % des « triangles-arrondis » sont considérés à tort comme des triangles (soit 89 « triangles-arrondis » cochés parmi les 308 « triangles-arrondis » au total) et 18,2 % des quadrilatères sont considérés aussi à tort comme des triangles (soit 32 quadrilatères cochés parmi les 176 quadrilatères au total). En définitive, ce sont d'abord avec les « figures-maisons », puis avec les « triangles-arrondis » et enfin avec les quadrilatères que les triangles sont confondus.

Le cercle

Le cercle est la figure géométrique la mieux reconnue par les élèves de grande section de maternelle avec un taux de reconnaissance de 99,2 % (soit 0,8 % d'omissions) et un taux d'erreur de 0,5 %. Toutefois, deux élèves parmi 44 au total ont omis un cercle parmi les 6 figures cibles (dont un petit cercle de 1,5 cm de diamètre et un cercle de taille moyenne de 2,5 cm de diamètre) et un troisième élève a cru à tort et à trois reprises, reconnaître un

cercle parmi les distracteurs (i.e., 2 ellipses et 1 caillou). Rappelons que le cercle est une figure particulière (une bonne forme) puisqu'il n'existe pas de prototype (ou alors, il faut considérer que tous les cercles sont des prototypes).

Analyse globale des prototypes des trois figures

Afin d'étudier globalement le rôle des exemplaires prototypiques de chaque catégorie de figure sur leur reconnaissance, nous avons comparé la proportion moyenne de figures cibles prototypiques reconnues ($M = 0,87$; i.e. chaque enfant reconnaît en moyenne 2,61 figures cibles prototypiques sur 3 au total) avec la proportion moyenne de figures cibles non typiques reconnues ($M = 0,58$; i.e. chaque enfant reconnaît en moyenne 8,7 figures cibles non typiques sur 15 au total). Ces proportions tiennent compte seulement de trois figures (carré, rectangle et triangle) car le cercle n'a pas plusieurs types d'exemplaires.

Un test statistique révèle que cette différence est significative : les performances en reconnaissance valident notre hypothèse selon laquelle les exemplaires prototypiques sont mieux reconnus que les autres.

Analyse globale des quatre figures

Les nombres moyens et les écart-types des quatre figures cibles correctement reconnues ainsi que les fausses reconnaissances par les élèves de GS sont présentés dans la figure 1. Nous avons utilisé un traitement statistique particulier (une analyse de la variance) qui permet d'établir si des moyennes sont statistiquement différentes avec une marge d'erreur inférieure à 5 %. La première analyse (figure 1.a) révèle que le nombre moyen de figures cibles reconnues correctement dépend du type de figure : le cercle est la figure la plus facile à reconnaître, puis vient le carré, ensuite le rectangle et pour finir le triangle. Une seconde analyse statistique (figure 1.b) sur le nombre moyen de fausses reconnaissances montre que les enfants commettent très peu d'erreurs pour le cercle et davantage pour le carré, le rectangle ou le triangle (qui ne diffèrent pas statistiquement).

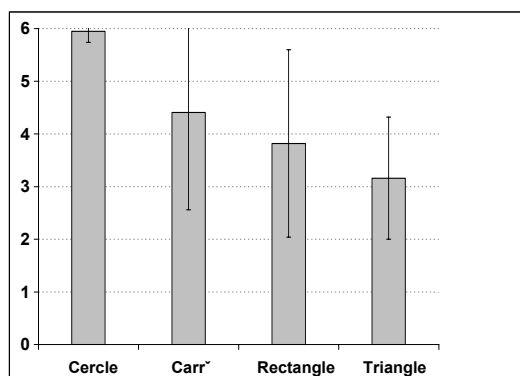


Figure 1.a

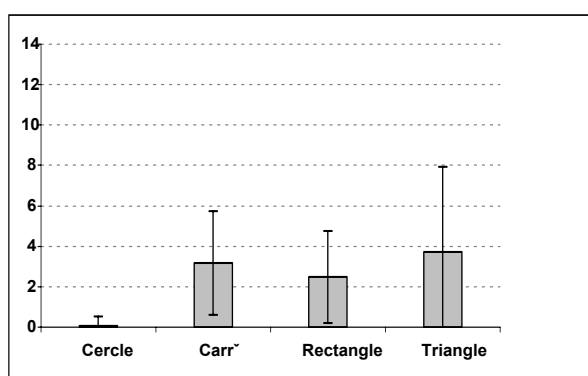


Figure 1.b

Nombre moyen (et écart-type) d'exemplaires cibles reconnus (a ; max 6) et de fausses reconnaissances (b ; max 14) pour chaque figure.

Conclusion

Cette recherche vise à examiner si la reconnaissance des exemplaires prototypiques de chaque figure polygonale est meilleure que celle des autres exemplaires de la même figure. L'analyse des figures cibles reconnues (les « bonnes reconnaissances ») va dans le sens de notre hypothèse : la reconnaissance de l'exemplaire prototypique pour le carré, le rectangle et le triangle est meilleure que celle des exemplaires non prototypiques. Ces données

valident ainsi la définition du prototype qui intègre des caractéristiques géométriques et spatiales que nous avons définies dans l'introduction, à savoir le rapport entre les différentes longueurs des côtés et l'orientation spatiale par rapport au sujet de certains côtés. Comme attendu, le cercle ne pose aucune difficulté aux jeunes enfants. La comparaison entre les figures révèle une meilleure reconnaissance pour les cercles, puis pour les carrés, puis pour les rectangles et enfin pour les triangles. Ces résultats confirment avec une méthodologie plus rigoureuse la hiérarchie obtenus par Clements et ses collègues (1999) avec des enfants du même âge (cf. Introduction).

Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer quelles sont la ou les caractéristiques des figures qui permettent d'expliquer cette hiérarchie (Fisher, Ferdinandsen et Bornstein, 1981 ; Bornstein et Stiles-Davis, 1984 ; Royer, 1981 ; Rock, 1983). Certaines montrent clairement que les enfants de grande section de maternelle commencent à être capables de se représenter les principales figures géométriques élémentaires mais avec des niveaux qui diffèrent selon la catégorie et l'exemplaire considéré. En d'autres termes, toutes les figures ainsi que tous les exemplaires d'une même figure ne sont pas reconnus de façon équivalente.

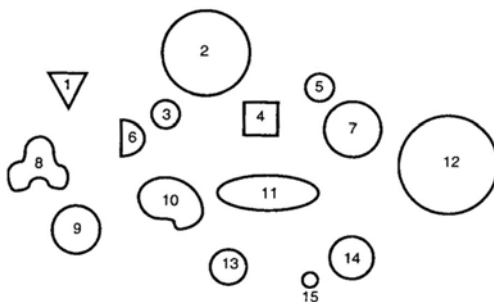
Références bibliographiques

- BERNARD, C. (1865/1966) *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Flammarion.
- BONTHOUX, F., BERGER, C., BLAYE, A. (2004) *Naissance et développement des concepts chez l'enfant. Catégoriser pour comprendre*. Paris : Dunod.
- BORNSTEIN, M., STILES-DAVIS, J. (1984) Discrimination and memory for symmetry in young children. *Developmental Psychology*, 20, 637-649.
- CLEMENTS, D.H., SWAMINATHAN, S., HANNIBAL, M.A.Z., SARAMA, J. (1999) Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 192-212.
- DESSUS, P., GENTAZ, E. (EDS) (2006) *Apprentissages et enseignement*. Paris : Dunod.
- FISHER, C., FERDINANSEN, K., BORNSTEIN, M. (1981) The role of symmetry in infant form discrimination. *Child Development*, 52, 457-462.
- GENTAZ, E., DESSUS, P. (EDS) (2004) *Comprendre les apprentissages*. Paris : Dunod.
- MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (2002) *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? Les nouveaux programmes*. Paris : CNDP, XO Editions.
- NEISSER, U. (1987) Introduction : The ecological and intellectual bases of categorization. In U. Neisser (Ed.), *Concepts and conceptual development: Ecological and intellectual factors in categorisation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ROCK, I. (1983) *The logic of perception*. Cambridge, MA: MIT Press.
- ROSCH, E. (1973) Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.
- ROSCH, E. (1975) Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 305-322.
- ROSCH, E., MERVIS, C.B. (1975) Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573-605.
- ROYER, F. (1981) Detection of symmetry. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1186-1210.

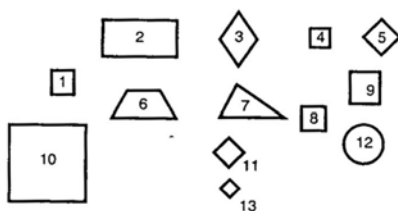
Annexe 1

Les quatre tests proposés aux enfants par Clements et ses collègues (1999)

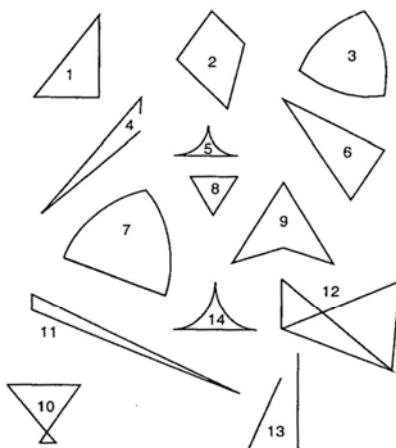
1. Student marks circles (Razel & Eylon, 1991).



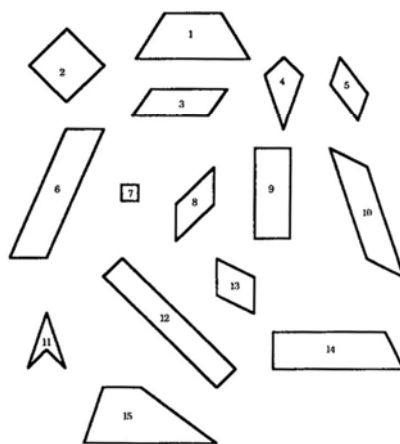
2. Student marks squares (Razel & Eylon, 1991).



3. Student marks triangles (Burger & Shaughnessy, 1986; Clements & Battista, 1992a).



4. Student marks rectangles (Burger & Shaughnessy, 1986; Clements & Battista, 1992a).



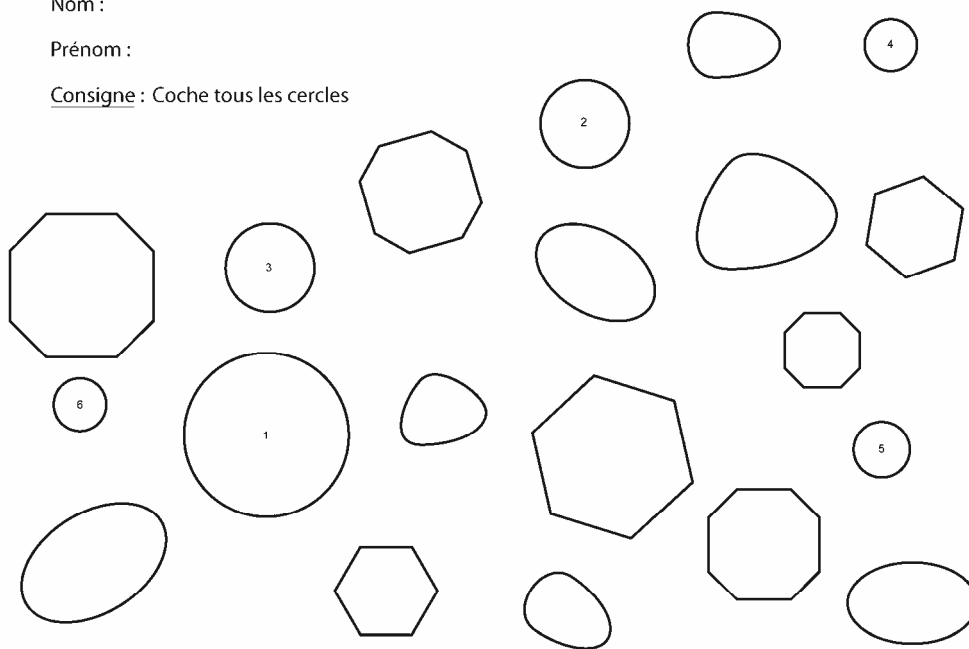
Annexe 2a

Les deux tests (cercle et carré) proposés aux enfants par Pinet & Gentaz

Nom :

Prénom :

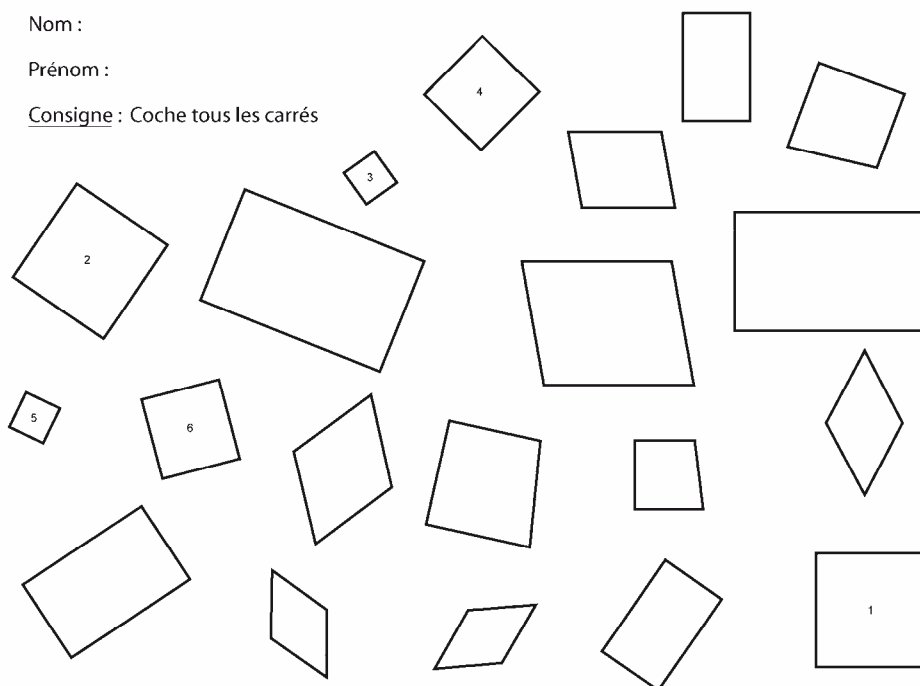
Consigne : Coche tous les cercles



Nom :

Prénom :

Consigne : Coche tous les carrés



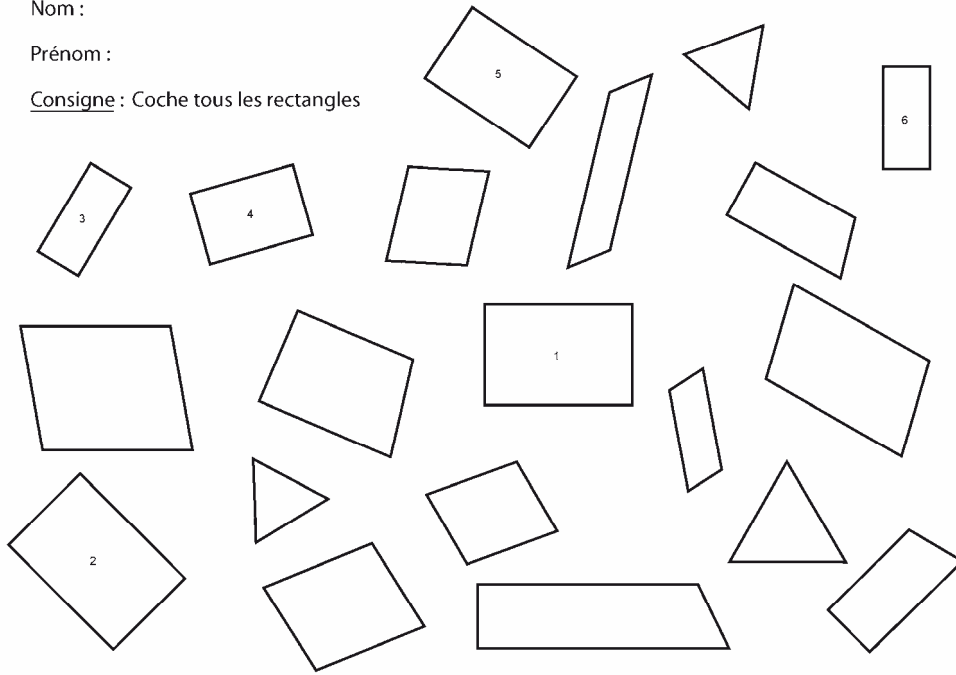
Annexe 2b

Les deux tests (rectangle et triangle) proposés aux enfants par Pinet & Gentaz

Nom :

Prénom :

Consigne : Coche tous les rectangles



Nom :

Prénom :

Consigne : Coche tous les triangles

