

Étalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg

Jean Michel ALBARET

Psychomotricien*

Eric AUBERT

Psychomotricien

RÉSUMÉ

Le test de rotation mentale, mis au point par Vandenberg et Kuse à partir des figures originales de Shepard et Metzler, a été étalonné sur une population française de lycéens : 288 garçons et 224 filles, âgés de 15 à 19 ans. Les résultats, présentés dans cet article, montrent une différence significative entre les sexes et le type d'études poursuivies mais pas entre les âges.

MOTS CLÉS : rotation mentale, étalonnage, différences sexuelles

SUMMARY

The Mental Rotation Test, elaborated by Vandenberg and Kuse from the original figures of Shepard and Metzler, was standardized on a french population of high-school students : 288 boys and 224 girls, aged 15 to 19 years. The results, presented in this article, indicate significative differences between the sex and type of studies followed but not between the age.

KEY WORDS : mental rotation, standardization, sex differences



Les expériences sur la rotation mentale ont débuté dans les années 70 avec l'équipe de Shepard et de ses collègues (Shepard et Metzler, 1971 ; Cooper et Shepard, 1973 ; Metzler et Shepard, 1974 ; Metzler et Judd, 1976).

Les sujets sont mis en présence de deux stimulus dont l'orientation spatiale diffère. Il s'agit de structures en trois dimensions, formées d'une ligne de 9 à 10 cubes coudés à trois endroits. Une partie des items présentés est constituée de stimulus identiques qu'une rotation dans le plan frontal ou sagittal permet de faire coïncider. Les autres items sont des paires de stimulus totalement différents. Shepard et Metzler constatent que plus la disparité angulaire est grande entre les deux stimulus et plus le temps de réaction pour décider de la similitude des structures augmente.

Tout se passe comme si les sujets devaient effectuer une rotation mentale pour amener les deux stimulus dans une même orientation, de la même façon qu'ils le feraient avec des objets réels.

Vandenberg et Kuse (1978), s'inspirant des études de Shepard et Metzler (1971) sur la rotation mentale, utilisent les figures de ces dernières pour mettre au point un test papier-crayon.

Chaque item comporte cinq figures, un modèle (M) placé à l'extrémité gauche de la ligne et 4 structures situées à droite du modèle parmi lesquelles le sujet doit indiquer celles qui sont semblables au modèle. Il existe toujours deux bonnes réponses par item.

Le test comporte vingt items répartis en 4 pages de 5 items. Le

* Directeur technique de l'Enseignement de Psychomotricité, Faculté de Médecine Toulouse-Rangueil, 133 Route de Narbonne, 31062 TOULOUSE CEDEX.

modèle est l'une des 5 structures différentes utilisées par Shepard et Metzler (1971).

Pour la moitié des items, les figures erronées sont des rotations de l'image en miroir du modèle, tandis que l'autre moitié est constituée de rotations d'une ou de deux autres structures.

C'est un test de visualisation caractérisé par un degré de complexité assez élevé. Ces tâches exigent, à des niveaux divers, la mise en oeuvre de multiples opérations mentales (translation, rotation...).

Les résultats obtenus par Vandenberg et Kuse (1978) indiquent clairement les différences entre les sexes à tous les âges ainsi que la chute des performances autour de 30 ans. Il semblerait cependant que pour certaines tâches de rotation mentale les différences entre les sexes ne soient pas toujours retrouvées (Snow et Strobe, 1990)

Mode de passation

Le temps limite est de 10 minutes pour la population générale, soit 5 minutes pour chaque moitié du test. Pour les lycéens et les étudiants, l'auteur conseille de limiter le temps à 6 minutes soit, 2 x 3 minutes. C'est donc ce temps qui a été retenu dans notre étude. Les informations qui figurent sur la feuille de protocole sont lues attentivement (cf. annexe)

Cotation

- 2 points sont attribués pour chaque ligne comportant 2 choix corrects.
- 1 point si un seul des dessin est choisi et qu'il est correct.
- 0 point si l'un des deux choix est correct mais l'autre non, ou si les deux sont incorrects.

Ce système permet d'éliminer l'impact des réponses dues au hasard. Les bonnes réponses sont les suivantes :

ligne	solution	ligne	solution
1	1-3	11	2-4
2	1-4	12	2-4
3	2-4	13	2-4
4	2-3	14	1-4
5	1-3	15	2-4
6	1-4	16	2-3
7	2-4	17	1-3
8	2-3	18	1-4
9	2-4	19	2-4
10	1-4	20	2-3

Qualités du test

Standardisation

La situation de test doit être la même pour tous, l'administration, la notation et la conclusion doivent être indépendantes de l'observateur et les résultats doivent pouvoir être rapportés à des normes de référence qui servent d'étalon pour les réponses des sujets. Test et résultat présentés ici rentrent dans ce cadre.

Le test de type papier-crayon ne fait pas intervenir l'observateur pendant la passation. En fin d'exercice, le correcteur possède une grille et des consignes précises pour l'attribution des points selon les performances du sujet. Le résultat ainsi obtenu est ensuite comparé au tableau qui sert de norme à tous les résultats des individus de la même tranche d'âge.

Fidélité

Fidélité inter-correcteur

Le sujet doit, sur les mêmes performances, obtenir un score identique quelque soit le correcteur. Compte tenu du système de cotation établi (note de 0 à 2 points) le correcteur aboutit invariablement au même résultat.

Fidélité Intra-test

Elle est étudiée par la méthode du "split-half", le test des couples pour la comparaison d'échantillons appariés a été utilisé et indique une absence de différence significative entre la partie 1 et la partie 2 du test. Pour les garçons les résultats sont les suivants : $t = 1,4891$; $p = 0,0688$ (soit la probabilité que la différence entre les deux parties soit éloignée de 0), le degré de liberté étant $ddl = 287$.

Pour la population féminine, $t = 1,444$; $p = 0,4427$; $ddl = 223$.

Les résultats de la population générale sont : $t = 1,2165$; $p = 0,1122$; $ddl = 511$.

L'erreur-type de mesure

Elle donne un élément sur la fidélité et la sensibilité du test. Plus le résultat est faible et plus la note obtenue par le sujet au test peut être considérée comme fiable.

âge	erreur-type de mesure	
	filles	garçons
15 ans	1,1	1,08
16 ans	0,87	0,86
17 ans	0,93	0,92
18 ans	0,99	1,03
19 ans	0,45	1,56
Total	0,46	0,46

Validité

Validité de contenu

Le test présenté ici évalue bien un phénomène de rotation mentale, les figures qui le composent étant directement issues des travaux principes de Shepard et Metzler pour la mise en évidence de ce phénomène. Compte tenu du degré de difficulté et du temps accordé, la seule stratégie adaptée aux exigences de rapidité et de précision est la rotation mentale.

Une indication supplémentaire est donnée par les réponses des lycéens concernant la stratégie utilisée : 72,92 % des réponses sont en faveur de la rotation mentale.

Validité de construction

Les résultats obtenus dans la fidélité intra-test sont aussi un indice de la validité de construction qui s'avère donc satisfaisante.

Population

Les résultats sont basés sur une population de lycéens d'établissements privés et publics de la région toulousaine âgés de 15 à 19 ans.

Le tableau suivant en donne la répartition en fonction de l'âge et du sexe.

âge	filles	garçons	total
15 ans	62	45	107
16 ans	72	62	134
17 ans	80	57	137
18 ans	54	50	104
19 ans	20	10	30
Ensemble	288	224	512

Le nombre relativement réduit d'individus de la tranche d'âge de 19 ans ne permet d'utiliser leurs résultats qu'à titre indicatif. Leurs résultats sont cependant pris en compte lors des calculs portant sur la population entière.

Résultats de l'étalonnage

La différence entre les scores obtenus par les garçons et ceux obtenus par les filles (graphique 1) est très hautement significative ($t = 10,5$; $ddl = 510$; $p < 0,001$).

L'analyse de variance à un facteur pour les moyennes du score total de chaque groupe d'âge ne montre aucune différence significative pour les filles ($F(4, 223) = 0,262$; $p < 0,001$), et pour les garçons ($F(4, 287) = 0,831$;

Score total de la population féminine

âge	moyenne	écart-type	min.	max.	erreur-type
15 ans	13,76	7,36	2	31	1,1
16 ans	13,89	6,89	3	33	0,87
17 ans	13,75	7,04	0	33	0,93
18 ans	12,66	6,97	2	32	0,99
19 ans	13,5	4,58	8	20	1,45
Ensemble	13,54	6,92	0	33	0,46

Score total de la population masculine

âge	moyenne	écart-type	min.	max.	erreur-type
15 ans	19,02	8,48	4	38	1,08
16 ans	20,74	7,31	4	38	0,86
17 ans	20,69	8,19	6	37	0,92
18 ans	21,56	7,55	6	38	1,03
19 ans	20,75	6,98	12	34	1,56
Ensemble	20,5	7,84	4	38	0,46

$p < 0,001$).

Il n'y a donc pas de variation significative des performances à ce test entre 15 et 19 ans à l'intérieur de chaque groupe.

Note qualitative

Après la passation du test, les lycéens sont invités à noter de 1 à 5 la difficulté du test. La note 1 est attribuée lorsque le test paraît très facile et la note 5 lorsqu'il est jugé très difficile.

note	filles	garçons
1	0,89 %	9,72 %
2	12,06 %	22,22 %
3	45,09 %	43,06 %
4	37,06 %	21,88 %
5	4,91 %	3,13 %

La constatation qui se dégage de ces résultats est le pourcentage plus élevé d'appréciation subjective de facilité. En effet, 31,94 % des garçons considèrent le test comme facile ou très facile contre 12,95 % des filles et 25,01 % seulement des garçons

l'estiment difficile ou très difficile contre 41,97 % des filles.

Méthode utilisée

Les sujets sont invités à expliquer en une seule phrase la méthode personnelle employée pour répondre au test. Quatre groupes de réponses ont été observés :

- groupe 1 : "j'ai fait tourner la figure dans ma tête",
- groupe 2 : "j'ai compté les cubes",
- groupe 3 : "j'ai fait tourner la figure et j'ai compté les cubes",
- groupe 4 : autres méthodes ou sans réponse.

La répartition des méthodes est relativement identique entre les sexes avec une supériorité évidente du premier groupe, désignant une stratégie de rotation mentale, 72 % pour les filles et 74 % pour les garçons.

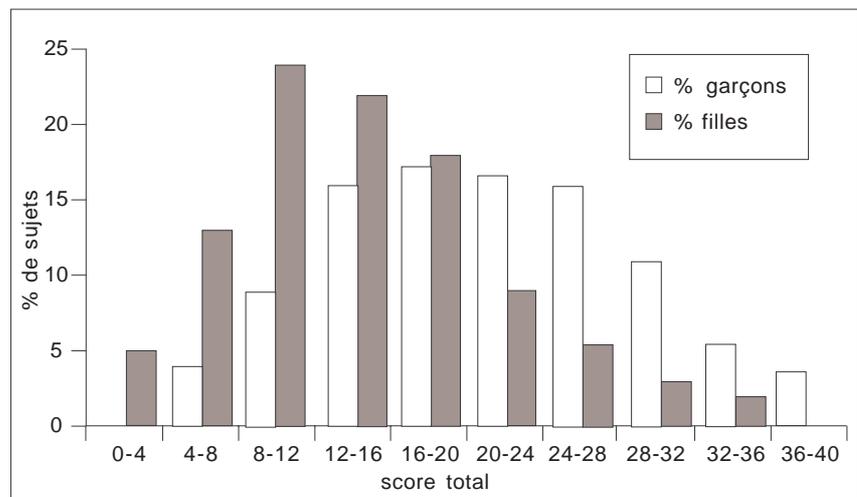
note	filles	garçons
1	71,88 %	73,96 %
2	7,59 %	6,25 %
3	3,57 %	4,51 %
4	16,96 %	15,28 %

Répartition selon le type d'études suivies

Les élèves des classes de Premières et Terminales ont été regroupés en fonction des filières "scientifiques" (Premières S, Terminales C et D) et "non scientifiques" (filières A et B). Les élèves de Seconde n'entrent pas dans cette analyse du fait du caractère indifférencié de leur enseignement.

Les résultats obtenus par les filles sont les suivants : la moyenne du groupe "scientifique" est de 16,79 (écart-type = 7,11) alors que celle du groupe "non-scientifique" est de 11,73 (écart-type = 6,45). La différence entre les deux groupes est très hautement significative, ($t = 4,657$; $ddl = 159$; $p < 0,001$).

Pour les garçons, les résultats vont dans le même sens : la moyenne des garçons "scientifiques" est de 21,9 (écart-type = 7,63) et la moyenne des garçons "non scientifiques" est de 18,24 (écart-type = 8,02). La différence entre les deux groupes est significative à 1% ($t = 2,98$; $ddl = 170$; $p < 0,01$).



Graphique 1 - Comparaison du score total filles et garçons

Il nous a paru intéressant de comparer les groupes intermédiaires entre eux, c'est-à-dire filles scientifiques et garçons non-scientifiques. On ne retrouve aucune différence significative entre ces deux groupes ($t = -1,067$; $ddl = 123$; $p > 0,05$).

Les résultats observés lors de l'étalonnage de ce test vont dans le sens des données de la littérature qui indiquent que les garçons ont des

résultats supérieurs à ceux des filles sur la majorité des épreuves spatiales (cf. Gaulin, 1992 ; McGee, 1979 ; Sanders & Soares, 1986), même si des différences considérables peuvent apparaître selon les épreuves utilisées (Witelson et Swallow, 1988). De même les différences selon la filière d'études sont une donnée à prendre en considération compte tenu des divergences observées.

BIBLIOGRAPHIE

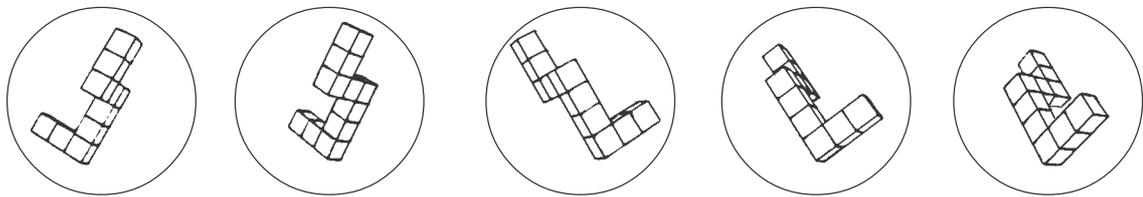
- COOPER LA. et SHEPARD RN., Chronometric studies of the rotation of mental images, In CHASE WG. (ed.), *Visual information processing*, New York : Academic Press, 1973, 75-76.
- GAULIN S.J.C., Evolution of sex differences in spatial ability, *Yearbook of physical anthropology*, 1992, 35, 125-151.
- McGEE M.G., Human spatial abilities : psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences, *Psychological Bulletin*, 1979, 86, 5, 889-918.
- METZLER J. et SHEPARD RN., Transformational studies of the internal representations of three-dimensional objects, In SOLSO RL. (ed.), *Theories of cognitive psychology : the Loyola symposium*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1974, 147-201.
- SANDERS B. et SOARES M.P., Sexual maturation and spatial abilities in college students, *Developmental Psychology*, 1986, 22, 2, 199-203.
- SHEPARD RN. et METZLER J., Mental rotation of three dimensional objects, *Science*, 1971, 171, 701-703.
- SHEPARD RN. et JUDD SA., Perceptual illusion of rotation of three-dimensional objects, *Science*, 1976, 191, 952-954.
- THURSTONE LL. et THURSTONE TG., *Manuel d'application pour le test spatial «S»*, Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée, 1963.
- VANDENBERG SG. et KUSE AR., Mental rotations, a group test of three dimensional spatial visualization, *Perceptual and Motor Skills*, 1978, 47, 599-604.
- VANDENBERG SG., KUSE AR. et VOGLER G., Searching for correlates of spatial ability, *Perceptual and Motor Skills*, 1985, 60, 343-350.
- WITELSON S.F. et SWALLOW J.A., Neuropsychological study of the development of spatial cognition, In STILES-DAVID J., KRITCHEVSKY M. et BELLUGI U. (eds), *Spatial cognition : brain bases and development*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

ANNEXE

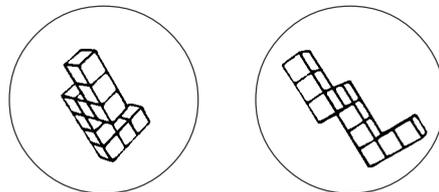
Test de rotation mentale

*adapté par S.G. Vandenberg, université du Colorado, 1971
consignes révisées par H. Crawford, université du Wyoming, 1979
traduction française par J.M. Albaret et E. Aubert, 1990*

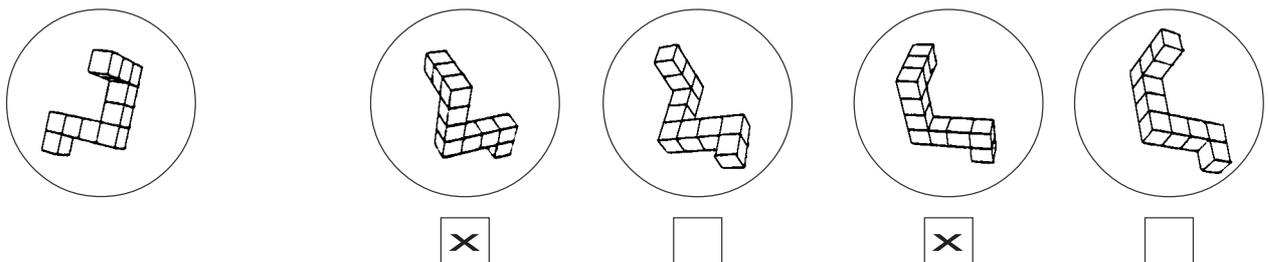
“Ceci est un test destiné à mesurer votre aptitude à reconnaître le dessin d’un objet donné parmi un ensemble d’objets différents. La seule différence entre l’objet original et l’objet à trouver consiste en une modification de l’angle sous lequel il est vu. Une illustration de ce procédé est donnée ci-dessous, où la même figure est présentée dans cinq positions. Regardez chacun d’entre eux pour vous rendre compte vous-même qu’ils sont seulement présentés sous un angle différent l’un de l’autre.”



“Ci-dessous, vous voyez deux dessins d’un nouvel objet. Ils ne peuvent pas être appariés avec les cinq dessins ci-dessus. Notez que vous ne pouvez pas retourner les objets. Voyez vous-mêmes qu’ils sont différents.”

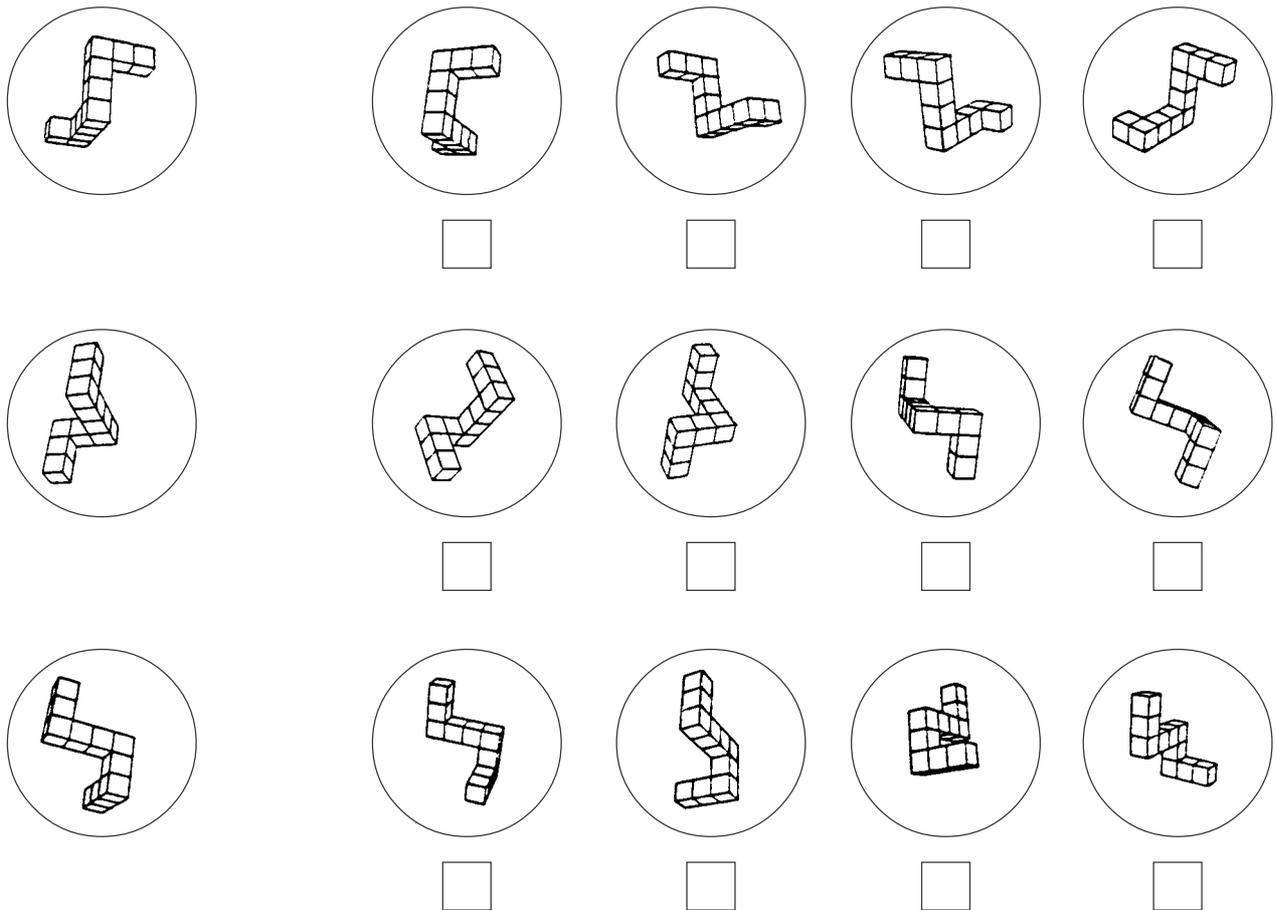


“Maintenant, vous allez faire quelques problèmes en guise d’exemple. Pour chaque problème il y a un premier dessin tout à fait à gauche. Vous devez indiquer parmi les quatre structures à droite, les deux qui sont semblables au modèle donné à gauche. Dans chaque problème, il y a toujours deux dessins semblables à celui de gauche. Mettez un x dans les cases sous les dessins corrects et laissez un blanc dans celles qui sont incorrectes. Le premier exemple est déjà complété.”



“Tournez la page.”

Complétez les exemples suivants vous-même. Quels sont les deux dessins, parmi les quatre situés à droite, qui montrent la même structure que celle de gauche ? Il y a toujours deux et seulement deux réponses correctes pour chaque problème. Mettez un x sous les deux dessins corrects.” (3 exemples à compléter, puis à corriger immédiatement).

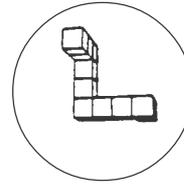
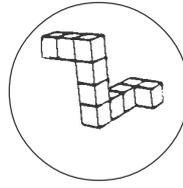
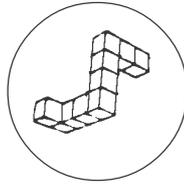
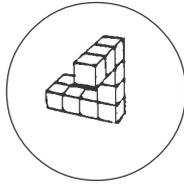
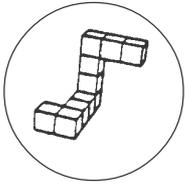


“Réponses : 1 - Premier et second dessins corrects
 2 - Premier et troisième dessin corrects
 3 - Deuxième et troisième dessins corrects

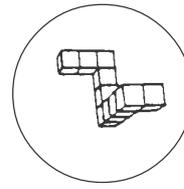
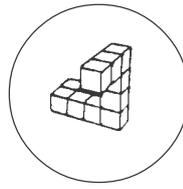
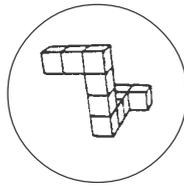
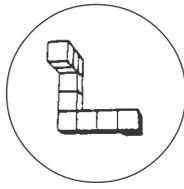
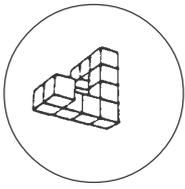
Ce test comprend deux parties. Vous avez 3 minutes pour chacune. Chaque partie a deux pages. Quand vous avez fini la partie 1, arrêtez-vous. Ne commencez pas la partie 2 avant d'en être prié. Rappelez-vous qu'il y a toujours deux et seulement deux réponses correctes par item. Travaillez aussi rapidement que vous pouvez sans négliger l'exactitude. Votre score à ce test dépend à la fois des réponses correctes et incorrectes. Cependant, vous n'avez pas intérêt à deviner sans avoir une idée sur l'exactitude de votre choix.

Ne tournez pas la page avant le signal.

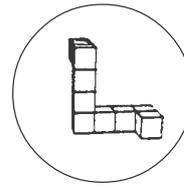
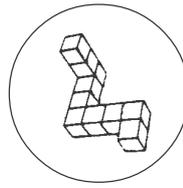
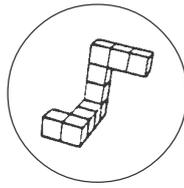
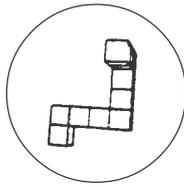
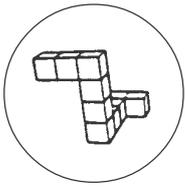
1



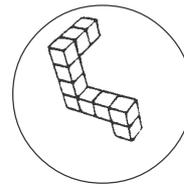
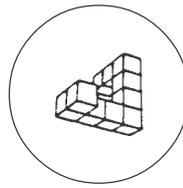
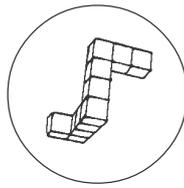
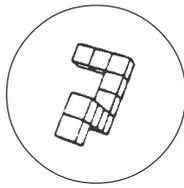
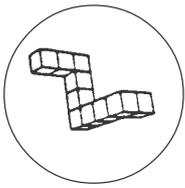
2



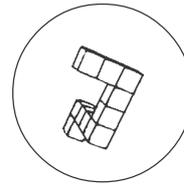
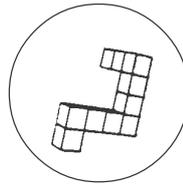
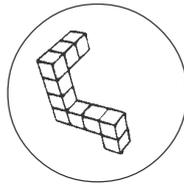
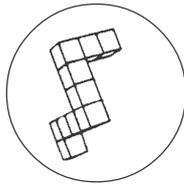
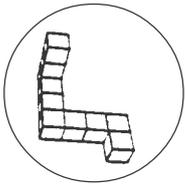
3



4

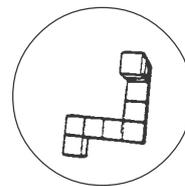
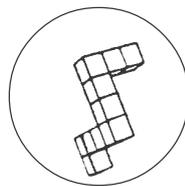
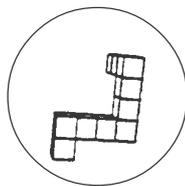
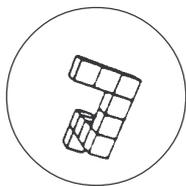
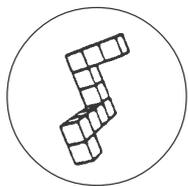


5

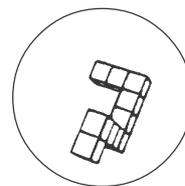
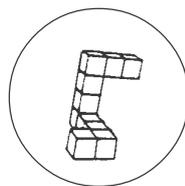
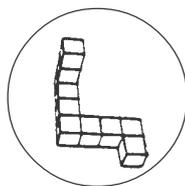
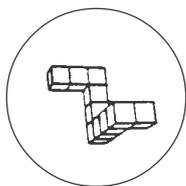
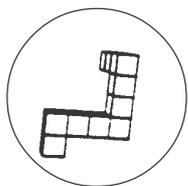


Aller à la page suivante.

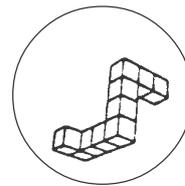
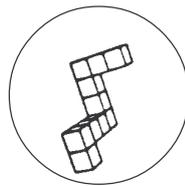
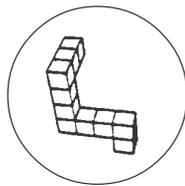
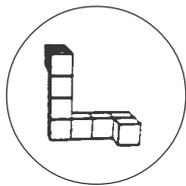
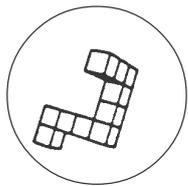
6



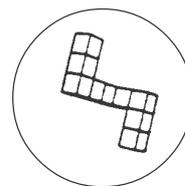
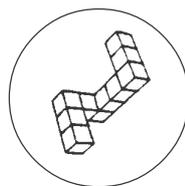
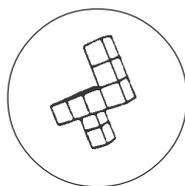
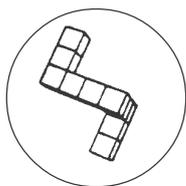
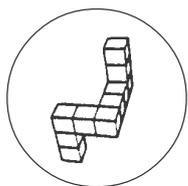
7



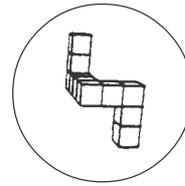
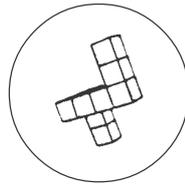
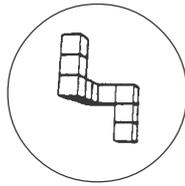
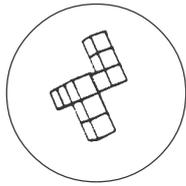
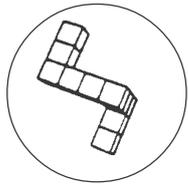
8



9

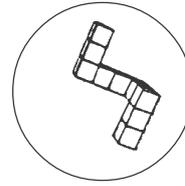
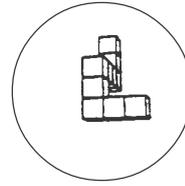
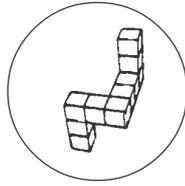
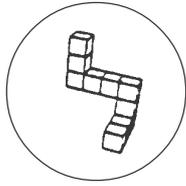
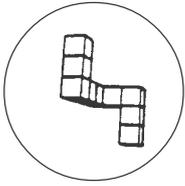


10

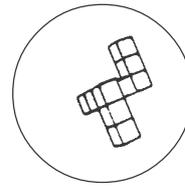
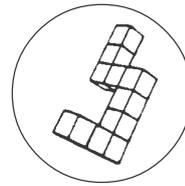
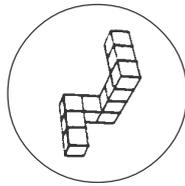
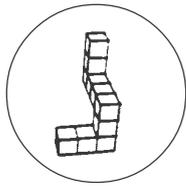
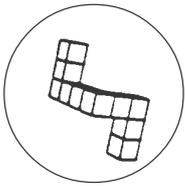


Ne tournez pas la page avant le signal.

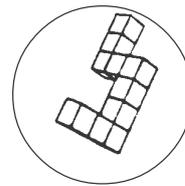
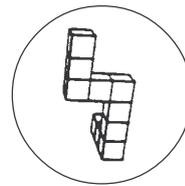
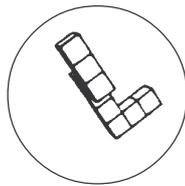
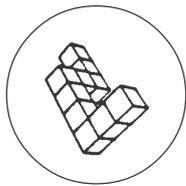
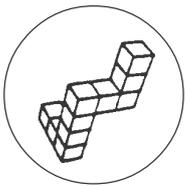
11



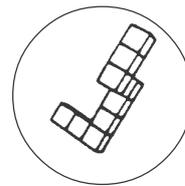
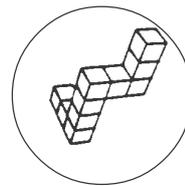
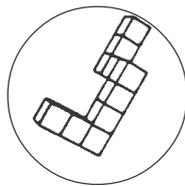
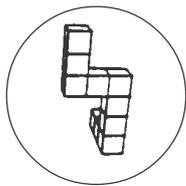
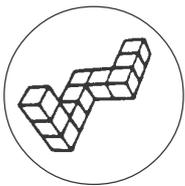
12



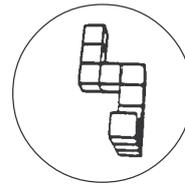
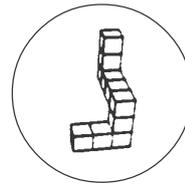
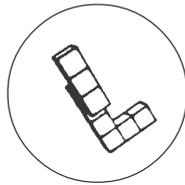
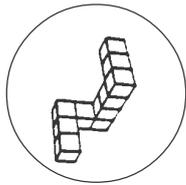
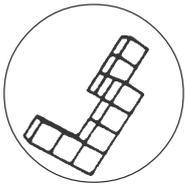
13



14

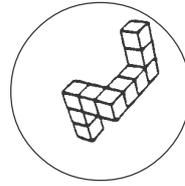
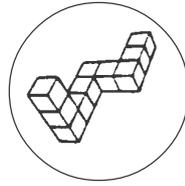
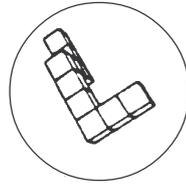
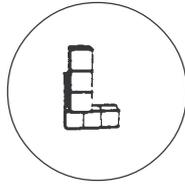
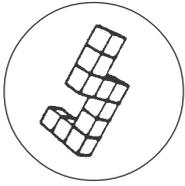


15

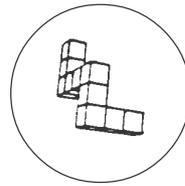
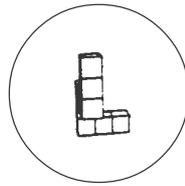
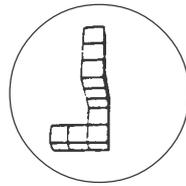
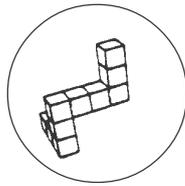
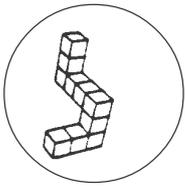


Aller à la page suivante.

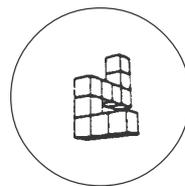
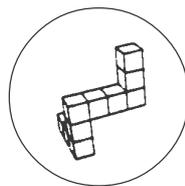
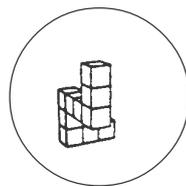
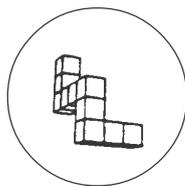
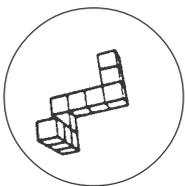
16



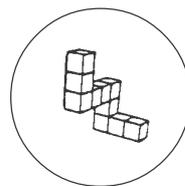
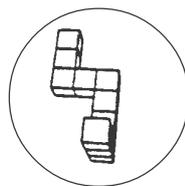
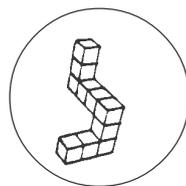
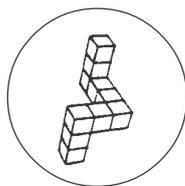
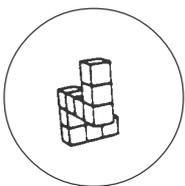
17



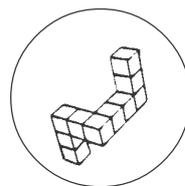
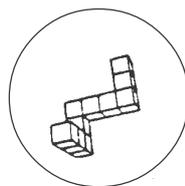
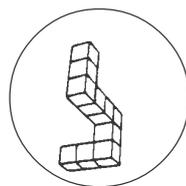
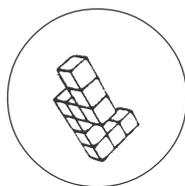
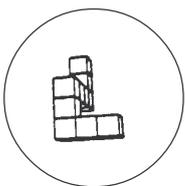
18



19



20



STOP