

A3

**DEMANDE
DE CERTIFICAT D'UTILITÉ**

②

N° 81 18761

⑤④ Jeu constitué par un volume dont les éléments peuvent être permutés par des rotations.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). A 63 F 9/06.

②② Date de dépôt..... 6 octobre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 14 du 8-4-1983.

⑦① Déposant : KOEHLER Gérard. — FR.

⑦② Invention de : Gérard Koehler, François Koehler, Bertrand Koehler et Cécile Frossard née Koehler.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire :

Demande de certificat d'utilité résultant de la transformation de la demande de brevet déposée le 6 octobre 1981 (art. 20 de la loi du 2 janvier 1968 modifiée et art. 42 du décret du 19 septembre 1979).

La présente invention se rapporte à un jeu individuel de sagacité constitué par un volume symétrique délimité par des surfaces portant des repères d'identification. Des surfaces sécantes décomposent ce volume en
5 éléments. Plusieurs groupes de tels éléments peuvent chacun subir une rotation suivant un axe de symétrie du volume. Certains des éléments appartiennent simultanément à plusieurs groupes. Par ailleurs, des moyens de cohésion sont prévus pour empêcher qu'un élément ne puisse se détacher du volume, même pendant la rotation d'un groupe.
10

Un tel jeu est connu avec un volume ayant la forme d'un cube décomposé en 27 éléments par six plans sécants perpendiculaires aux trois axes de symétrie du cube. Ce jeu est commercialisé sous le nom de Rubik's
15 Cube, et est décrit par exemple dans la Revue "Science et Vie" n° 767, août 1981, pages 116 à 123, ainsi que dans le livre "Réussir le Rubik's Cube" de André WARUSFEL - Denoel 1981.

La reconstitution d'un assemblage ayant par
20 exemple une couleur par face, à partir d'un ordre de départ quelconque, est cependant très difficile, et ne peut se faire pratiquement qu'en suivant des recettes établies par des mathématiciens.

En effet, chaque face comporte 9 repères, il y
25 a 6 faces et on peut effectuer 12 types de rotations différentes les unes des autres.

Le joueur est ainsi découragé par la difficulté de ce jeu qui n'est plus qu'un jeu d'habileté manuelle et de mémoire.

30 La présente invention a pour but principal de révéler un jeu du même type, mais de complexité moindre, de façon que la sagacité d'un joueur compétent puisse se manifester.

Elle a également un but didactique en mettant
35 en oeuvre des éléments volumiques autres que des cubes.

D'autres avantages de la présente invention apparaîtront par la suite, en particulier en ce qui concerne la réalisation du jeu.

L'invention est caractérisée en ce que le volume
5 décomposé en éléments a quatre axes de symétrie, concou-
rant au centre du volume et angulairement équidistants,
et en ce qu'au moins une surface décante coupe chaque axe,
dans sa partie faisant un angle supérieur à 90 degrés avec
10 telle que le volume comprenne un élément tétraédrique régu-
lier central, quatre éléments octaédriques et au moins six
autres éléments tétraédriques.

Suivant une variante de disposition de l'inven-
tion, chaque axe est également coupé par une deuxième sur-
15 face sécante, au-delà de la première surface sécante par
rapport au centre du volume, de façon à ce que le volume
comprenne également quatre éléments tétraédriques, dits
"de sommets", par opposition aux six éléments tétraédri-
que précédents, dits "d'arête".

20 Dans une disposition préférée de l'invention,
les surfaces délimitant le volume sont planes, ainsi que
les surfaces sécantes.

Dans une variante de disposition, les surfaces
extérieures des éléments autres que l'élément tétraédri-
25 que central, constituant les surfaces délimitant le
volume, sont des portions de sphère ayant toutes même
rayon de courbure et ayant pour centre le centre du volume,
de sorte que le volume soit une sphère.

Suivant une réalisation préférée de l'invention,
30 les quatre demi-axes de symétrie coupés par les surfaces
sécantes sont matérialisés par quatre barres cylindriques
réunies au centre du volume et les éléments octaédriques
sont percés suivant l'axe de symétrie du volume et enfilés
chacun sur une barre jusqu'à ce que deux arêtes d'éléments
35 octaédriques voisins puissent être amenées en coïncidence,

en délimitant un volume central occupé par la jonction des quatre barres.

Suivant un détail important de réalisation, la face de chaque élément octaédrique tourné vers le centre du volume est creusée suivant une surface sphérique concave et les six éléments tétraédriques dits "d'arête" comportent chacun, au niveau du milieu d'une première de leurs arêtes, une protubérance délimitée, du côté de l'arête opposée à la première arête, par une surface sphérique convexe dont le rayon de courbure est sensiblement le même que celui de la surface sphérique concave de l'élément octaédrique.

D'autres caractéristiques et dispositions de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés, sur lesquels:

- . la figure 1 représente une vue en perspective d'un volume en forme de tétraèdre, suivant un ensemble de dispositions préférées de l'invention;
- . la figure 2 représente une coupe du volume de la figure 1, suivant une première réalisation;
- . la figure 3 représente une coupe du volume de la figure 1, suivant un autre détail de réalisation;
- . la figure 4 représente en perspective un octaèdre suivant un détail important de l'invention;
- . la figure 5 représente suivant deux vues perpendiculaires un tétraèdre d'arête suivant ce même détail de l'invention;
- . la figure 6 représente un octaèdre suivant la figure 4 sur lequel sont posés 3 tétraèdres suivant la figure 5;
- . la figure 7 représente un volume en forme de tétraèdre de base, dont certains éléments sont en cours de rotation;
- . la figure 8 représente le volume de la figure 1

après avoir supprimé les sommets;

. la figure 9 représente un volume en tétraèdre suivant la figure 1, mais avec des surfaces sécantes sphériques;

5 . la figure 10 représente un volume en forme de sphère;

. la figure 11 représente un autre volume en forme de sphère, avec des éléments supplémentaires.

10 Sur la figure 1, on a représenté en 1 un volume en forme de tétraèdre régulier ayant quatre sommets A-B-C-D. La base ABC est supposée posée sur un plan P.

Sur chaque face 2 délimitant le volume 1, on a tracé deux droites parallèles à chaque côté. Par exemple, sur la face A-B-D on a tracé des droites EG et JK parallèles à AB. De plus, ces droites délimitent sur une hauteur 15 telle que DM des segments égaux ($DN=N-F1=F1-M$). Chaque face se trouve ainsi décomposée en 9 triangles équilatéraux, de côté 3 fois plus petit que ceux du tétraèdre de base. Il y a 3 triangles de sommet et 6 triangles formant 20 une rosace autour d'un point tel que F1. De même, pour la face BCD avec les points G-F2-H-K-L. Les faces ABC et ACD ne sont pas visibles sur la figure 1.

On peut imaginer que les droites ainsi tracées résultent de la décomposition du tétraèdre de base 1 en 25 éléments au moyen de huit plans sécants 3 respectivement deux à deux parallèles à une face, ou perpendiculaires à un axe de symétrie partant d'un sommet. Par exemple, un plan P1 est parallèle à P et passe par les points repérés E-F1-G-F2-H (et F3 non visible) et un plan P2 également 30 parallèle à P passe par les points J-N-K-L. Ces plans P1 et P2 sont perpendiculaires à l'axe de symétrie 4 passant par le sommet D. Les 4 axes de symétrie (non représentés) se rencontrent en un point O (voir figure 2) situé sous le plan P1.

35 On constate que la décomposition du volume 1 en

forme de tétraèdre donne les éléments suivants:

. 1 tétraèdre régulier central 5, n'ayant pas de face visible (voir figure 2);

5 . 6 tétraèdres réguliers, dits "d'arête" 6, ayant chacun 2 faces visibles séparées par une arête située au milieu d'une arête du tétraèdre de base. Les repères 6ab, 6bc, 6cd, 6ad et 6bd sont visibles sur la figure 1;

10 . 4 tétraèdres réguliers, dits "de sommet" 7, situés chacun à un sommet du tétraèdre de base, et ayant chacun 3 faces visibles (repères 7a, 7b, 7c et 7d);

. 4 octaèdres réguliers 8 ayant chacun 3 faces visibles, mais sans arête commune avec le tétraèdre de base (repères 8a, 8b, 8c et 8d).

15 Les faces visibles des éléments portent tous un repère d'identification tel qu'une couleur et au départ, les repères d'une face 2 tels que ABD sont tous les mêmes.

20 Le jeu est agencé pour que l'on puisse faire tourner un groupe d'éléments situés d'un côté d'un plan sécant de façon à ce qu'on retrouve, après une rotation de 60° ou plus, la forme initiale du volume, mais avec une autre combinaison des repères sur les faces 2 du volume.

25 Les octaèdres n'appartiennent qu'à un seul groupe, mais les autres éléments appartiennent à plusieurs groupes, ce qui rend les permutations possibles.

On peut remarquer que chaque tétraèdre "de sommet" 7 est indépendant. En supprimant ces tétraèdres, on réalise un autre jeu, plus simple que le précédent.

30 On va maintenant décrire des agencements permettant de réaliser les différentes rotations tout en maintenant la cohésion des éléments entre eux, de façon à empêcher qu'un élément ne puisse se détacher du volume, même pendant la rotation d'un groupe d'éléments.

35 Sur la figure 2, on a représenté une coupe du tétraèdre 1 de la figure 1 suivant le plan DCM passant

par l'arête DC et perpendiculaire au plan de base P. On retrouve les repères C-D-F1-H-L-M et N de la figure 1. On a ajouté le repère Q, intersection de L-F4 et de H-F1 et le repère R, intersection de C-M et de N-Q.

5 Sur cette figure, on reconnaît les tétraèdres "d'arête" 6ab et 6cd, les tétraèdres "de sommet" 7c et 7d et les octaèdres 8c et 8d. On voit aussi l'axe de symétrie 4c partant du sommet C et l'axe de symétrie 4d partant du sommet D. Ces axes se coupent au point O, centre du volume
10 1. Ce centre est situé dans le tétraèdre central 5.

Selon l'invention, les demi-axes de symétrie coupés par des surfaces sécantes sont matérialisés par des barres cylindriques telles que 9c pour le demi-axe OC et 9d pour le demi-axe OD et les octaèdres correspondants
15 tels que 8c et 8d sont percés suivant l'axe de symétrie correspondant et enfilés chacun sur une barre 9 jusqu'à ce que deux arêtes d'éléments octaédriques voisins puissent être amenées en coïncidence, suivant la ligne passant par le point Q dans le cas de la figure 2.

20 Le volume central 5 est occupé par la jonction 10 des quatre barres 9.

Dans le cas où les tétraèdres "de sommet" font partie du volume 1, on voit sur la figure 2 que ces tétraèdres 7 sont percés partiellement suivant l'axe de symétrie
25 4 correspondant et encliquetés chacun sur l'extrémité de la barre 9 correspondante. Cet encliquetage n'est pas représenté sur la figure 2, mais il peut être réalisé facilement suivant une disposition connue. Par exemple, un anneau élastique fendu peut être fixé sur le tétraèdre 7
30 à l'orifice du trou et la barre 9 peut comporter une rainure où s'engage l'anneau élastique lorsque le tétraèdre 7 est amené en place.

Le volume 1 est ainsi facile à assembler, et ne peut être démonté que par une personne disposant par exem-
35 ple d'un outil adéquat.

Dans l'exemple de réalisation suivant la figure 3, on retrouve les mêmes repères que sur la figure 2, à l'exception des barres 9c et 9d qui sont remplacées par des barres 11c et 11d, constituant un prolongement de chaque octaèdre 8 vers le centre O. De plus, un corps tel qu'une sphère 12, situé au centre du volume 1 présente sur sa surface quatre ouvertures cylindriques dont les axes passent par le centre du volume 1 et sont angulairement équidistantes. Enfin, les extrémités des barres 11 sont susceptibles de s'encliqueter chacune comme dans le cas précédent, dans une ouverture de la sphère 12, avec une liberté de rotation suivant l'axe de la barre 11.

Dans le cas où les tétraèdres "de sommet" 7 font partie du volume 1, on voit sur la figure 3 que chaque tétraèdre 7 comporte un prolongement axial sous forme de barre 13 (13c et 13d sur la figure) dirigé vers le centre O et chaque octaèdre 8 comporte, du côté opposé à son prolongement sous forme de barre 11, une ouverture cylindrique. Enfin, les extrémités des barres 13 sont susceptibles de s'encliqueter chacune dans une ouverture d'un octaèdre 8, avec une liberté de rotation suivant l'axe de la barre 13. Les barres 13 auraient aussi pu traverser les octaèdres et s'emmancher sur la sphère 12 (voir figure 9).

Les moyens décrits ci-dessus permettent d'assurer la cohésion des octaèdres 8 et des tétraèdres "de sommet" 7, mais non celle des tétraèdres "d'arête" 6.

On va maintenant décrire une disposition permettant d'assurer la cohésion de ces tétraèdres 6.

Sur la figure 4, on a représenté en perspective un octaèdre tel que l'octaèdre 8a de la figure 1, avec les repères E-F1 et S qui étaient visibles sur cette figure, ainsi que les repères F3-F4 qui n'étaient pas visibles.

Le trou nécessaire au passage de la barre 9c apparaît en 14. Sur cette figure, on voit que la face F1-F3-F4 tournée vers le centre du volume est creusée

suivant une surface sphérique concave 15 dont le centre est situé sensiblement au centre O du volume 1 et dont le rayon est assez petit pour qu'il ne fasse pas disparaître les points F1-F3-F4, et assez grand pour qu'il intercepte les 3 arêtes reliant les points F1-F3 et F4. On peut
 5 montrer que ce rayon doit être compris entre $\sqrt{2}$ et $\sqrt{6}$ fois le quart de la longueur d'une arête du tétraèdre central 5. De la sorte, lorsque les 4 octaèdres sont assemblés, le volume central 5 est occupé en partie par une sphère.
 10 Sur la figure 5, on a représenté suivant deux vues perpendiculaires un tétraèdre "d'arête" tel que le tétraèdre 6ad portant les repères E-J et F1 visibles sur la figure 1, ainsi que le repère F3.

Sur cette figure 5, on voit qu'au niveau du milieu
 15 de la première arête F1-F3 coïncidant avec les arêtes des deux octaèdres voisins 8a et 8d, on a fait apparaître une protubérance 16 délimitée, du côté de l'arête EJ opposée à la première arête F1-F3, par une surface sphérique convexe 17 dont le rayon de courbure est sensiblement le même que
 20 celui de la surface sphérique concave 15 et dont le centre coïncide sensiblement avec le centre O lorsque le tétraèdre 6ad est dans sa position de retenue.

Les octaèdres et tétraèdres "d'arête" ainsi modifiés sont représentés assemblés sur la figure 6 où l'on
 25 voit un octaèdre 8a sur lequel reposent 3 tétraèdres "d'arête", tels que 6ab, 6ac et 6ad.

On voit que les protubérances 16 passent par les parties entamées des arêtes F1-F3-F4 et que les surfaces convexes 17 des tétraèdres "d'arête" prennent appui sur
 30 la surface concave 15 de l'octaèdre, en empêchant que les tétraèdres "d'arête" ne puissent se détacher du volume 1, même pendant la rotation d'un groupe d'éléments tel que celui de la figure 6, et sans cependant empêcher cette rotation de se produire.

35 On voit également que les protubérances 16

n'occupent pas toute la longueur de la première arête de façon à ne pas se gêner mutuellement.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, visible sur les figures 4-5 et 6, les faces en regard d'octaèdres et de tétraèdres "d'arête" sont équipées d'une manière encastrée, d'aimants permanents 18; 19. Les polarités des faces apparentes des aimants permanents 18 des octaèdres sont les mêmes entre elles et sont opposées à celles des faces apparentes des aimants permanents 19 des tétraèdres. Ces aimants peuvent être cylindriques.

En effectuant une rotation, on doit ainsi séparer des faces en regard d'aimants, tandis que d'autres faces en regard assurent la retenue des éléments.

En dehors d'une fonction de retenue, ces aimants permanents procurent aussi un effet d'encliquetage qui évite qu'un mouvement de rotation ne soit pas complètement terminé. Dans ce cas, en effet, le prochain mouvement pourrait être difficile à exécuter.

Pour faciliter la rotation d'un groupe, les extrémités pointues des tétraèdres et octaèdres peuvent aussi être émoussées et les angles arrondis.

Sur la figure 7, on a représenté un volume 1 en forme de tétraèdre régulier comme celui de la figure 1, avec les mêmes repères des éléments composant ce volume. Cependant, les éléments situés au-dessus du plan sécant P1 ont subi une rotation suivant la flèche U, dont l'amplitude est insuffisante pour reconstituer le volume (environ 30°). On voit que ni les barres, ni les surfaces concaves et convexes des moyens de retenue ne sont visibles sur les faces normalement cachées des éléments, et découvertes par la rotation. Seuls, éventuellement les aimants permanents 18 et 19 sont visibles.

Le volume de la figure 8 résulte de la suppression des tétraèdres "de sommet" 7 d'un volume analogue à celui de la figure 1. De plus, sur cette figure 8, on a

représenté par graphisme les couleurs servant de repères d'identification des faces visibles des éléments. On a supposé qu'il y a eu par exemple deux rotations successives à partir d'une composition ne comportant qu'une couleur par face 2.

L'invention n'est pas limitée à la description qui vient d'être faite, mais elle comprend les dispositions équivalentes si celles-ci rentrent dans le cadre des revendications formulées ci-après.

En particulier, les surfaces sécantes 3 peuvent être sphériques au lieu de planes. Le tétraèdre de base de la figure 1 devient alors par exemple celui de la figure 9 portant les mêmes repères de décomposition des faces. On voit que certains côtés des triangles tels que E-F1-J sont courbes. Mais cette variante n'apporte qu'une modification de l'aspect extérieur du volume, en faisant apparaître la notion de rotule.

On peut aussi envisager que les surfaces extérieures visibles des éléments autres que l'élément tétraédrique central 5, dont l'ensemble délimite le volume 1, ne soient pas planes mais, soient des portions de sphère ayant toutes même rayon de courbure et ayant pour centre le centre O, de sorte que le volume soit une sphère.

Par exemple, sur la figure 10, analogue à la figure 3, on a limité le volume 1 à la sphère 20 passant par les points F1-F2-F3-F4. Les dispositifs de retenue des figures 4 et 5 ont été représentés sur cette figure, ce qui permet d'augmenter le diamètre de la sphère 12. De plus, les barres 13 traversent les octaèdres. Enfin, les surfaces sécantes délimitant les éléments 7 ont été rapprochées du centre O de façon à ce que les éléments 7 participent encore à la constitution de la surface extérieure du volume 1 en forme de sphère. Ces surfaces sécantes peuvent être coniques.

Enfin, dans une réalisation simplifiée, les

barres 13 peuvent être simplement emmanchées dans la sphère 12, sans liberté de rotation.

La composition initiale du volume repéré par des couleurs serait difficile à retenir en mémoire par le joueur, du fait qu'il n'y a plus de face 2. Pour cette raison, les positions respectives des éléments de la sphère peuvent de préférence être repérées par un dessin, tel qu'une mappemonde terrestre.

Il peut également être avantageux de dessiner sur la sphère une marque de fabrique accompagnée d'un slogan publicitaire.

Sur la figure 11, analogue à la figure 2, on a représenté un autre volume sphérique 20, et avec les dispositifs de retenue des figures 4 et 5. Par rapport à la figure 10, le diamètre de la sphère 20 a été augmenté au-delà des points F. Mais au-delà de ces points, on ne peut pas mettre de matière provenant d'un octaèdre ou d'un tétraèdre "d'arête" dans un volume tétraédrique délimité par les trois plans sécants passant par le point F considéré. Par contre dans ce volume, il est possible de loger un tétraèdre dit "de centre" 21. Ce tétraèdre peut être retenu en place par une protubérance 17 comme décrit sur la figure 5, mais avec une liaison entre la protubérance et le tétraèdre par un cylindre de faible diamètre. Les octaèdres voisins doivent être légèrement écartés pour laisser passer cette liaison. La sphère est ainsi découpée en 18 éléments de surface.

Pour tenir compte des variations de forme ainsi envisagées des éléments composant le volume 1, il sera fait par la suite référence à des éléments octaédriques et à des éléments tétraédriques.

On peut remarquer que les quatre demi-axes de symétrie coupés par les plans sécants font entre eux un angle supérieur à 90° , ce qui permet d'avoir des plans sécants ne coupant qu'un seul demi-axe de symétrie. Cet

angle est tel que sa demi-valeur ait pour cosinus $1/\sqrt{3}$.
Les caractéristiques de l'invention résultent donc du
choix d'un volume décomposé ayant 4 axes de symétrie con-
courants angulairement équidistants. Ce choix diminue la
5 complexité du jeu du fait que les mouvements successifs
sont des combinaisons de quatre rotations au lieu de six
pour le cube. Les quatre éléments octaédriques se mettent
facilement en place et il suffit ensuite de permuter des
éléments tétraédriques "d'arête", ce qui peut se faire
10 par un raisonnement logique à la portée d'un joueur pers-
picace.

On voit également que le joueur est obligé
d'abandonner le classique repérage de l'espace par des
axes cartésiens et qu'il est amené à manipuler des objets
15 octaédriques, tétraédriques ou sphériques, ce qui fait
que ce jeu a un intérêt didactique.

REVENDICATIONS

1. Jeu individuel de sagacité constitué par un volume symétrique (1) délimité par des surfaces (2) portant des repères d'identification, des surfaces sécantes (3) décomposant ledit volume (1) en éléments, plusieurs groupes de tels éléments pouvant chacun subir une rotation suivant un axe (4) de symétrie du volume, certains des éléments appartenant simultanément à plusieurs groupes, et des moyens de cohésion étant par ailleurs prévus pour empêcher qu'un élément ne puisse se détacher du volume, même pendant la rotation d'un groupe, de façon à pouvoir modifier la composition des repères d'identification du volume au moyen de rotations successives des différents groupes, caractérisé en ce que le volume décomposé en éléments a quatre axes de symétrie (4) concourant au centre (0) du volume (1) et angulairement équidistants, et en ce qu'au moins une surface sécante (3) coupe chaque axe (4), dans sa partie faisant un angle supérieur à 90 degrés avec les autres axes, à une distance du centre (0) non nulle et telle que le volume (1) comprenne un élément tétraédrique régulier central (5), quatre éléments octaédriques (8) et au moins six autres éléments tétraédriques (6,7).

2. Jeu selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque axe coupé par une première surface sécante (3), est également coupé par une deuxième surface sécante, au-delà de la première par rapport au centre (0) du volume (1), de façon à ce que le volume (1) comprenne également quatre éléments tétraédriques dits "de sommet" (7), par opposition aux six éléments tétraédriques précédents, dits "d'arête" (6).

3. Jeu selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les surfaces sécantes (3) sont planes.

4. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les surfaces (2)

délimitant le volume (1) sont planes.

5 5. Jeu selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les surfaces extérieures des éléments autres que l'élément tétraédrique central (5) sont des portions de sphère (20) ayant toutes même rayon de courbure et ayant pour centre le centre (O), de sorte que le volume (1) soit une sphère.

10 6. Jeu selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rayon de la sphère (20) est supérieur à la distance du centre (O) au point (F) où se coupent trois surfaces sécantes (3) et en ce que le volume comprend également quatre éléments tétraédriques dits "de centre" (21), ayant chacun leur sommet en un point (F).

15 7. Jeu selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'une mappemonde terrestre est dessinée sur la surface de la sphère (20).

8. Jeu selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'une marque de fabrique accompagnée d'un slogan publicitaire est dessinée sur la surface de la sphère 20.

20 9. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les quatre demi-axes coupés par des surfaces sécantes (3) sont matérialisés par quatre barres cylindriques (9) réunies au centre (O) du volume et en ce que les éléments octaédriques (8) sont percés chacun suivant l'axe de symétrie (4) correspondant et sont enfilés chacun sur une barre (9) jusqu'à ce que deux arêtes d'éléments octaédriques (8) voisins puissent être amenés en coïncidence, en délimitant le volume central (5) occupé par la jonction (10) des quatre barres (9).

30 10. Jeu selon la revendication 9, caractérisé en ce que quatre éléments tétraédriques dits "de sommet" (7) sont délimités sur chaque demi-axe par une deuxième surface sécante, sont percés partiellement chacun suivant l'axe de symétrie (4) correspondant et sont encliquetés
35 chacun sur l'extrémité d'une barre (9).

11. Jeu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les quatre demi-axes coupés par des surfaces sécantes (3) sont matérialisés par un prolongement de chaque élément octaédrique (8) sous forme de barre cylindrique (11) dirigée vers le centre (0) du volume, en ce qu'un corps tel qu'une sphère (12) situé au centre (0) du volume présente sur sa surface quatre ouvertures cylindriques dont les axes passent par le centre (0) et sont angulairement équidistants, et en ce que les extrémités des barres (11) sont susceptibles de s'encliqueter chacune dans une ouverture de la sphère (12), avec une liberté de rotation suivant l'axe de la barre (11).

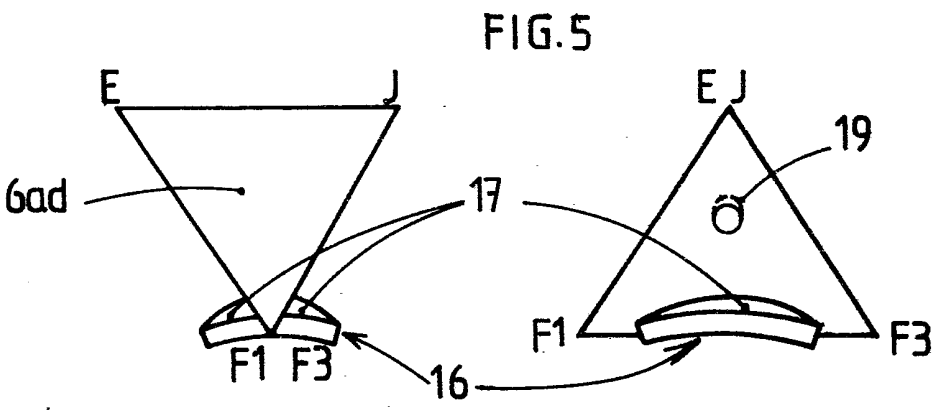
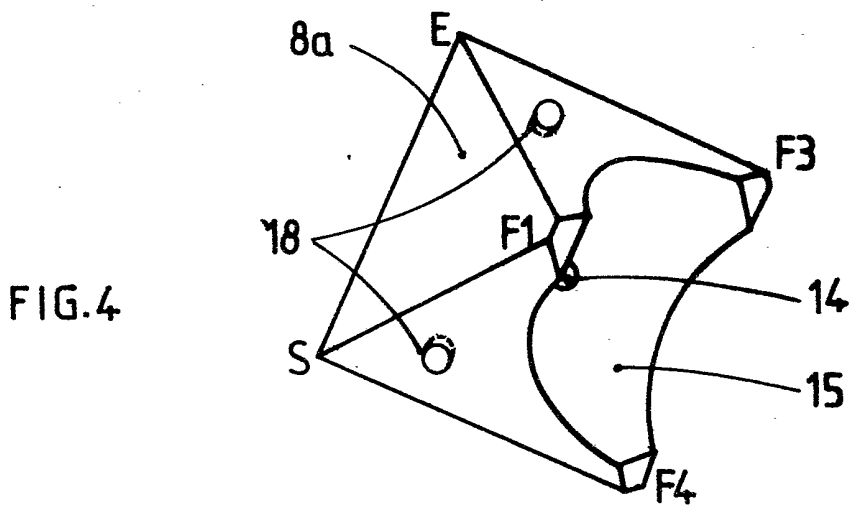
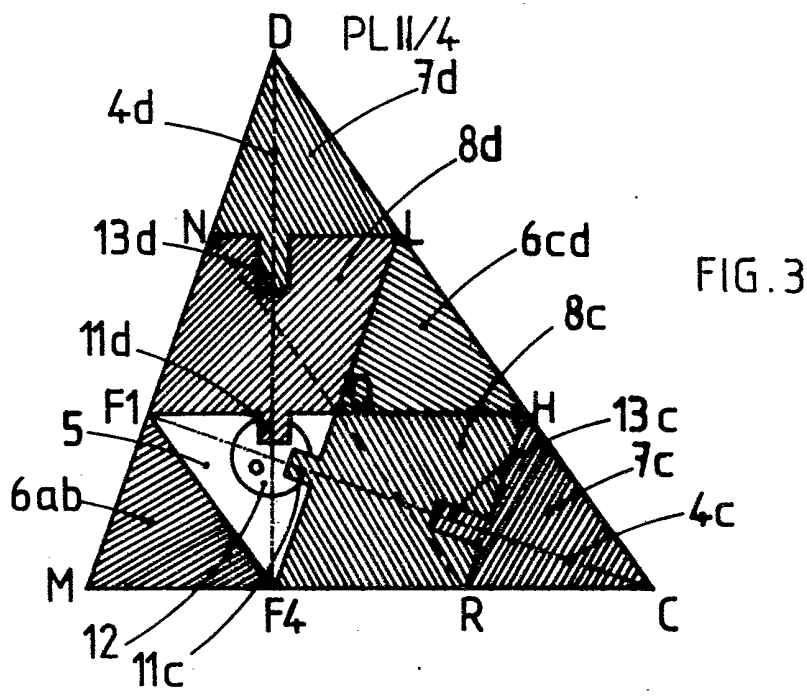
12. Jeu selon la revendication 11, caractérisé en ce que quatre éléments tétraédriques dits "de sommet" (7) sont délimités sur chaque demi-axe par une deuxième surface sécante et comportent chacun un prolongement axial sous forme de barre (13) dirigé vers le centre (0), en ce que chaque élément octaédrique (8) comporte, du côté opposé à son prolongement sous forme de barre (11), une ouverture cylindrique, et en ce que les extrémités des barres (13) sont susceptibles de s'encliqueter chacune dans une ouverture d'un élément octaédrique (8), avec une liberté de rotation suivant l'axe de la barre (13).

13. Jeu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que quatre éléments tétraédriques dits "de sommet" (7) sont délimités sur chaque demi-axe par une deuxième surface sécante et comportent chacun un prolongement axial sous forme de barre (13) dirigée vers le centre (0), en ce que chaque élément octaédrique (8) est percé suivant l'axe de symétrie (4) correspondant et traversé par une barre (13), en ce qu'un corps tel qu'une sphère (12), situé au centre (0) du volume présente sur sa surface quatre ouvertures cylindriques dont les axes passent par le centre (0) et sont angulairement équidistants, et en ce que les extrémités des barres (13) sont

susceptibles de s'emmancher chacune dans une ouverture de la sphère (12).

5 14. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la face de chaque élément octaédrique (8) tournée vers le centre (0) est creusée suivant une surface sphérique concave (15) dont le centre est situé sensiblement au centre (0) et dont le rayon est compris entre $\sqrt{2}$ et $\sqrt{6}$ fois le quart de la longueur d'une arête de l'élément tétraédrique central (5) et en ce que les six éléments tétraédriques dits "d'arête" 10 (6) comportent chacun, au niveau du milieu d'une première de leurs arêtes, coïncidant avec les arêtes de deux éléments octaédriques voisins, une protubérance (16) délimitée, du côté de l'arête opposée à la première arête, par 15 une surface sphérique convexe (17) dont le rayon de courbure est sensiblement le même que celui de la surface sphérique concave (15) et dont le centre coïncide sensiblement avec le centre (0) lorsque ledit élément tétraédrique (6) est dans sa position de retenue.

20 15. Jeu selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les faces en regard d'éléments octaédriques et tétraédriques sont équipés, d'une manière encastrée, d'aimants permanents (18,19) disposés en vis-à-vis, et en ce que les polarités des 25 faces apparentes des aimants permanents (18) des éléments octaédriques sont les mêmes et sont opposées à celles des faces apparentes des aimants permanents (19) des éléments tétraédriques.



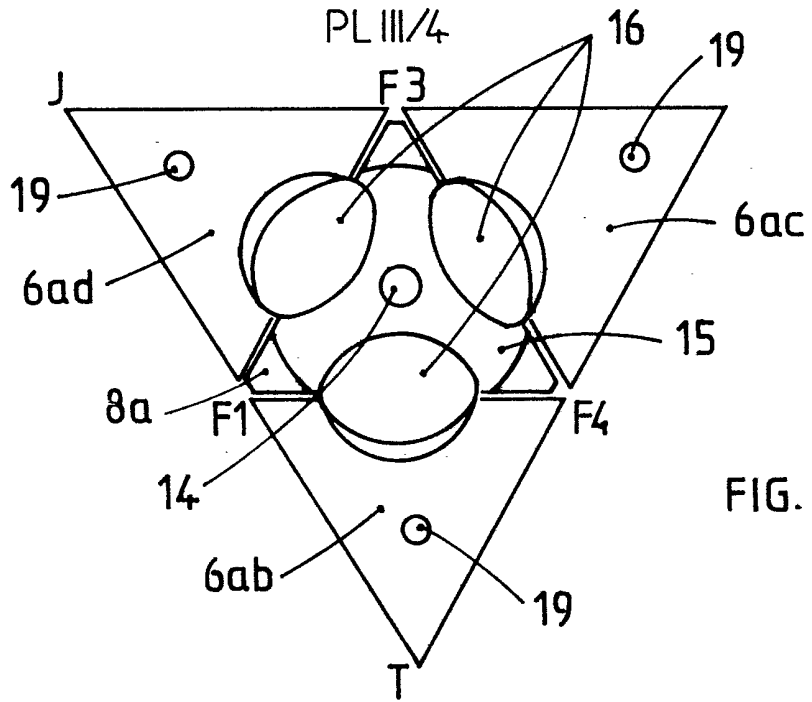


FIG. 6

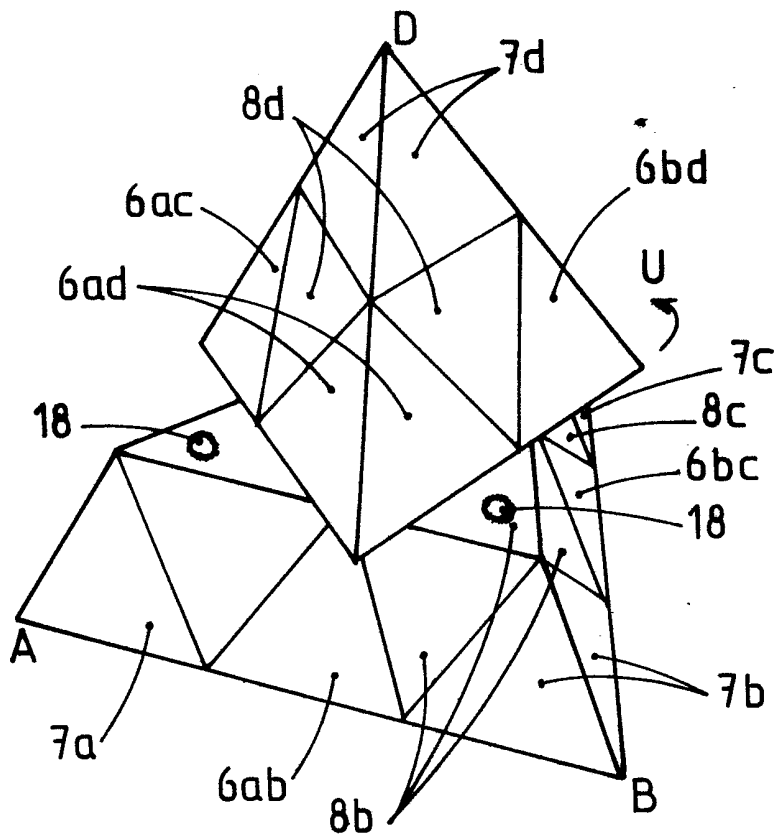


FIG 7

PL IV/4

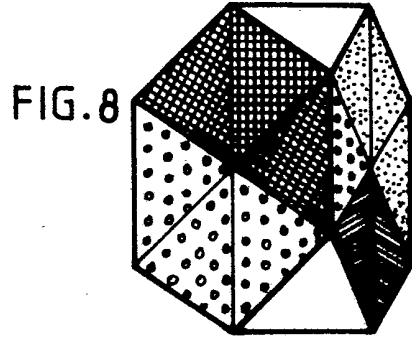
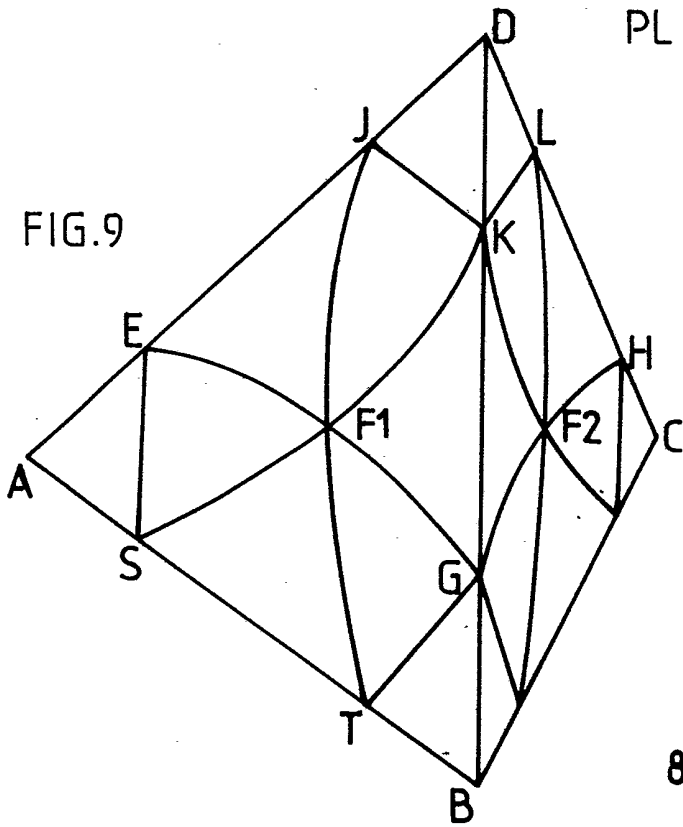


FIG. 10

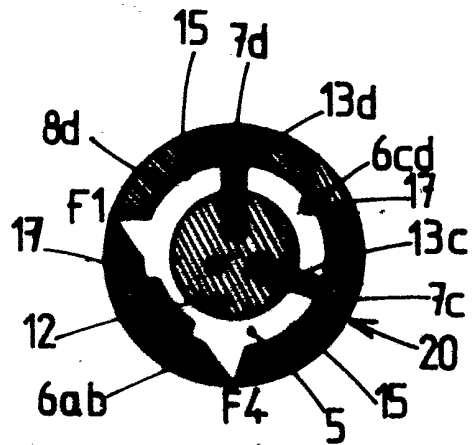


FIG. 11

