

# JOURNÉES NATIONALES A.P.M.E.P. GÉRARDMER 3-6 novembre 1999

## Atelier JA10 PERCEPTION VISUELLE, PSYCHOLOGIE COGNITIVE ET MATHÉMATIQUES Marie-Pascale AUBERT



© Imagerie d'Épinal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Autorisation de reproduction donnée le 04/01/2000 par le président du Conseil d'administration de l'Imagerie d'Épinal.

Qui n'a, un jour, entendu parlé de la plaisanterie des "gavroches" de la fin du siècle dernier ou du début de celui-ci consistant à feindre de héler le passant, sur les trottoirs parisiens, par un hé hé é... pinal dans les Vosges ? Donc quoi de plus normal, apprenant que le congrès de l'A.P.M.E.P. se tiendrait dans les Vosges, que de penser Épinal et bien sûr imagerie ? Et confronté(e) aux souvenirs d'enfance de ces images-devinettes, d'origine vosgienne, qu'il fallait tourner et retourner dans tous les sens, comment ne pas penser à des questions de perception ?

Qui sait si ces entraînements ludiques ne sont pas dans une certaine part à l'origine d'un goût pour la recherche de solution pour des problèmes de mathématiques ? En tout état de cause, il est sûr que les capacités perceptives jouent un rôle, comme pour tout, dans l'approche des mathématiques. D'où la proposition de cet atelier : "Perception visuelle, psychologie cognitive et mathématiques".

Il eût fallu, pour mener la tâche à bien, monopoliser tout le temps du congrès, et encore nous nous serions trouvés à court de temps. Ce qui suit devrait permettre d'aller un tout petit peu plus loin que la brève et partielle entrevue qui fut notre lot en une très petite heure et demie ...

Nous autres enseignants de mathématiques, comme la plupart des enseignants de tous poils (entendre toutes disciplines), sommes en général dans la situation difficile de transmettre un savoir à des individus et ce dans une situation de relation collective. Nous ne connaissons en général pas grand chose, pour ne pas dire rien, de la façon dont fonctionne un individu par rapport au savoir, et pas plus des relations entre savoir, individu, société ... Nous ne pouvons pas nous offrir le luxe, sous prétexte d'enseignement, après avoir usé une partie de nos énergies en fac de Sciences, d'ajouter à nos scores le passage, pendant quelques années supplémentaires, sur les bancs d'une fac de "Psycho-socio" ou de "Sciences de l'éducation". Cependant quelques connaissances dans ces domaines ne pourraient que nous être favorables et nous en verrions les fruits chez nos élèves.

La communication est déjà un problème crucial, et nous devons au delà de cette question mal résolue, tenter de faire se construire un savoir ou des savoirs (ce qui dépasse la transmission, et ne peut ou ne doit être une "expédition"...) par des êtres que nous ne connaissons pas. Nous sommes loin de "l'Émile". S'il était des nôtres, aujourd'hui, "Jean-Jacques" devrait revoir sa copie ...

Enfin, voilà quelques bons (ou mauvais) prétextes au choix du sujet de l'atelier.

Tout ce qui suit n'a rien de novateur. C'est une partie d'un cours que je dispensais à des étudiants de maîtrise de mathématiques, inscrits à une unité intitulée "Enseignement des mathématiques" et préparant, par ailleurs, le CAPES. Ceci se passait avant la création des I.U.F.M., il y a déjà quelques années ! Restent quelques photocopiés incomplets de l'époque ... L'une de mes sources, pour l'introduction à la psychologie, était l'ouvrage de Peter Lindsay et Donald Norman : "Traitement de l'information et comportement humain" [1].

Ceux qui n'ont pu participer à l'atelier auront avantage, pour toutes les illustrations et les expériences concernant la perception visuelle à se référer à cet ouvrage.

### **Perception et concept, des notions qui font bon ménage ...**

Les mécanismes qui entrent en jeu, dans la perception humaine, mettent en évidence l'existence de *traitements dirigés par données* mais aussi de *traitements dirigés par concepts*.

Il nous faut prendre conscience que **nous percevons mieux ce qui a une signification pour nous**. Nous pouvons en faire l'expérience, très facilement. Il nous suffit de considérer les trois groupes de lettres qui suivent : "SCNDLXEAAU" puis "SNDEACUAXL" et enfin "SCANDALEUX". Qu'avons nous perçu et retenu, le plus simplement, le plus rapidement, sans effort?

La compréhension des phénomènes de perception est aidée par les cas d'anomalie de la perception et par le montage de certains dispositifs conçus pour aider à la vérification d'hypothèses. C'est ainsi que l'expérience "d'arrêts d'images", utilisant des miroirs suivant les mouvements de l'œil, permet de mettre en évidence que les images disparaissent par **segments interprétatifs** et non de façon continue.

Nos perceptions peuvent ne correspondre à **aucun objet d'existence réelle**. Comme pour l'effet consécutif qui consiste à regarder un objet rouge réel, puis à voir ensuite une image identique de couleur verte, en regardant ailleurs.

### **... avec les yeux ...**

Certains phénomènes perceptifs nous donnent des renseignements sur les modes de traitement qui sont les nôtres.

Ils se manifestent, comme par exemple, à l'utilisation de :

- **dégradation d'images** : le fait de connaître ce que représente une image dégradée semble accélérer le processus d'interprétation. Difficile une fois la reconnaissance effectuée de revenir à des interprétations transitoires ou différentes. On en conclut que la conceptualisation aide la perception.

- **formes incompatibles** : existence de plusieurs interprétations possibles d'un même graphisme, comme pour les images-devinettes d'Épinal ou le tableau de Salvador Dali dont le titre est "Marché aux esclaves avec buste de Voltaire qui disparaît". On ressent une difficulté d'interprétation, une gêne au niveau visuel.

- **formes dépourvues de sens** : interprétation en tant qu'unité de groupes présentant certaines caractéristiques. Des mécanismes d'organisation se mettent en marche et il est impossible ou très difficile d'empêcher l'organisation de l'information qui se révèle d'ailleurs instable faute d'une organisation conceptuelle possible (formes changeantes de triangles, de tubes...). On pourra s'en convaincre en regardant certains papiers peints ou des tableaux d'art moderne (Vasarely, Morellet).

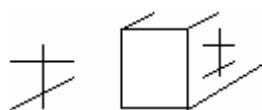
- **illusion** : expérience de la feuille de papier blanche pliée en deux. Prenez une feuille blanche de format A4, pliez-la en deux et posez-la sur une table comme une tente de camping. Fermez un œil et de l'autre fixez le centre de la pliure. Il existe deux organisations différentes de la perception, l'une horizontale et l'autre verticale (cette dernière est due à la "parallaxe de mouvement"). Si vous bougez légèrement la tête de droite à gauche et de gauche à droite, lors de la perception verticale, vous verrez la feuille se déformer (bien que cette dernière soit immobile). On peut aussi voir, sur un damier composé de petits carreaux noirs non jointifs et décalés, apparaître des lignes diagonales qui n'existent pas (Lignes de Springer). Penser aussi aux hologrammes de toutes sortes.



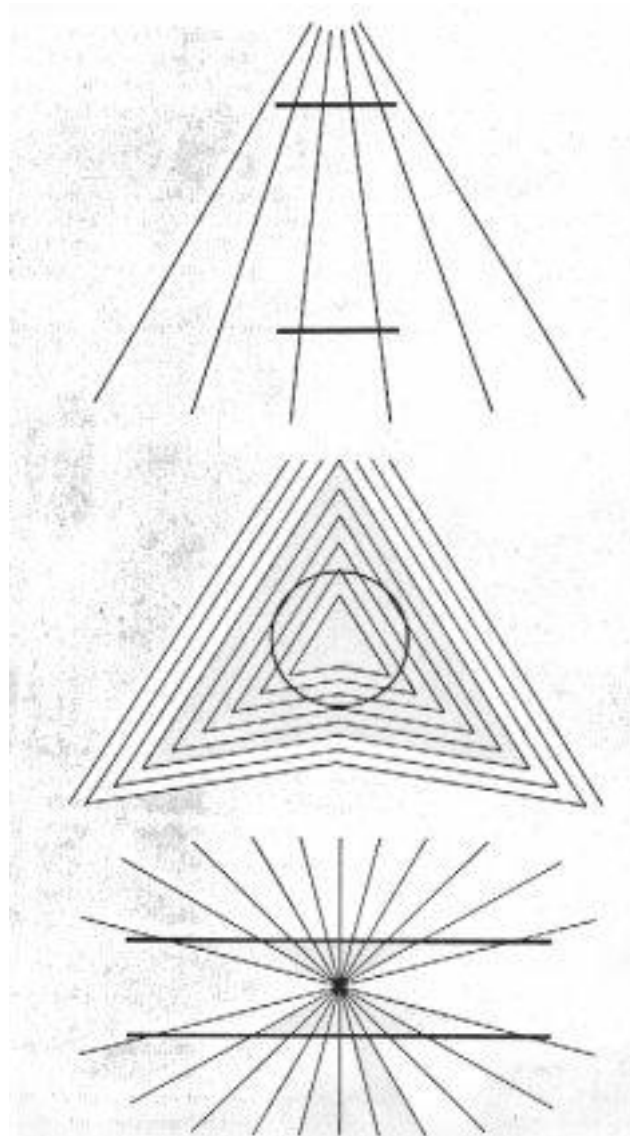
**... dans l'espace ...**

Notons, encore, que les **perceptions sensorielles** sont interprétées selon certaines règles liées à la perception que nous avons de l'espace. Notre interprétation est tridimensionnelle. Nous pouvons en faire l'expérience avec :

- les formes impossibles (comme l'escalier fermé sur lui-même qui "monte" toujours)
- l'impression de profondeur de certains graphismes réalisés dans le plan
- la convergence identique de deux lignes, correspondant à un parallélisme joint à la distance, pour un cas de convergence apparente (route qui "s'éloigne), ou correspondant à un volume pour un cas de convergence réelle (cf. tableau de Magritte : "les promenades d'Euclide")
- un graphe interprété dans le plan ou sur un côté de cube (où est l'angle droit ?)



- l'utilisation d'un contexte variable (cas des trois bidons, avec graphismes interprétés comme des pièces carrelées différemment ou sans décor contextuel, voir à la fin)
- les figures de Luckiesh (1965) [2] : sensations erronées concernant des mesures de segments (égaux), la rotondité d'un cercle, le parallélisme de droites. Pour se convaincre de l'erreur, il suffit de passer au blanco les lignes concourantes sur les trois figures :



Ceci conduit à la **preuve de la nécessité de démontrer** les propriétés conjecturées, notamment en géométrie, d'argumenter sans se fier à ce que l'on voit, sans invoquer l'évidence visuelle. Au moins dans certains cas.

**... mais aussi avec les oreilles ...**

Pour ce qui est de la perception auditive, nous avons tous fait, un jour ou l'autre, l'expérience que l'on peut appeler "figure-fond", qui consiste à extraire une conversation parmi d'autres, dans le brouhaha d'un restaurant, d'une assemblée, et au

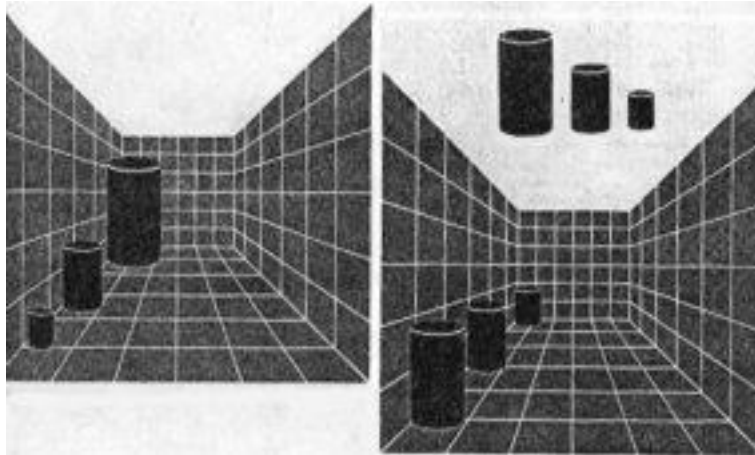
passage d'une conversation à une autre... Nous retrouvons ce même phénomène avec l'écoute en musique du thème aigu ou du thème grave (figure ou accompagnement), ou passage de l'un à l'autre. Ainsi de l'écoute d'une chorale avec les différentes voix. On s'aperçoit suivre les basses, les ténors, les soprani, les alti ou alternativement certains d'entre eux... Il est difficile d'être attentif à toutes les notes quelles qu'elles soient...

De ce fait, nous constatons, aussi, que pour la perception auditive il nous faut penser **interprétation dirigée par concepts** et pas seulement par données.

De plus, l'analyse des sons par "phonèmes" se révèle insuffisante. En effet, pensons à la transcription de "ilsem". Faut-il écrire "ils sèment", "il sème" ou "ils s'aiment"? L'interprétation adéquate viendra du contexte !

### **... à l'aide du contexte ...**

Une chose est sûre, le système perceptif humain est supérieur à tout système électronique de reconnaissance inventé, grâce à la capacité d'utilisation du contexte (reconstitution d'un mot endommagé seul, ou de toute une phrase). Voir ci-dessous



l'illustration des "bidons".

Nous pouvons nous livrer à quelques exercices qui nous apportent des informations en ce sens :

- exercices de lecture (le langage est redondant et nous donne plus d'informations que nécessaire) :

- "AIXSI XOUX POXVOXS RXMPXACXR CXAQXE TXOIXIEXE LXTTXE PXR UX X, EX VOXS VXUS XN TXREX ASXEZ XIEX. LE CHSE DEIENET U PE PLS DFFCIES ORQU NOS SPPIMNS AREMNT ES ETRE."
- "OMETTRE BEAUCOUP MOTS REND TEXTE PLUS COURT. VOUS AVEZ PAS DIFFICULTÉ COMPRENDRE."

- exercices d'attention et de sélection : écoute d'une conversation parmi d'autres.

### **... et de la mémoire ...**

On distingue, en principe, trois systèmes différents de mémoire : le registre d'information sensoriel (R.I.S.), la mémoire à court terme (M.C.T.), la mémoire à long terme (M.L.T.).

Quelques expériences nous montrent que R.I.S. et M.C.T. sont transitoires. Ainsi en est-il de tapoter un bras, fermer les yeux et les rouvrir très vite, faire claquer ses doigts (R.I.S), regarder trois lettres, puis compter à rebours, de trois en trois, à partir de 500 ou plus, pendant quelques secondes (M.C.T.) ...

Nous pouvons constater que l'**oubli** n'est pas que fonction du temps mais qu'il est aussi dépendant des phénomènes d'**interférence**. Ce qui pourrait expliquer bien des comportements d'élèves pour lesquels le diagnostic "manque de travail" est alors tout à fait inadapté ...

\*expérience d'interférence : *regardez durant trois ou quatre secondes* la liste des six mots suivants

bée chez nez dé fée quai

puis cachez-les et sur une feuille annexe

**écrivez**

ai hué ré sué thé yé-yé que vous lirez six ou sept fois à haute voix, sans vous presser. Vous essaieriez ensuite de restituer la première liste. Les statistiques réalisées au sujet de cette expérience mettent en évidence des erreurs portant principalement sur les premiers items de la première liste.

Si vous n'avez pas caché la première liste assez vite, il ne vous reste plus qu'à recommencer avec l'aide d'un proche auquel vous demanderez la construction de deux listes construites sur le même principe.

### **... pour le long terme ...**

On éprouve la mémoire à long terme de différentes façons, à l'aide de tests de rappel ou de tests de reconnaissance. On constate que les processus d'intégration se font soit de façon naturelle soit par effort volontaire. Dans ce second cas, nous avons recours à l'autorépétition de maintien, ou à une *organisation des données*...

La tentative de rappel du vécu d'une journée s'effectue, en général, facilement et naturellement; se rappeler ce que nous avons mangé au dernier repas ne présente pas de difficulté, il n'en est pas de même pour un repas pris il y a un mois, s'il n'est pas lié à un événement exceptionnel.

Dans certaines expériences, il est demandé de retenir des items, puis de se rappeler la liste apprise (test de rappel) ou de reconnaître si un mot appris appartient ou non à une liste (test de reconnaissance). L'apprentissage de listes par un nombre suffisamment important de personnes a permis d'établir des résultats statistiques et des courbes. Ainsi la courbe de position sérielle de Murdock (1962) renseigne sur le pourcentage de rappel de mots en fonction de leur position dans la liste de présentation. **Les premiers mots sont mieux retenus, dans la M.L.T., par contre dans la M.C.T. ce sont les derniers. Une tâche d'interférence**, comme compter à rebours, de trois en trois, à partir d'un nombre à trois chiffres, **efface les derniers** chiffres mémorisés mais pas les premiers...

Notons que mémoire et attention sont liées. Des expériences empêchant l'attention mettent en évidence l'existence d'un stockage en mémoire à court terme mais d'aucune rétention à long terme.

La nécessité *d'organisation*, pour le classement des livres d'une très grande bibliothèque, donne une idée de celle de la mémoire humaine.

On a pensé que la durée d'autorépétition était le principal facteur de l'intégration en mémoire à long terme, mais ce n'est pas le cas, car l'autorépétition de maintien, efficace pour une conservation en M.C.T., n'établit pas les liens nécessaires pour l'organisation en M.L.T. L'essentiel consiste en un *traitement du matériel*. Les opérations effectuées sur le matériel à apprendre déterminent *l'efficacité* du recouvrement ultérieur.

Nous pouvons encore recourir à une nouvelle expérimentation : apprendre la liste "pain, beurre, œufs, salami, maïs, laitue, savon, confiture, thé, poulet".

L'autorépétition de maintien est inefficace, par contre il y a **remémoration si des liens ou des relations ont eu lieu** entre les items, consciemment ou non !

La formation d'images mentales est très importante.

Pour s'en convaincre on peut changer les dits mots précédents par ceux d'une langue inconnue pour nous.

Demandez une liste à une personne étrangère dont vous ne connaissez pas la langue et essayez. Ou bien testez celle de Lindsay et Norman : banh, dân, cô, nhà, thuyên, bièn, càc, không, ngh, tèt...

### **... avec l'aide de méthodes mnémoniques ...**

Nous en arrivons au point où il faut nous interroger quant à nos pratiques. Quelles sont nos méthodes mnémoniques ? Les connaissons-nous ? Comment avons nous retenu la liste précédente ?

De la connaissance de nos méthodes jusqu'alors inconscientes, de leur analyse, de leur maximisation, de l'apport de méthodes complémentaires dépendent nos progrès et ceux de nos élèves.

D'autre part, nous stockons, involontairement, le souvenir d'événements désagréables qui peuvent nous gêner. Alors comment supprimer la mémorisation involontaire et comment **augmenter les performances** de la mémorisation volontaire ?

Nous avons quelques réponses, à notre disposition, avec les mnémoniques. Il s'agit de méthodes largement utilisées :

- **méthode des lieux**. A l'aide du trajet habituel entre notre domicile et notre lieu de travail, par exemple, nous avons à établir une correspondance entre ce que nous avons à mémoriser et des lieux-cibles précis.

- **méthode des associations**. Toute création d'associations pouvant constituer une histoire. Un exemple est celui, bien connu, de "mais, où, et, donc, or, ni, car".

- **méthode des mots-clés**. Il s'agit de faire correspondre chiffres ou nombres avec lettres ou mots. On trouve cela avec certaines comptines chantées aux enfants, utilisant les rimes. Essayons avec, par exemple : un est un pain, deux est du feu, trois est une croix, ... jusqu'à dix.

C'est dans ce cadre que rentre l'alphabet nombre-consonne utilisé à partir du dix-septième siècle dans toutes les méthodes mnémoniques secrètes.

Nous avons intérêt à essayer de caractériser au mieux le fonctionnement de notre mémoire et à inciter nos élèves à faire de même. Si nécessaire, il faudra engager un processus d'amélioration. Nous en parlerons à Nice ...



**... sans oublier la nécessaire attention.**

Nous avons déjà évoqué le fait que mémoire et attention étaient fortement liées. Ceci se montre à l'aide d'expériences où des activités de mémorisation sont demandées alors que l'attention est empêchée.

De plus, l'attention est sélective. Le fait de suivre une conversation empêche de suivre les autres. Nous allons procéder à deux exercices de sélection.

*Lire dans les deux textes suivants ce qui est tapé en caractères standard.*

Texte 1 : "En faisant une expérience comme celle-ci sur *homme* l'attention *auto* il *maison* est *garçon* d'une *chapeau* importance *soulier* capitale *bonbon* que *vache* le *vieux* texte *cheval* fourni *arbre* au *plume* sujet *téléphone* dans *livre* l'exécution *chaud* de *ruban* sa *épingle* tâche *agréable* pertinente *ressort* soit *ciel* cohérent *homme* et *auto* grammaticalement *maison* acceptable *garçon* mais *chapeau* sans *soulier* être *bonbon* d'une *cheval* facilité *arbre* telle *plume* qu'une *téléphone* attention *vache* complète *livre* ne *vieux* soit *chaud* requise *ruban* pour *épingle* le *ressort* lire *agréable* ni trop difficile."

Texte 2 : "Il est important que le sujet *homme* soit *auto* poussé *maison* légèrement *garçon* au delà *chapeau* de *soulier* ses *bonbons* limites *cheval* normales *arbres* de *plume* compétence *être* car *téléphone* c'est *vache* la *livre* seule façon *chaud* de *ruban* s'assurer *épingle* qu'il *ressort* porte *morceaux* attention *avec* à *sa* la *dents* tâche *dans* pertinente et *vue* une *vide* attention *air* minimale *chapeau* à *soulier* la *bonbon* seconde tâche dite périphérique ou non pertinente."

Remarquez ce qui s'est passé. La majorité des gens se mettent à lire de façon à s'attacher au sens du texte et, de ce fait, ne suivent pas la consigne donnée. Proposez ces exercices autour de vous et faites les comptes !

**Nous effectuons une sélection afin d'obtenir un message pertinent.** Notre attention a tendance à dévier vers les mots qui concordent avec le contexte.

Sans revenir en arrière, pour le premier : qu'avez-vous remarqué concernant les mots non pertinents? Vous rappelez-vous certains d'entre eux? Avez-vous remarqué que chacun des mots apparaissaient deux fois? Peut-être pas?

Que pensez-vous de cela?

Notre attention a tendance à dévier vers les mots qui concordent avec le contexte.

Reste à parler des tâches de filature, nous donnerons comme seul exemple, celui qui consiste à faire passer des messages à l'aide d'un casque à l'une des deux oreilles alternativement ou aux deux simultanément. Lors de cette expérience, une tâche de filature de ce qui arrive à l'oreille gauche ou à l'oreille droite est demandé. Plusieurs constatations sont faites. Tout se passe, presque, comme si un commutateur coupait l'accès à la conscience de ce qui n'est pas filé, de ce à quoi il n'est pas porté attention. En effet, il y a possibilité de se rappeler de la présence ou de l'absence d'une voix, de dire si une voix avait un timbre masculin ou féminin, de se rappeler des sons spéciaux comme un coup de sifflet, du côté où les sons n'étaient pas filés. Mais il n'est pas possible de se souvenir du contenu du message, voire de la langue dans laquelle il est émis ou encore de dire si la langue a changé en cours d'expérimentation, de distinguer

ce qui est sans signification. Il peut y avoir quelques variantes selon les expériences, mais ce qui se dégage, de façon générale, c'est l'oubli de ce qui est présenté à l'oreille qui n'est pas liée à l'attention, dans l'audition double.

*En conclusion, nous pouvons penser que perception, mémoire et attention sont des facultés qui fonctionnent non seulement par traitement de données mais surtout par traitement de concepts.*

De ce fait il découle que ces **trois fonctions** ne peuvent opérer qu'avec les notions d'organisation et de concept, on pourrait dire : autour de ce qui a du sens.

Toutes les expériences concernant la perception pourraient nous rendre frileux par rapport à ce qui a le statut de figure et nous pourrions retomber dans le travers qui a fait de l'illustration et des dessins, voire des figures, des objets bannis de certains ouvrages de mathématiques... Il serait dommageable que notre devise devienne : "En mathématiques, une figure ne prouve rien, donc éliminons toute figure !". Ce n'est pas parce qu'on peut se casser une jambe en faisant de la "glisse", qu'il faut supprimer les sports d'hiver ...

Méfions-nous des sens, de ce que nous percevons, peut-être, mais à bon escient. Il s'agit de connaître la nature des illusions qui peuvent être les nôtres et de s'en prémunir. Une fois avertis, nous saurons mieux utiliser nos sens et notre intuition comme aide à des raisonnements formels irréprochables (ce qui fait bien souvent loi).

Nous sommes loin d'avoir épuisé le sujet de notre atelier. Des bases sont jetées pour aller plus avant dans le domaine de la cognition. Il nous faudra poursuivre et pas sans parler du jeu des preuves sans mots ... !

## **Bibliographie**

[1] Peter LINDSAY et Donald NORMAND "Traitement de l'information et comportement humain"

Editions Etudes Vivantes Canada 1980

[2] M. LUCKIESH "Visual illusions" Dover Publications 1965

[3] J-F RICHARD "Les activités mentales" Armand Colin 1990

[4] J. ROBINSON "The psychology of visual illusions" Hutchinson Londres 1972

[5] J-J MATRAS "Le son" Collection Que sais-je ?, P.U.F. 1977