

EVALUATION DIAGNOSTIQUE POUR ASH ET AIDE INDIVIDUELLE

François BOULE

Maître de conférences retraité

INSHEA Suresnes

francois.boule@neuf.fr

Résumé

Les épreuves d'évaluation sont généralement établies selon des normes propices à la sommation ; elles neutralisent un grand nombre d'éléments significatifs concernant les difficultés rencontrées. Le but ici recherché est **complémentaire** : non pas un bilan de connaissances ou de savoir faire mathématiques mais un repérage des obstacles liés *aux moyens d'apprendre* : construction de l'espace, logique, mémoire, attention. Il s'agit donc d'une approche dirigée vers les fonctions cognitives du sujet, à partir de son comportement, de ses actions, de son langage en vue de construire une aide adaptée. L'atelier propose à la discussion un ensemble d'items visant à repérer et interpréter les obstacles que peut rencontrer un enfant à un moment donné.

I - LES ÉPREUVES D'ÉVALUATION

Les épreuves d'évaluation, à l'école, tendent à prendre une importance que l'on peut trouver excessive quant à leur prescription et l'usage qui en est fait. C'est pourquoi il semble opportun d'interroger d'abord leurs objectifs et leurs modalités.

1 Fonctions

Il y a trois sortes d'utilisation de l'évaluation, dont devraient découler les modalités de l'épreuve.

- L'une des exploitations possible est **longitudinale**. C'est le cas des évaluations nationales depuis 1989. Comment évolue la population scolaire ? On a pu lire dans un rapport de la DEP : *"en mathématiques, les performances globales des élèves ont augmenté d'environ 3% entre 1991 et 1992, en particulier dans les domaines de la numération, du sens des opérations, de la résolution de problèmes."*

L'interprétation de ce résultat prête à discussion. Si la représentativité de l'échantillon n'est guère susceptible d'être mise en doute, il en est autrement de la signification du taux de réussite. Comment être assuré que l'épreuve est d'une égale difficulté, qu'elle a une égale signification par rapport au champ visé, que la population est placée dans les mêmes conditions d'une année à l'autre ? S'il s'agit de la même épreuve, les deux premières questions ne se posent pas, mais une réponse négative à la troisième s'impose : on ne peut exclure l'hypothèse d'une préparation plus ou moins explicite ; si l'épreuve est *assez différente* de la précédente pour ne pas avoir donné lieu à une préparation qui la rende insignifiante, comment être assuré qu'elle évalue *la même chose*, avec une précision telle qu'une variation de score de 3% ait un sens ?

Des conclusions "longitudinales" sont à émettre avec d'extrêmes précautions.

- Une autre exploitation est **transversale**. On le voit dans les commentaires de l'enquête PISA : comparaison d'un groupe à un autre, ou bien d'un groupe à l'état des lieux national, ou d'un pays à un autre. On voit sans peine les problèmes déontologiques que le premier usage ne manquerait pas de soulever. Selon un rapport 2009 de l'OCDE, le taux des élèves en *très grande difficulté de calcul* est très faible (<4%) dans 11 pays sur les 65 pays de l'étude, faible (de 4 à 7%) dans 14 pays. La France (9,5%) serait au 21° rang des pays européens (sur 25), au 36° rang des pays de l'OCDE (à égalité avec la Russie,

juste devant l'Azerbaïdjan, Dubaï, la Croatie...).

C'est pourquoi l'évaluation nationale **était** clairement tournée vers le second usage ; il s'agit d'abord de donner aux enseignants un moyen de situer leur classe, en début d'année, par rapport à la moyenne nationale, et de les inviter ainsi à adapter à cette classe leurs objectifs et leurs méthodes.

- Enfin, il peut s'agir d'une interprétation individuelle.

Il ne s'agit plus d'une exploitation **statistique** des résultats ; dans ce cas le dépouillement d'un item par VRAI/FAUX se révèle très insuffisant, et la cumulation de points obtenus dans des domaines différents est faiblement interprétable : il n'y a pas compensation d'un domaine à l'autre. Au moins doit-on imaginer un dépouillement selon plusieurs échelles, par exemple : numération, calcul, logique, problèmes, géométrie, mesure. En revanche l'analyse des **erreurs** prend toute son importance. Cette finalité implique également que soit mises au clair la fonction de chaque item et son interprétation. Mais il y a encore une distinction à faire, selon qu'il s'agit de dresser un **bilan** (en fin de cycle par exemple), relativement à un champ de compétence donné, ou bien une **évaluation diagnostique** préliminaire à la définition d'une aide. S'agissant d'une *orientation* de l'enfant, de la détermination d'une *aide*, ou d'une *prédiction* d'évolution individuelle, il est essentiel d'élucider la contribution de chaque item.

C'est ici l'objet qui va nous occuper.

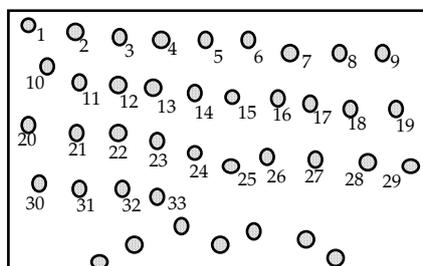
2 Modalité de l'épreuve

Nous examinons ici quelques exemples d'épreuves en essayant de déterminer ce qu'elles permettent ou non d'élucider quant aux compétences mathématiques de l'enfant.

2.1. Exemples du dénombrement et du calcul

Exemple cité par J. Briand, IUFM & LADIST, Bordeaux

La question est posée à un enfant, à l'école maternelle, d'énumérer les objets qui sont représentés sur la feuille. L'enfant commence oralement l'énumération comme il est indiqué ci-dessous, puis s'interrompt.



L'analyse de cette démarche doit commencer par celle de la tâche : de quoi se compose une tâche d'énumération ? Elle comporte une composante numérique (connaissance de la suite ordonnée des *noms de nombres*) mais aussi une composante spatiale : choisir un "chemin" exhaustif parmi les objets, ainsi qu'un lien entre les deux (pour chaque objet successivement désigné, énoncer un mot de la liste numérique). Le processus peut s'interrompre pour plusieurs raisons :

- numérique : la disponibilité de la liste est insuffisante,
- spatiale : le "chemin" est interrompu ou incertain
- la correspondance mot-objet n'est pas assurée
- l'arrêt n'est pas opéré sur le "dernier" objet
- l'enfant est capable d'accomplir **chacune** des tâches précédentes, mais non de les assurer **ensemble**

(On reconnaît l'interprétation de R. Gellman).

Cet exemple montre que l'on ne peut conclure avec assurance à une difficulté d'ordre numérique, et qu'il faut probablement sonder d'autres compétences, par exemple liées à la continuité d'un chemin, la correspondance terme à terme, l'organisation du plan...

Exemple 2 : voici quelques résultats d'enfants de Sixième de SEGPA à des opérations proposées par écrit, en ligne, à calculer sans poser l'opération.

23+5	40+11	31+9	33+19
73	50	12	412

résultats de Pie

70-19	50-37	19 × 3	2×5×3
69	27	32	13

résultats de Bou

Que peuvent révéler ces résultats sur les capacités de calcul des deux enfants, et par conséquent sur les *remédiations* à entreprendre ? Il ne suffit évidemment pas d'évaluer ces résultats en terme VRAI/FAUX. Quelques résultats se laissent aisément interpréter : « 23+5 = 73 » et « 33+19 = 412 » procèdent tous deux d'un traitement *en colonne* ; dans le premier cas, l'enfant a ajouté 5+2, en calant les deux nombres à gauche, dans le second, Pie a ajouté séparément la somme des dizaines, puis la somme des unités et juxtaposé les deux résultats. On peut imaginer que «31+9 = 12» procède de la même démarche, mais que la procédure a été interrompue ; c'est ainsi également que l'on peut interpréter « 40+11 = 50 » C'est ici la **numération** qui est en cause, c'est-à-dire la hiérarchie entre unités et dizaines, et le passage des unes aux autres.

Dans le cas de Bou les différentes erreurs sont de types variés. « 50-37 = 27 » témoigne d'un algorithme illicite assez répandu ("0-3, on ne peut pas ; alors 3-0=3"), qui "explique" probablement aussi « 70-19 = 69 » ; il s'agit clairement d'un algorithme de calcul écrit, transposé mentalement ; tandis que « 2×5×3 = 13 » indique clairement que l'enfant a lu « 2 × 5 + 3 » qu'il a interprété : « (2×5) +3 ». En revanche « 19×3 = 32 » semble plus difficile à interpréter, au seul examen de la réponse. Cet exemple montre que les niveaux de difficultés de ces deux enfants sont nettement distincts.

Mais il montre aussi qu'une épreuve *écrite collective* est surtout propre à révéler une réussite, beaucoup moins à poser un diagnostic individuel précis en cas de difficulté. En effet, une épreuve réussie, c'est à dire le résultat croisé de plusieurs items réussis laisse à penser que les démarches employées sont correctes et bien maîtrisées. En revanche, une épreuve non réussie (et en particulier une non-réponse) renseigne peu sur les causes : s'agit-il de la longueur de l'épreuve, ou de la forme de l'épreuve, ou de la compréhension de la consigne ? Quel est le niveau de difficulté qui fait obstacle ?

C'est ici que l'analyse d'erreur prend sa pleine dimension car elle renseigne sur les procédures disponibles et la localisation des obstacles rencontrés par l'enfant. Van Lehn (1983) les interprète en terme de **bugs** : en cas d'impasse, l'enfant *inventerait* une procédure de substitution. Ce qui, d'une part, rendrait compte de certains types d'erreurs systématiques, et d'autre part permettrait une simulation assez simple des comportements observés. Il isole par exemple quatre grands types d'erreurs systématiques à propos de la soustraction écrite en colonne :

A	$\begin{array}{r} 207 \\ -169 \\ \hline 162 \end{array}$	B	$\begin{array}{r} 207 \\ -169 \\ \hline 100 \end{array}$	C	$\begin{array}{r} 207 \\ -169 \\ \hline 42 \end{array}$	D	$\begin{array}{r} 207 \\ -169 \\ \hline 40 \end{array}$
---	--	---	--	---	---	---	---

Les quatre types d'erreurs systématiques pour la soustraction (Van Lehn)

Le type A revient à dire : je ne peux enlever 9 de 7, **alors** j'enlève 7 de 9; id° pour dizaines.

C'est une démarche que l'on rencontre classiquement au long du cycle 3.

Type B : 7-9 pas possible **donc c'est 0**.

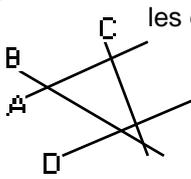
Type C : on ne peut "emprunter" une dizaine (il n'y en a pas) => même réponse qu'en A ; mais on peut emprunter une centaine => retenue

Type D : on ne peut emprunter une dizaine => même réponse qu'en B ; etc.

Plus les enfants sont jeunes, moins il est satisfaisant de s'en tenir simplement à une forme papier-crayon, telle que sont les évaluations CE2/Sixième. On risque ainsi de laisser inaperçus ou de brouiller nombre de paramètres significatifs.

2.2. Exemples géométriques

Exemples :



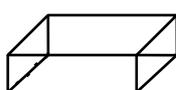
les droites parallèles sont :

A et B

A et C

A et D

T.A.S. CE2/CM1



Cette brique a :

4 faces et 8 arêtes

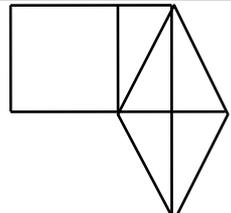
6 faces et 8 arêtes

6 faces et 12 arêtes

T.A.S. CE2/CM1

Que révèlent ces items ? En premier lieu la connaissance d'un vocabulaire (droite, parallèle, face, arête). Toutefois le repérage de la connaissance de ces termes risque d'être occulté par plusieurs facteurs. A l'école élémentaire, il n'est sans doute pas usuel (et certainement pas pertinent) de raisonner sur des *droites*, (représentées de surcroît par un segment), ni de les désigner par des lettres majuscules (cette notation, quand elle est employée, est plutôt réservée aux *points*). S'agit-il de vérifier que des droites sont parallèles ? Que l'on connaît cette définition ? Que l'on dispose d'une *procédure* de vérification ? D'une procédure de construction ?

Autre exemple (plus récent)



Repasse en bleu les côtés d'un carré de cette figure.
Repasse en rouge les côtés d'un rectangle de cette figure.
Repasse en vert les côtés d'un losange de cette figure.
Repasse en jaune les côtés d'un triangle isocèle de cette figure.

entrée en 6ème 2005

3 Visée de l'épreuve

L'épreuve peut viser le contrôle d'un niveau de connaissances ou de savoir-faire ; elle ressemble alors à un examen de passage. Mais s'il s'agit d'élaborer une aide, il ne convient pas de rajouter « *plus de la même chose* » (Watzlawick) mais de repérer non pas les éléments absents ou mal connus mais les éléments stables des connaissances de l'enfant, ses capacités propres et les difficultés particulières qui peuvent affecter, non seulement un domaine d'apprentissage, mais plusieurs.

Les difficultés ou les obstacles rencontrés dans l'apprentissage des mathématiques, de la lecture, de l'écriture peuvent provenir de l'objet de l'apprentissage lui-même mais aussi de la représentation que l'enfant s'en fait (doutes sur l'intérêt de l'objet, manque de confiance en soi, représentation inadéquate). Mais ces obstacles peuvent provenir, non seulement des objets de l'apprentissage eux-mêmes, mais des *conditions* de cet apprentissage. Dans ce champ se rencontrent les activités assez vaguement désignées par « structuration de l'espace et du temps », auxquelles on prête beaucoup d'attention à l'école maternelle et plus guère ensuite. On peut y ajouter ce qui concerne la **mémoire de travail** et **l'attention**. Il s'agit d'un déficit, non de savoirs ou de procédures, mais des **moyens** de développer ces savoirs et procédures. Par nature même, ce déficit n'est lisible qu'à travers des effets de surface, par exemple les apprentissages des mathématiques, de la lecture ou de l'écriture.

C'est pourquoi il semble nécessaire lors d'une évaluation d'explorer en premier lieu ces domaines quelles que soient les difficultés aperçues.

Les activités transversales décrites ci-dessous, qui conditionnent l'efficacité des apprentissages concernent les domaines suivants :

1. Construction de l'espace : repérage et orientation
2. Mémoire de travail : empan mnésique, organisation des actions
3. Champ attentionnel : étendue du champ, inhibition des éléments parasites.

II - ACTIVITÉS TRANSVERSALES

1 Construction de l'espace

Les apprentissages de la lecture, de l'écriture, du dénombrement, de la numération, du calcul font appel à des capacités de repérage et d'orientation dans le plan faute desquelles ces apprentissages seront ralentis ou empêchés.

Ces activités peuvent faire appel à la reconnaissance globale d'une situation, à une représentation en mémoire d'une situation, à une description verbale. Les matériaux utilisés pourront être neutres (jetons...) ou imagés, ou encore spécifiquement liés à des supports de lecture.

1.1. Repérage dans le plan

On utilise deux grilles 3 x 4 des jetons blancs ou de couleur. Disposer 3 jetons blancs et 2 jetons de couleur (exemple ci-contre).

Consigne : *Regarde bien ces jetons, je vais les cacher.*

Après 5 ou 6 secondes d'observation, poser un carton sur la première grille.

Consigne : *Place des jetons dans la deuxième grille, de la même façon que dans la première.*

○		
		○
●	○	
		●

Relever le nombre de jetons bien placés, éventuellement les erreurs systématiques.

Variante : pendant la phase d'observation, demander à l'enfant de décrire la disposition.

Quels sont les mots employés ? Sont-ils pertinents ? Cette description (non contrôlée) améliore-t-elle le résultat ?

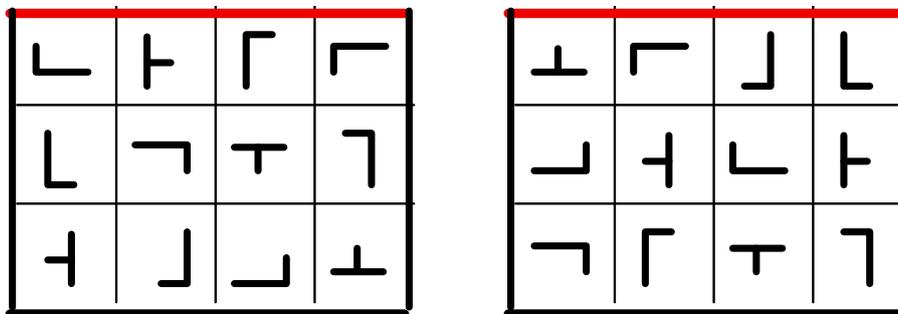
L'expérience montre l'importance des gestes manuels, la reproduction éventuelle du geste de dépôt, l'utilisation (ou non) de l'organisation en tableau, le repérage (éventuel) de « bonnes formes » ou la formulation d'éléments langagiers.

De façon plus générale, on doit s'interroger sur le rôle du langage dans une « mise à distance » par l'élève, c'est-à-dire le passage d'une solution occasionnelle à une méthode. C'est l'une des fonctions de l'accompagnement de l'adulte ; cette mise à distance est-elle possible dès le cycle 2, à quelles conditions ? Il est clair qu'une inscription dans la durée (rappel de l'activité d'une séance précédente, formulation d'une synthèse, projection vers une séance ultérieure...) est l'une des conditions nécessaires.

1.2. Symétrie/rotation

On utilise deux grilles, comportant les mêmes figures mais selon des emplacements différents.

Le maître désigne une figure de la première planche. Consigne : où se trouve cette figure sur l'autre planche ?



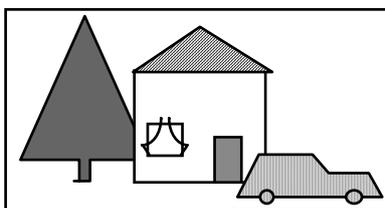
Ce qui est visé ici c'est la possible confusion de deux figures ne différant que par une symétrie ou une rotation. C'est évidemment un déficit perceptif qui retentit sur les apprentissages de l'écriture et de la lecture. C'est pourquoi on peut travailler aussi avec des tableaux de lettres ou de syllabes :

da	pa	ba
ab	ad	ap
do	po	bo
ed	eb	ep

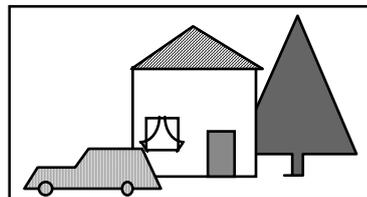
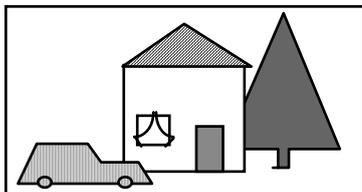
ed	da	po
do	ab	eb
pa	bo	ap
ad	ep	ba

1.3. repérage/description

Le matériel est composé de 12 cartes à découper, portant chacune les trois objets : Arbre, Maison, Voiture. Le maître pose une carte devant l'enfant. Exemple :



Consigne : « *que vois-tu sur cette image ?* » Réponse possible : – *un arbre, une maison, une voiture...*
Le maître pose alors par-dessus la carte ci-dessous à gauche :



Question : – *est-ce la même image ?* Réponse possible : – *non, ici la voiture est à gauche...*

Le maître pose alors par-dessus la carte ci-dessus, à droite.

– *Ici aussi, la voiture est à gauche ; est-ce la même carte que la précédente ?* etc.

On note le degré de précision de la description : les objets pouvant être : à **gauche**, au **centre**, à **droite**, en **avant** ou en **arrière** d'un autre objet, la voiture **dirigée vers** la gauche ou vers la droite.

2 Mémoire

La psychologie cognitive, depuis une trentaine d'années, décrit les démarches de pensée et leurs limitations en termes de traitement d'information, de capacité, d'économie. Ceci concerne aussi bien la symbolisation, l'élaboration de schéma, le classement que la planification d'actions ou l'anticipation. Ce peut être l'une des causes des incompréhensions de consignes, de l'incapacité à dépasser le décodage grapho-phonologique, des interruptions de calcul.

Le concept de mémoire de travail postule trois composantes (Baddeley, 1993) :

- un **administrateur central** qui accomplit des « fonctions exécutives » : anticipation d'un but à atteindre, planification des actions, sélection des informations pertinentes et inhibition des informations parasites, application des procédures, contrôle de l'action...

- une « boucle phono-acoustique » (stockage temporaire de l'information verbale),
- un « calepin visuo-spatial » (stockage temporaire d'informations visuelles).

On voit par là l'intérêt pédagogique de l'évaluation de la mémoire de travail. Le repérage (sinon la

mesure) d'un *empan* mnésique est un élément d'évaluation, l'amélioration de la *gestion* de la mémoire de travail une composante de la remédiation.

2.1 *Empan*

Matériel : un jeu de cartes, battu, sans les figures. Le maître montre une carte (p. ex 3♣), énonce « *Trois* », et la pose dos en l'air. L'enfant doit répéter « *Trois* ». Le maître montre une deuxième carte (p. ex 7♥), énonce « *Sept* » et la pose dos en l'air sur la précédente ; l'enfant doit répéter « *Trois, Sept* », etc.

Noter la liste des séquences émises par l'enfant, puis relever les cartes dans l'ordre :

Exemple : [3] ; [3 - 7] ; [3 - 7 - 5] ; [3 - 7 - 5 - 1] ...

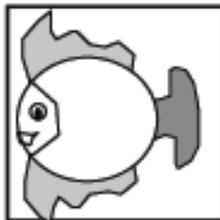
On note la longueur de la liste la plus longue sans erreur. Ceci donne une indication sur l'*empan* mnésique. Il ne s'agit probablement pas d'une *mesure*, pour plusieurs raisons. Cette longueur de séquence dépend du matériel utilisé (chiffres, lettres, syllabes, mots...), mais aussi de l'entraînement. La littérature évoque le « *nombre magique 7 (± 2)* » ; mais en fait, après quelques séances d'entraînement, des enfants de cycle 3 arrivent à reproduire une séquence de 10, 15, voire 20 chiffres. Ceci ne signifie pas une extension de l'*empan*, mais une meilleure gestion des « paquets » (*chunk*), faisant intervenir des repères visuels, des blocs, des rythmes. C'est pourquoi il est imprudent de parler d'une mesure. Par ailleurs cette indication s'est révélée très faiblement corrélée aux erreurs de calcul mental ; ce qui ne signifie pas que la taille de l'*empan* soit sans conséquence, mais que bien d'autres facteurs interviennent.

La prise de conscience des moyens d'améliorer la gestion de la mémoire de travail (qui ne sont pas sans rapport avec l'*attention*), est certainement un facteur utile dans la remédiation.

2.2 *Mémorisation d'une séquence*

Une série de trois images est présentée à l'enfant, puis recouverte.

On donne ensuite les trois images séparées qu'il s'agit de replacer dans le même ordre.



Suite : quatre images à ordonner, ou bien quatre images parmi cinq ou six, qu'il faut d'abord choisir, puis ordonner.

2.3 *Mémorisation d'une suite d'actions*

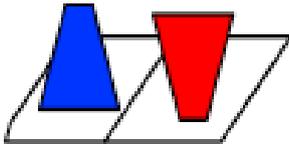
On attribue à l'« administrateur central » de la MdT la responsabilité de l'organisation dans la durée (planification, anticipation). Il semble probable que cette « fonction exécutive » a de l'importance dans l'acquisition des apprentissages ; c'est pourquoi il importe de l'évaluer. L'épreuve suivante consiste à exécuter devant l'enfant *une suite d'actions* (en les décrivant) et à lui demander ensuite de reproduire cette séquence.



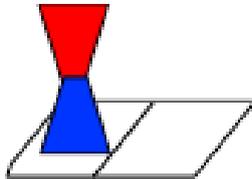
Situation de départ (deux gobelets)



Erreur !1- Echanger les gobelets



2 - Retourner le bleu



3 - Poser le rouge sur le bleu

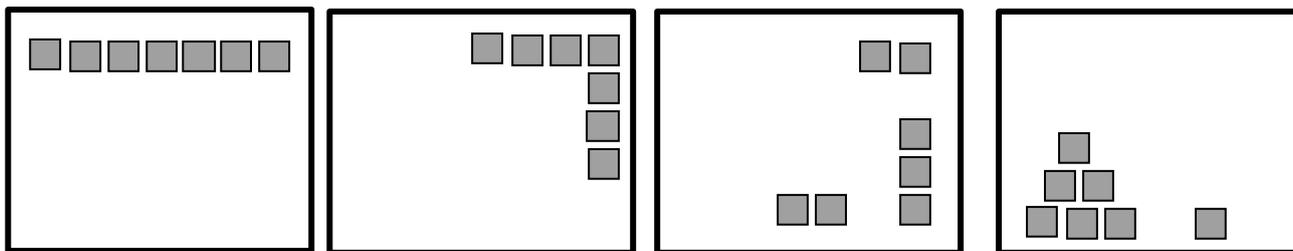
L'un des éléments significatifs est celui-ci : l'enfant s'appuie-t-il sur la séquence gestuelle, sur la séquence imagée, ou sur la mémorisation langagière (description) ? Plus généralement, on peut s'interroger sur le *type de représentation* que le sujet utilise (il a été beaucoup question naguère des « habitudes évocatives ») ; un modèle psychologique dominant semble considérer qu'un « codage propositionnel » fédère les représentations en mémoire à long terme. Il n'appartient pas au pédagogue de prendre parti sur un modèle, mais de considérer que celui-ci constitue, à un moment donné, une hypothèse destinée à diriger l'investigation vers des objets significatifs, et pas nécessairement à traduire une réalité neuropsychologique ; ainsi la « représentation sémantique » du nombre est un élément d'un modèle explicatif, mais pas nécessairement une entité « réelle ».

3 Attention

Une autre « fonction exécutive » de l'*administrateur central* consiste à centrer le champ attentionnel et à inhiber les informations périphériques ou parasites. Plusieurs épreuves sont susceptibles de repérer cette capacité, voire de l'entraîner. L'atelier propose plusieurs exemples sous forme de diaporamas (PowerPoint, disponibles sur demande) ; l'ordinateur permet en effet de prendre en compte plusieurs paramètres intéressants : durée d'exposition de chaque image, modification du sujet central, apparition de perturbations, etc.

3.1 Chenille

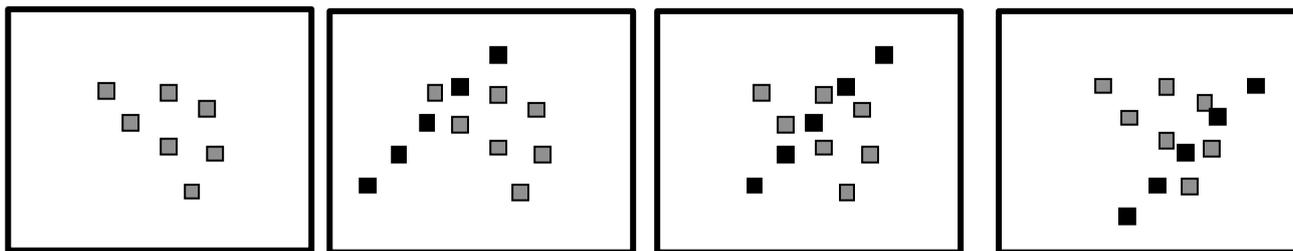
Ces images apparaissent à l'écran successivement, pendant une durée (très) courte. **Combien de carrés ?** (la question est posée au début et à la fin de la séquence).



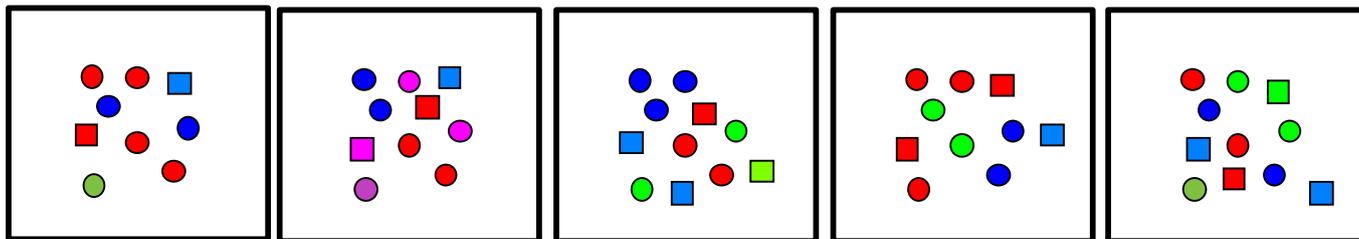
La durée d'exposition est trop courte pour permettre un dénombrement un par un ; il s'agit donc de trouver et d'exécuter une *stratégie perceptive* (repérage de blocs) permettant de répondre.

3.2 Perturbation

Même principe. Il s'agit de dénombrer les carrés gris ; mais une vague de carrés noirs traverse l'écran.



Autre exemple, même principe. Il s'agit de dénombrer les ronds ; quelques carrés perturbent l'image.



Conclusion

Ces quelques exemples n'ont pas l'ambition de recouvrir tout le champ des obstacles possibles *aux moyens d'apprendre*. L'atelier a pour objectif d'attirer l'attention sur des éléments qui ne semblent pas pris en compte par les didactiques disciplinaires (puisqu'ils ne concernent pas l'apprentissage d'un objet particulier), et de fournir aux enseignants quelques outils, ici à l'état d'ébauche. Une mise en réseau des essais et des résultats permettrait d'établir et de diffuser des outils visant le diagnostic, la construction de l'aide, et des remédiations adaptées.

III - BIBLIOGRAPHIE

- BADDELEY, A. (1993) *La Mémoire humaine, Théorie et pratique*, Presses universitaires de Grenoble.
- BOULE, F. (1999) *L'évaluation en mathématiques, Nouvelle Revue AIS n°5, mars 1999*.
- HERREMAN, S. [dir], BOULE, F., BRETON, L., GRAFTO, M. *Les Aides personnalisées*, Hachette (à paraître 2011).
- NOEL, M-P. dir (2005) *La dyscalculie*, Solal.
- POJE, J. & SEL, ADKE, J. dir. (2001) *Elèves en difficulté : les aides spécialisées à dominante pédagogique*, CNEFEI & CRDP Lille.
- SIEGLER, R.S. (2001) *Enfant et raisonnement (développement cognitif de l'enfant)*, De Boeck.