

DEPARTEMENT DE PSYCHOLOGIE – LICENCE 2E ANNEE
U.E. LLPY31 – DEVELOPPEMENT OPERATOIRE

Développement cognitif de l'enfant d'âge scolaire
(Cours et Travaux Dirigés de B. DE CARA)

CONSIGNES POUR L'ELABORATION DU DOSSIER

OBJECTIFS

Dans ce travail, les étudiants devront :

- observer et interroger un enfant d'âge pré-scolaire né(e) en 2004 (scolarisé(e) en Grande Section de Maternelle) à partir de l'utilisation d'épreuves opératoires ;
- s'entraîner à la description, l'analyse et l'interprétation des conduites de cet enfant en fonction des cadres conceptuels proposés par Piaget ;
- se familiariser avec "la méthode d'exploration clinique" mise au point par Piaget.

EPREUVES

Huit épreuves opératoires sont proposées :

- Epreuve 1 : La composition additive des nombres et les relations arithmétiques de partie à tout
- Epreuve 2 : L'horizontale et la verticale : les systèmes de références et les coordonnées
- Epreuve 3 : Classification de formes géométriques avec changements de critères
- Epreuve 4 : Sériations simples et multiples
- Epreuve 5 : Conservation de la Substance
- Epreuve 6 : Quantification de l'inclusion
- Epreuve 7 : Ordre Linéaire et Ordre Cyclique
- Epreuve 8 : Les tapis et les barrières : l'ordination et la cardination

Les étudiants devront réaliser ces 8 épreuves avec l'enfant, à raison de 2 épreuves par séance de travail avec l'enfant. La confection du matériel nécessaire à chaque épreuve est sous la responsabilité de l'étudiant.

GROUPE DE TRAVAIL

- Deux étudiants : un seul compte-rendu par groupe de travail. Pour chaque rencontre, prévoir un expérimentateur et un observateur. Il est conseillé de permuter les rôles au fil des séances. L'intervention doit être rigoureusement et soigneusement préparée à l'avance. Les étudiants qui pratiquent l'observation devront rédiger un protocole d'observation essentiellement descriptif. Ce n'est qu'au moment de la lecture des résultats que les conduites de l'enfant seront interprétées dans le vocabulaire propre aux modèles théoriques.

REDACTION DU DOSSIER

Le dossier doit comprendre :

- une mention (anonyme) de l'histoire de l'enfant et de son environnement ;
- la présentation successive des épreuves (dans l'ordre défini ci-dessus de 1 à 8) avec, pour chaque épreuve, 3 sous parties : cadre théorique, observation, interprétation (dans le vocabulaire propre au modèle piagétien) ;
- une synthèse des résultats en termes de niveau structural en fonction des épreuves avec éventuellement une mise en évidence de décalages horizontaux selon le fonctionnement du sujet ;
- une analyse critique de la validité des résultats (tant sur le plan théorique que méthodologique)

Pour chaque épreuve, il est également demandé :

- un approfondissement des questions théoriques spécifiques à l'épreuve (à partir du cours et de lectures complémentaires) ;
- en annexe, la restitution intégrale du dialogue avec l'enfant et de ses éventuelles productions (e.g. dessins).

LE DOSSIER DOIT ETRE REMIS LE JOUR DU DST (IMPERATIF).

Epreuve 1 :

La composition additive des nombres et les relations arithmétiques de partie à tout

Bibliographie :

Piaget, J. & Szeminska, A. (1980, 6ème ed.) *La genèse du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel & Paris: Delachaux & Niestlé.

Objectif:

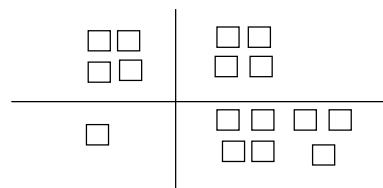
L'inclusion logique d'une classe dans une autre soulève, pour l'enfant, au cours des deux premiers stades de la construction du nombre, une difficulté systématique par le fait que, faute de composition additive, il ne parvient pas à considérer simultanément les parties et le tout. Un tel problème trouve son équivalent dans le domaine des collections numériques, dans lequel la réunion arithmétique des parties d'un même tout constitue l'une des opérations fondamentales qui engendre le nombre lui-même: l'addition. En effet, à la différence de l'addition des classes qui ignore l'itération ($A+A=A$), un nombre additionné à lui-même engendre un nouveau nombre. Il est donc important de contrôler si la composition additive des parties en un tout donne bien lieu, dans le cas du nombre, à des difficultés parallèles à celles de l'inclusion des classes composantes en une classe totale, ou si les difficultés rencontrées sont d'ordre exclusivement logique.

Techniques

Première situation: Relations entre les parties et le tout et changement de composition des parties.

But: vérifier si l'enfant est capable de comprendre l'identité d'un tout au travers des différentes compositions additives de ses parties: $(4+4) = (1+7) = (2+6) = (3+5)$.

Procédure: on explique à l'enfant que sa maman lui donne 4 bonbons (et on pose 4 jetons arrangés en carré) pour son goûter du matin et 4 autres bonbons (on pose à nouveau 4 jetons arrangés en carré) pour son goûter de l'après-midi. On lui dit que le lendemain il en aura autant (on pose 2 carrés de 4 jetons chacun). Mais, comme un jour il a moins faim à 10 heures qu'à 16 heures, il ne mangera, ce jour-là, qu'un seul bonbon le matin et tous les autres l'après-midi. On reporte alors, sous les yeux de l'enfant, 3 bonbons du troisième carré pour les ajouter au quatrième carré. L'enfant se trouve donc devant la disposition spatiale suivante :



On lui demande de comparer le nombre de bonbons de chaque jour $(4+4)$ et $(1+7)$

"Est-ce qu'il y a la même quantité de bonbons à manger les deux jours?"

"Est-ce que c'est la même chose pour les deux jours?"....

On lui demande d'expliquer sa réponse.

Combien est-ce qu'il y avait de bonbons avant ici?

On reconstitue les deux carrés de 4, puis on enlève, à nouveau, sous les yeux de l'enfant, 3 jetons pour les ajouter à l'autre carré.

On pose à nouveau la question d'égalité.

"Est-ce qu'on peut faire à nouveau 4 et 4 ici?"

Résultats :

On observe 3 types successifs de réponses.

Stade 1 : les enfants ne comprennent ni l'égalité des 2 ensembles à comparer $(4+4) = (7+1)$ ni la permanence de la seconde totalité au travers des changements de distribution de ses éléments.

Stade 2 : l'enfant remarque ou est sensible à l'objection de l'expérimentateur que si l'on a $7 > 4$ par contre on a aussi $1 < 4$. L'enfant commence par réagir comme les enfants du stade 1, il n'y a donc au début ni addition des éléments $7+1$ ni, par conséquent, subordination des parties au tout. Mais, l'enfant, à un moment donné, s'aperçoit spontanément, ou après suggestion, que l'ensemble $1+7$ paraît à la fois plus grand et plus petit que l'ensemble $4+4$ selon que l'on a $7 > 4$ et $1 < 4$.

Stade 3 : L'enfant comprend immédiatement l'identité des différences "puisqu'on a mis les 3 ici". Le sujet traduit d'emblée ce transfert en termes numériques $(4+4) = (1+7)$ sans éprouver le besoin d'un raisonnement qualitatif préalable.

Interprétation des résultats :

Au cours du stade 1, il n'y a pas équivalence entre les 2 ensembles, l'équivalence apparaît au stade 3 et, entre les 2, on observe des réactions intermédiaires dans lesquelles l'égalité n'est pas construite par composition additive mais résulte d'une vérification préalable (par correspondance ou numération).

Pour les jeunes enfants, une totalité numérique de valeur cardinale de 8 n'est pas le résultat d'une composition additive mais consiste en un tout intuitif ou autant d'ensembles globaux qu'il y a de parties perçues en blocs, la somme de ces parties n'ayant alors point de signification.

Ce passage de la non conservation intuitive à la conservation opératoire permet d'assister à la genèse de l'addition et de comprendre la différence qui oppose cette addition arithmétique à l'addition logique des classes.

Deuxième situation : Egalisation de quantités différentes.

But : étude des réactions des enfants à un problème analogue au précédent mais dans lequel il s'agit de procéder de l'inégalité des parties à leur égalité et non plus l'inverse.

Procédure : On dispose devant l'enfant deux paquets de jetons (8 et 14 jetons) en lui disant que ce sont des bonbons pour deux enfants. On lui demande d'arranger les jetons pour que les 2 enfants en mangent autant.

Résultats :

Stade 1 : l'enfant enlève quelques jetons du grand tas pour les ajouter au petit, en comparant globalement, au fur et à mesure et sans système, les résultats de ce transfert empirique.

Stade 2 : construction spontanée de figures (cercle, quadrilatères..) pour comparer et égaliser les 2 collections.

Stade 3 : l'enfant procède par correspondances univoques et réciproques, sans ou avec, la numération verbale et les opérations qui en découlent. Maniement opératoire des transferts et donc réversibilité.

Troisième situation : partage en 2 parties égales

But : l'enfant doit dissocier une quantité donnée en 2 parties

Par quel processus l'enfant parvient-il à transformer l'opération logique $B = A+A'$ (qu'elle soit intuitive ou opératoire) en une opération numérique $A1+A2 = 2A$.

Procédure : On dispose un tas de 18 jetons. On demande à l'enfant de les partager. "Peux-tu partager en 2 tas pour que nous ayons autant de jetons?". Quand les 2 tas sont construits, l'expérimentateur interroge l'enfant et modifie la disposition spatiale des tas pour s'assurer du maintien de l'identité.

Résultats :

Stade 1 : l'enfant ne parvient à concevoir ni l'égalité du tout et de la somme des parties, ni l'équivalence durable des 2 moitiés (lors de dispositions spatiales différentes) entre elles, même lorsqu'il les a constituées par distribution des éléments terme à terme en 2 collections correspondantes.

Stade 2 : la construction des 2 parties égales s'opère grâce à la comparaison qualitative de figures (ex. comparaison de longueurs).

Stade 3 : achèvement de la composition additive grâce à l'égalité durable des 2 parties considérées comme unités et à l'égalité de leur somme avec le tout initial.

N.B. Pour cette épreuve, retranscrire intégralement le dialogue avec l'enfant.

Epreuve 2 :**L'horizontale et la verticale : les systèmes de références et les coordonnées****Bibliographie :**

Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : P.U.F. (Chapitre XIII).

Problème :

A quel âge l'enfant utilise-t-il un système de référence et structure-t-il son espace pratique selon des axes de coordonnées tracés, par la nature, grâce à la pesanteur qui fournit les verticales, par l'intermédiaire d'un fil à plomb, et les horizontales, par l'intermédiaire des niveaux de liquides ?

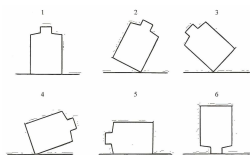
Les jeunes enfants ne situent pas les objets de leur perception dans un espace structuré selon des coordonnées verticales et horizontales, de manière à pouvoir estimer les inclinaisons. S'ils perçoivent la verticale et l'horizontale, ils ne jugent pas de l'inclinaison des autres droites en se référant à un tel cadre car ils ne les considèrent pas comme un cadre ou système de référence.

Matériel :

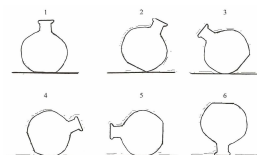
- un bocal carré
- un bocal rond

Les deux bocaux doivent être remplis à 1/3 d'eau colorée et bouchés hermétiquement.

- deux sacs non-transparents dans lesquels on peut placer les deux bocaux, les bouchons restant visibles
- Pour le bocal carré, trois feuilles de papier pliable (respectivement pour les substests : 1°) anticipation, 2°) copie, 3°) apprentissage) sur lesquelles sont dessinées 6 positions différentes du bocal et sur lesquelles l'enfant devra ajouter le niveau de l'eau.
- Pour le bocal rond, une seule feuille de papier pliable (substest : généralisation).
- deux crayons de couleurs différentes (1 bleu, 1 rouge).



Inclinaisons du bocal carré



Inclinaisons du bocal rond

Déroulement de l'épreuve :

Montrer les deux bocaux à l'enfant en les inclinant pour qu'il puisse constater que l'eau n'est pas fixée au fond.

1) anticipation

Cacher le bocal carré dans le sac et le placer sur la table.

Donner à l'enfant la feuille de dessin pliée (feuille comportant les bocaux carrés) de telle façon qu'un seul dessin ne soit visible et faire découvrir à l'enfant que le trait horizontal du dessin représente le bord de la table.

Position 1: le bocal est posé normalement sur la table

Consigne: "dessine l'eau comme tu penses qu'elle est dans le bocal maintenant"

Si l'enfant ne dessine qu'un trait pour indiquer le niveau de l'eau lui dire "fais une croix là où se trouve l'eau, pour montrer de quel côté du trait il y a l'eau. Est-ce que l'eau est là (au dessus du trait) ou là (au dessous du trait)?"

Si l'enfant a colorié la surface représentant l'eau on passe à la position 2 et on lui demande cette fois un seul trait et une croix.

Proposer toutes les positions du bocal indiquées sur la feuille.

Demander de temps en temps (mais pas après chaque dessin) des justifications:

"Pourquoi as-tu dessiné l'eau comme ça? Comment est-elle?"

2) copie

Enlever le sac et faire copier le niveau de l'eau dans toutes les positions de l'épreuve précédente.

"Maintenant, tu peux voir l'eau dans la bouteille. Dessine-la comme tu la vois".

(même technique que précédemment mais le niveau est visible. La feuille est pliée et l'enfant dessine successivement le niveau de l'eau)

3) apprentissage

remettre le sac pour cacher le niveau de l'eau et demander à l'enfant de redessiner l'eau dans le bocal par anticipation pour chaque position.

"Te rappelles-tu comment l'eau est dans le bocal ?".

4) généralisation

Même technique mais avec le bocal rond cette fois-ci.

Consigne: "j'ai ici un autre bocal avec de l'eau dedans. Cette fois-ci, c'est un bocal rond. Je vais de nouveau le cacher et je voudrais que tu me dessines l'eau comme tu penses qu'elle est dans le bocal".

Proposer les 6 positions.

5) correction

Déplier la feuille du bocal carré dessinée par l'enfant au cours de la première épreuve (anticipation) consigne: "maintenant, je te montre tous les dessins à la fois. Si tu penses que tu t'es trompé, tu peux corriger (avec la couleur rouge)"

Si nécessaire, replacer le bocal dans les positions où l'enfant hésite.

Résultats :

Stade I : défaut d'abstraction des surfaces et des plans par rapport au volume d'eau.

La surface de l'eau est représentée ni par une ligne, ni par une surface, mais par une espèce de "boule".

L'eau est conçue essentiellement en fonction de la relation topologique de l'intériorité par rapport au bocal, et pas en fonction des notions euclidiennes de droites et de plans, de positions et de dimensions.

L'absence de coordonnées structurées tient à une indifférence générale quant à l'orientation des objets, faute de toute relation établie dans l'espace vide et également à une difficulté d'abstraction qui constitue la condition préalable des possibilités d'orientation.

Stade II : la surface de l'eau est parallèle à la base du bocal

-sous-stade IIa:

La surface de l'eau est représentée sous la forme d'un plan mais ce plan n'est pas conçu comme horizontal.

Les enfants pensent que l'orientation du niveau de l'eau demeure constante mais par rapport à la bouteille elle-même, ce qui revient à supposer que l'eau s'incline avec le bocal et que sa surface peut prendre toutes les positions, même verticale.

Non seulement, ces enfants n'ont pas perçu la constance de l'horizontalité dans la vie quotidienne mais ils ne parviennent pas à lire le résultat de l'expérience quand elle se déroule sous leurs yeux et qu'il s'agit de confronter les données perçues et leurs réponses.

Mais la lecture de données expérimentales chez un enfant suppose la capacité de mettre en relation le niveau d'eau observé avec un système de référence déterminé.

-sous-stade IIb: réactions intermédiaires

- L'enfant arrive à indiquer sur le bocal lui-même dans quelle direction l'eau va se déplacer mais quand il faut dessiner le niveau de l'eau, il continue de le représenter parallèlement à la base du bocal.

- Les enfants accordent une réelle mobilité à l'eau par rapport au bocal et ne représentent plus la surface de l'eau comme constamment parallèle à la base du bocal mais ils ne parviennent pas à orienter cette surface en fonction de références extérieures et immobiles, ils la dessinent sous forme de lignes obliques accrochées aux coins du bocal.

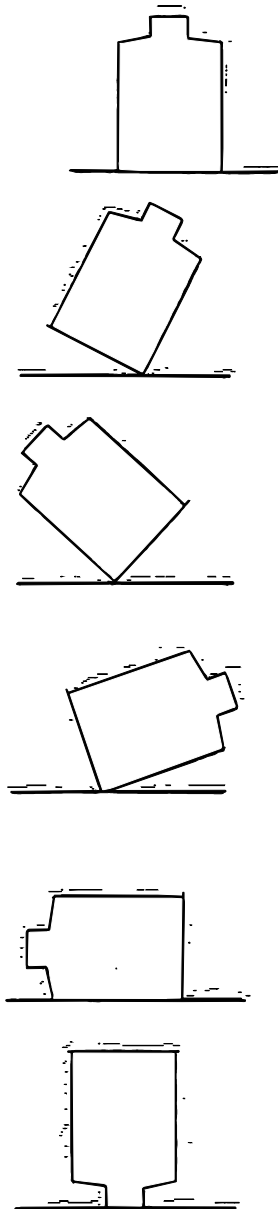
-Stade III: découverte de l'horizontale

-sous-stade IIIa: découverte de l'horizontalité lorsque le bocal est couché à 90° puis réussite dans les autres positions.

-sous-stade IIIb: réussite à la situation de généralisation

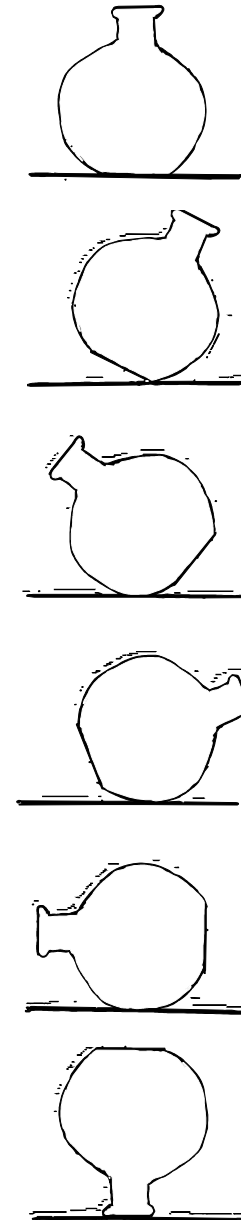
Feuille de dessin (à reproduire en format A4) sur laquelle l'enfant devra ajouter le niveau de l'eau

BOCAL CARRE



Feuille de dessin (à reproduire en format A4) sur laquelle l'enfant devra ajouter le niveau de l'eau

BOCAL ROND



Epreuve 3 : Classification de Formes Géométriques avec Changements de Critères

Bibliographie :

Piaget, J., & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structures logiques*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé. (Chapitre I, pp. 25-43 et conclusion p. 50 ; chapitre II, § 1-2, p.53 et suiv. ; chapitre VII, § 2, p. 210 et suiv.).

Position du problème :

Etudier la constitution des classifications à un niveau élémentaire où l'enfant arrange les éléments selon des configurations spatiales, puis en petites collections juxtaposées en fonction des relations de ressemblance. L'expérimentateur dispose d'un matériel qui consiste en de petits cartons de taille, formes géométriques et couleurs différentes. L'expérimentateur demande de "mettre ensemble ce qui est pareil", de "mettre ensemble ceux qui se ressemblent" ou de "mettre de l'ordre".

Matériel :

- caractérisé comme suit: 2 tailles (petit, grand) x 2 formes (carré, rond) x 2 couleurs (bleu, rouge) = 8 objets différents. Trois exemplaires par objet différent, soit 24 éléments.

Etapas de l'épreuve :

- 1) Description préalable du matériel spontanée ou provoquée (sans manipulation).
- 2) Anticipation: représentation des 3 tris possibles (sans manipulation)
- 3) Classification agie spontanée sans consigne précise
- 4) Classification agie par dichotomie obligée : précédée par anticipation verbale et suivie par dénomination.

Technique et consigne :

1) Description préalable du matériel :

- spontanée : les formes géométriques sont étalées en désordre devant l'enfant : "dis-moi ce que tu vois..."
On tente d'obtenir une description aussi complète que possible mais sans influencer la réponse du sujet: "Peut-on dire quelque chose ? Y a-t-il quelque chose d'autre ?"

- provoquée : en l'absence de réponse spontanée, présenter les formes géométriques de manière à mettre en évidence des critères de classification.

- notation des verbalisations : les verbalisations sont scrupuleusement recueillies en prenant soin de ne pas interpréter les paroles de l'enfant. On note les réponses de la manière suivante :

- énumération des éléments selon un critère : forme (F), grandeur (G), couleur (C).
- énumération selon 2 critères mis en relation (ex. il y a des petits ronds) FG, FC, CG.
- les trois critères mis en relation : FCG.
- les trois critères nommés indépendamment les uns des autres: F, G, C.

2) Anticipation : Représentation des trois tris possibles (sans manipulation), 3 projets

Les formes géométriques sont en désordre sur la table. "Tu vois tout cela est bien en désordre, tu vas jouer à mettre de l'ordre en rangeant les choses qui vont bien ensemble... Tu feras comme tu veux. Pour bien mettre de l'ordre, tu pourras mettre les choses qui vont bien ensemble dans des enveloppes : il faut prendre le moins d'enveloppes possibles."

Premier projet :

A/ "Pour bien ranger tout ça, combien te faut-il d'enveloppes ?"

B/ "Qu'est-ce qu'on pourra écrire sur chacune de ces enveloppes ?"

C/ "Montre vite du doigt ce que tu veux mettre dans chaque enveloppe"

- si le projet ne correspond pas à une classe opératoire: "Essaie de mieux ranger les choses avec moins d'enveloppes."

- si l'enfant modifie son premier projet, lui présenter B/ et C/.

- noter tous les projets émis, leur ordre, leur forme précise.

Deuxième projet :

"Peux-tu faire d'une autre manière ?" suivent A, B, C

Troisième projet :

"Peux-tu encore faire d'une autre manière ?" suivent A, B, C

Si le sujet n'est pas parvenu à réussir les trois projets des trois tris, passer à l'item suivant.

3) Classification agie spontanée :

"Tu vas essayer de mettre de l'ordre, mais cette fois tu prends toutes les choses qui vont ensemble et tu les mets ensemble." Lorsque l'enfant a terminé: "pourquoi les as-tu mises comme ça ?" Noter soigneusement l'emplacement de chaque élément et l'ordre dans lequel il est choisi. Différencier les réponses en :

- collections figurales (l'enfant rassemble les éléments identiques... 8 tas).
- collections non figurales: l'enfant ne fait que 4 tas en ne faisant donc intervenir que 2 critères : (FG) ou (FC). Il peut aussi faire 4 tas et différencier les éléments selon le 3ème critère dans chacun des 4 tas (ex. un tas au dessus de l'autre) : FG;C ou FC;G.

4) Classification agie par dichotomie obligée : réalisations successives et commandées de trois dichotomies différentes (changement de critère ou shifting).

Première dichotomie :

"Tu as fait x tas, maintenant, je voudrais que tu fasses seulement 2 tas. Tu les mettras sur ces 2 feuilles de papier, un tas sur chaque feuille et tu donneras un nom différent à chaque tas."

Anticipation : "Peux-tu déjà me dire ce que tu penses faire ?"

On note le critère annoncé, si l'enfant nomme des sous-classes (FG ou FC) ou (FCG).

Réalisation: Si l'enfant présente des conduites inadéquates et lorsqu'on est certain qu'il a épuisé toutes ses possibilités, l'expérimentateur apporte des aides dans l'ordre suivant :

- aide minimale: c'est une simple mise en évidence des trois critères par la comparaison successive de 2 éléments n'ayant aucune caractéristique en commun :

- grand carré rouge (1) / petit rond bleu (5)
- grand carré bleu (2) / petit rond rouge (6)
- petit carré bleu (3) / grand rond rouge (7)
- petit carré rouge (4) / grand rond bleu (8)

Si l'enfant profite mal de cette aide, on lui fait comparer deux éléments qui ne diffèrent que sur 2 caractéristiques. Enfin, une dernière aide, maximale, consiste à ne plus laisser de liberté à l'enfant dans le choix du critère puisque les deux éléments à comparer ne diffèrent plus que sur une seule caractéristique. Ces deux dernières aides dépendent du critère que l'expérimentateur veut faire découvrir à l'enfant (certains critères peuvent être plus difficiles que d'autres pour l'enfant). Bien noter l'aide éventuellement dispensée et le moment où celle-ci intervient (ex. en cours d'exécution d'une dichotomie).

Explicitation du critère : lorsque l'enfant a réalisé les 2 tas, on demande une justification "Qu'as-tu fait ?" S'il ne sait pas répondre, on tente d'autres questions (en veillant à ne pas induire la réponse de l'enfant) "On pourrait dire qu'ici, c'est le tas des..." ou "Ici, tu les as mis ensemble parce que..."

- **Notion de "classe"** :

Si l'enfant a procédé par assemblage de sous-collections, on mêle les sous-collections d'une feuille et on demande: "Est-ce que ça va toujours bien ensemble ? Pourquoi ?"

Deuxième dichotomie :

Après avoir fait mélanger les éléments par l'enfant, on lui demande de trouver une autre façon de faire les 2 tas et on procède de la même manière que pour le premier critère : anticipation, réalisation, explicitation du critère, notion de classe.

Troisième dichotomie : idem.

Retranscription du protocole : On doit noter tout ce que dit et fait le sujet. Certaines classifications ne sont pas visibles dans le résultat final mais interviennent tout au long de l'action. On reproduira la manière dont le sujet classe les éléments tout au long de l'épreuve (en gardant la trace des multiples changements de critères effectués par le sujet).

Evolution des conduites :

Niveau 1 : Collections figurales ou arrangement des objets selon des configurations spatiales : les enfants font de petits alignements sans rapport entre eux; les enfants alignent tous les éléments en changeant de critères en cours d'exécution. Les enfants groupent les éléments semblables selon une figure qui forme un tout. Les enfants groupent les éléments hétérogènes en fonction d'une forme d'ensemble.

Niveau 2 : Début de classification par collections locales, plus ou moins instables, collections d'éléments en fonction de leur ressemblance; collections juxtaposées. a/ Les enfants font de petites collections, sans critère unique, sans épuiser le matériel à disposition. b/ Les enfants font de petites collections, sans critère unique, mais ils utilisent tout le matériel; on ne retrouve pas d'éléments dans deux collections différentes. c/ Les enfants font de petites collections groupant des éléments selon un seul critère. d/ Les enfants font des collections d'éléments semblables (un seul critère) puis établissent par tâtonnement des sous-collections.

Niveau 3 : Les enfants font d'emblée la répartition en classes et sous-classes

Niveau 4 : niveau 3 + anticipation rapide des tris (projets)

Epreuve 4 : Sériations simples et multiples

I. Sériations simples

Bibliographie :

Piaget, J., & Szeminska, A. (1941). *La Genèse du Nombre chez L'enfant*. Genève : Delachaux et Niestlé. Chapitre VI: L'ordination et la cardination (pp. 163-204).

Matériel :

Dix bâtons (ou réglettes en papier) A, B, C, ..., J dont la longueur diffère d'environ 0,8 cm. Dix bâtons a, b, c, ..., j dont la longueur diffère des précédents d'environ 0,4 cm, le tout s'échelonnant entre 9 et 16 cm environ.

Présentation :

On donne à l'enfant une collection de 10 petits bâtons de différentes longueurs en demandant de la sérier du plus petit (A) au plus grand (J). La série une fois construite, on présente, et, cette fois un à un mais dans un ordre quelconque, 9 nouveaux bâtons (que nous appellerons a-i), en disant qu'on les a oubliés et qu'il faut maintenant les intercaler à leur rang exact. D'où la série: A a B b C c D d E e F f G g H h I i J j. En troisième lieu, on fait compter tous les éléments de la série (y compris les bâtons intercalés) et on laisse devant l'enfant un nombre d'éléments correspondant à un chiffre bien connu de lui (si par exemple sa numération devient hésitante à partir de 10, on laissera 8 bâtons, etc.). On montre alors, en laissant la série en place, un bâton quelconque et on demande combien un bonhomme a déjà parcouru de marches d'escalier en arrivant à ce point-là (on peut faire circuler réellement ou par un geste symbolique une petite poupée d'un bâton à l'autre, comme si elle montait un escalier). On demande également combien le bonhomme a de marches derrière lui et combien il lui en reste à monter pour parvenir au haut de l'escalier.

Interprétation :

Trois étapes peuvent être distinguées dans la sériation même des bâtons (questions I et II).

Il y a, en premier lieu, une période au cours de laquelle les enfants manquent toute sériation complète, même pour les bâtons A-J, et ne réussissent à constituer que de petites séries juxtaposées sans ordre d'ensemble. Ou bien encore, ils parviennent bien à construire un escalier, mais en ne considérant que la partie supérieure de chaque bâton. Or, comme ils négligent la partie inférieure, donc la longueur totale de chaque élément, leur escalier n'est ainsi régulier que du point de vue de la figure d'ensemble constituée par les sommets, et, les bâtons ne reposant pas sur une ligne horizontale, ils ne se succèdent pas selon leur ordre réel de grandeur.

Au cours d'un deuxième stade, l'enfant construit par tâtonnements, un escalier correct, mais sans parvenir à un système de relations qui puisse dominer les essais et erreurs et permettre en particulier d'intercaler sans fautes les bâtons supplémentaires.

Enfin, un troisième stade est caractérisé par le fait que chaque élément trouve d'emblée une position telle qu'il soit à la fois plus grand que les précédents et plus petit que les suivants.

Quant aux relations entre l'ordination et la cardination (question III), on peut également distinguer trois stades, qui correspondent grosso modo aux précédents.

Au cours du premier, l'enfant ne comprend pas que pour évaluer combien le bonhomme a parcouru de marches depuis le plus petit échelon (A), il faut déterminer le rang du bâton N considéré, et se contente d'une évaluation arbitraire.

Durant le second stade, l'enfant comprend peu à peu qu'il a besoin de reconstituer l'escalier, mais il croit nécessaire de refaire l'ensemble de la série, de A au bâton N et de N à J, comme si les termes supérieurs à N étaient aussi utiles pour déterminer le rang de N que les termes inférieurs : de fait ces sujets, dont le caractère distinctif est donc la difficulté à dissocier un segment de série de la totalité, confondent fréquemment les termes de A à N (marches déjà parcourues) avec ceux de N à J (marches à gravir encore).

Enfin au cours d'un troisième stade, l'enfant comprend que pour déterminer le rang de N, il lui suffit du segment de A à N et que le rang équivaut au nombre des marches déjà parcourues.

II. Sériations multiples

Bibliographie :

Piaget, J., & Szeminska, A. (1941). *La Genèse du Nombre chez L'enfant*. Genève : Delachaux et Niestlé. Chapitre V: La sériation, la similitude qualitative et la correspondance ordinale (pp. 132-62).

Matériel :

Dix poupées en bois, découpées dans une planche d'épaisseur constante, pouvant être disposées, soit sur leurs pieds, soit horizontalement, et graduées de telle sorte que chacune diffère sensiblement des plus voisines, la plus grande étant au moins deux fois plus longue que la plus petite. Dix cannes, également graduées mais par progression moins rapide, et correspondant ainsi à ces dix poupées.

Présentation :

La première question consiste à trouver la correspondance entre les poupées et les cannes, lorsque les diverses collections sont en désordre. On raconte à l'enfant quelque chose comme une histoire de promenade, motivant la correspondance mais sans faire appel explicitement à la taille : " Arrange les poupées et les cannes pour que les poupées puissent vite trouver chacune leur canne. " On insiste naturellement jusqu'à ce que l'enfant ait compris le principe de la correspondance sériale.

Deuxième question : On inverse ensuite (on retourne sur elle-même) l'une des deux rangées, par exemple celle des cannes, de telle sorte que, tout en demeurant parallèle l'une à l'autre, le plus petit terme de l'une est en regard du plus grand terme de l'autre et réciproquement. On pose alors les mêmes questions que précédemment.

Troisième question: On bouscule les termes de l'une des rangées, tandis que l'autre demeure bien sériée, et l'on demande au sujet de retrouver quelle canne correspond à l'une des poupées, ou l'inverse.

Interprétation :

Les trois questions se réduisent à trois problèmes distincts quant à la systématisation des résultats obtenus : celui de la construction de la correspondance sériale ou similitude (question 1), celui de la détermination de la correspondance sériale lorsqu'elle n'est plus directement perçue (question 2) et celui de la reconstitution de la correspondance sériale lorsque les séries intuitives sont brisées (question 3). Or la solution de chacun de ces problèmes passe par trois stades, à peu près synchroniques.

La construction de la correspondance sériale passe, en effet, par trois étapes : comparaison globale sans sériation exacte ni correspondance terme à terme spontanée, puis sériation et correspondance progressives et intuitives et enfin sériation et correspondance immédiates et opératoires.

Quant à la détermination de la correspondance sériale, lorsque l'on déplace quelque peu les séries intuitives (question 2), on trouve également trois stades, qui concordent avec les précédents. Durant un premier stade, l'enfant ne retrouve pas la correspondance entre une poupée déterminée et sa canne, dès que les deux termes ne sont plus en regard l'un de l'autre. Durant un second stade, ou bien l'enfant essaie de compter, ou bien il a recours à une nouvelle correspondance terme à terme, facilitée par la disposition semi-intuitive des rangées à comparer, mais, dans les deux cas, il commet diverses erreurs systématiques dont la plus notable est la confusion du rang cherché et de celui du terme précédent. Durant un troisième stade, enfin, l'enfant trouve la correspondance en combinant les notions ordinales et les notions cardinales.

Pour ce qui est, enfin, de la reconstitution de la correspondance lorsque l'une des deux rangées est défaite (question 3), on trouve également trois stades. Durant le premier stade, l'enfant n'est pas capable de reconstruire de lui-même la ou les séries, et il décide de la correspondance à vue et arbitrairement. Durant un second stade, l'enfant compte mais sans tenir compte de l'ordre, ou bien il confond le rang recherché avec celui du terme précédent. Enfin, durant un troisième stade, l'enfant parvient à trouver la correspondance correcte en coordonnant la sériation avec la cardination.

L'un des problèmes les plus intéressants que soulève la construction de la correspondance sériale (question 1) est sans doute le suivant. Est-il plus facile pour le sujet de construire une seule série d'objets, rangés par exemple, comme dans le présent cas, selon l'ordre croissant de leurs tailles, ou de construire deux séries correspondantes, chaque objet de la première série étant ainsi conçu en relation non seulement avec les éléments plus grands et plus petits de sa propre série, mais encore avec tous les objets de la série parallèle ?

On pourrait penser qu'il est plus simple de construire une seule série, sans correspondance extérieure, puisqu'une série suppose déjà une multitude de rapports additionnés, qui doublent ainsi de complexité dans le cas de deux séries parallèles. Mais, d'autre part, on pourrait également supposer, et cela par comparaison avec la correspondance cardinale, que toute mise en correspondance constitue un moyen d'analyse pour le sujet, et qu'ainsi construire deux séries semblables peut être plus simple psychologiquement que d'en construire une seule.

La réponse, très instructive, que les faits ont donnée à cet égard est que construire une seule série ou mettre deux séries en correspondance terme à terme revient exactement au même, la coordination des rapports exigée par une seule série étant d'un ordre de difficulté égal à celui dont relève la correspondance elle-même. Les observations montrent, en effet, que si l'enfant ne parvient pas à mettre les poupées et les cannes en correspondance, il ne peut pas non plus les sérier correctement en séries isolées. En revanche, sitôt que la sériation est possible, la correspondance l'est aussi.

Epreuve 5 : Conservation de la Substance

Bibliographie :

Piaget, J., & Inhelder, B. (1962). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Seconde édition. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé. (Dans le chapitre 1, pages 6 à 29).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant*. Paris : P.U.F. (Dans le chapitre VIII, pages 320 à 327).

Inhelder, B. (1963). *Le diagnostic du raisonnement chez les débiles mentaux*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé. (Lire Appendice : directions pratiques).

Problème et technique :

Etudier comment se forme la notion d'invariance de la matière à travers les déformations d'un objet. L'épreuve consiste à modifier la forme d'une boule de pâte à modeler afin d'observer si, aux yeux des enfants, la quantité de matière reste identique malgré les transformations. L'adaptation proposée ici consiste à définir, dès le départ, un certain nombre de situations-types et à présenter systématiquement des déformations où le conflit perceptif est extrême dans le but d'observer plus finement la solidité de l'extension de l'invariant.

Technique de passation :

- Matériel : Deux boules de pâte à modeler (même couleur, même matière).

1/ Présentation de l'épreuve :

L'examinateur présente l'épreuve comme un jeu en posant devant l'enfant deux boules de pâte à modeler de grosseur inégale; il lui explique que pour jouer on fait : "*comme si la pâte à modeler c'était de la pâte de chocolat ou de la pâte de gâteau*". On lui demande alors d'égaliser les deux boules pour qu'il y ait "*la même chose de pâte ou de chocolat à manger dans les deux boules*".

2/ Compréhension de l'égalité de quantité des deux boules :

Avant de commencer l'épreuve, on s'assure que le sujet a bien compris l'égalité de quantité dans les boules. "*Maintenant que tu as arrangé les boules, est-ce qu'il y a autant (la même chose) à manger dans ta boule que dans la mienne ? Si toi tu manges cette boule de chocolat et si moi je mange celle-là, est-ce que nous mangerons autant de chocolat tous les deux, est-ce que nous serons contents "pareils" tous les deux ?*" On évitera d'employer isolément des adjectifs ou des adverbes ("*est-ce que c'est pareil, la même chose*" qui peuvent faire croire au sujet qu'on l'interroge sur l'apparence extérieure des boules).

3/ Déroulement de l'épreuve :

Anticipation des changements de forme de la boule de pâte à modeler et de la conservation de la substance.

On appliquera cette technique uniquement pour la situation a1. Après la compréhension de l'égalité de quantité des deux boules, l'expérimentateur explique à l'enfant que l'on va transformer une des deux boules. Puis l'expérimentateur amène l'enfant à anticiper les formes et les dimensions de cette transformation en lui demandant :

1) d'anticiper les formes et les dimensions par verbalisation, dessin ou en choisissant un choix parmi plusieurs dessins.

2) de prévoir s'il y aura ou non autant de pâte dans la boule transformée.

a/ Déformation en "saucisse" :

On transforme une des deux boules en cylindre, l'autre restant identique.

a1 - Cylindre court de forte section

Une fois la transformation effectuée, l'examinateur demande au sujet: "*est-ce qu'il y a pareil, plus ou moins de pâte dans la boule que dans la saucisse ?*" La réponse obtenue, l'examinateur demande au sujet de justifier sa réponse : "*comment le sais-tu ? Pourquoi y a-t-il pareil de pâte dans la boule que dans la saucisse, ou pourquoi plus dans... que dans...?*". Après toute réponse correcte, l'examinateur présente des contre-exemples adaptés au comportement et aux verbalisations du sujet. Ils visent à éprouver la solidité de ses réponses. On passe ensuite à une autre déformation.

a2 - Cylindre plus allongé

Même technique qu'au a1.

a3 - Cylindre très allongé

Même technique qu'au a1.

Item « retour à l'état initial » par anticipation:

"*Si avec la saucisse on refait la boule, qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce qu'il y aura la même chose à manger dans les deux boules ou pas la même chose, pourquoi ?...*" Puis, on fait reconstituer la boule par le sujet et on passe à la situation suivante après avoir demandé l'égalité de quantité dans les deux boules.

b/ Déformation en "galette"

b1 - Galette de petit diamètre

"*Est-ce qu'il y a pareil, ou plus ou moins de pâte à manger dans la boule que dans la galette ?*" "*Comment le sais-tu ?*" Donner des contre-exemples en cas de réponse correcte.

b2 - Galette de diamètre moyen

b3 - Galette de grand diamètre

Item « retour à l'état initial » par anticipation:

Même question qu'en a/.

Puis on fait reconstituer la boule par le sujet et on passe à la situation C après avoir demandé l'égalité de quantité dans les deux boules.

c/ Déformation "en morceaux"

c1 - Boule découpée en trois morceaux :

"*Est-ce qu'il y a pareil, plus ou moins de pâte à manger dans la boule que dans les morceaux ensemble ? Comment tu le sais ? Explique*". Contre-exemple s'il y a lieu.

c2 - Boule découpée en six morceaux

c3- Boule découpée en un très grand nombre de morceaux.

Item « retour à l'état initial » par anticipation:

"*Si avec les morceaux on refait la boule, est-ce qu'il y aura la même chose à manger dans les deux boules, ou pas la même chose? Pourquoi? "* On fait reconstituer la boule par le sujet et l'on demande l'égalité de quantité dans les deux boules.

Problème des aides apportées à l'enfant :

Après avoir recueilli les comportements et les arguments spontanés de l'enfant, il faut essayer de le faire progresser vers une conduite plus évoluée (plus opératoire) en lui donnant quelques indices susceptibles de l'aider. On choisit ces indices en fonction des conduites spontanées, par exemple si :

a) L'enfant est à un stade de non conservation franche : Il y a dans ce cas une expérience intéressante à faire qui nous éclaire sur les mécanismes psychologiques sous-tendant les notions de conservation. Cette expérience consiste à fournir pour une phase de l'épreuve les arguments pertinents de conservation (identité simple ou compensation). On les explique simplement à l'enfant puis on lui pose à nouveau les questions de conservation. On observe en général que ces enfants ne peuvent assimiler les schèmes de conservation que l'expérimentateur vient de lui donner car ils ne possèdent pas encore les structures logiques permettant de les intégrer.

b) L'enfant est à un stade de conservation intermédiaire : On choisit la situation qui paraît la plus propice à la découverte de l'invariant et on essaie, par des aides adaptées, d'amener l'enfant à coordonner ses centrations successives. A ce niveau de raisonnement, les sujets bénéficient de l'aide car ils sont en mesure de l'intégrer aux structures opératoires qui s'amorcent.

c) Si l'enfant a acquis l'invariant : On essaie de lui faire verbaliser et expliciter les différents arguments de conservation (réversibilité simple, identité, compensation). On sait en effet qu'il y a un décalage entre la compréhension de la conservation et son explication correcte. Les enfants qui accèdent à la conservation ne savent pas encore verbaliser l'origine de leur certitude.

4) Conduite et interprétation de l'épreuve :Adaptation de l'épreuve au sujet :

L'épreuve telle que nous venons de la décrire comporte 9 situations différentes mais on ne posera pas systématiquement les 9 questions de conservation. Il faut s'adapter au niveau de raisonnement du sujet le plus finement possible. Si, par exemple, un sujet donne une réponse de non-conservation -en situation a2-, on ne lui présentera pas a3 ; au contraire, si l'on se rend compte que l'enfant est proche de la conservation, on lui posera d'emblée les questions de conservation à partir des situations offrant les conflits perceptifs extrêmes. Il s'agit de situer l'enfant avec précision parmi les niveaux de raisonnement que nous décrivons maintenant :

Non conservation (NC), s'il ne manifeste aucun comportement de conservation.

Conservation (C), s'il ne manifeste que des comportements de conservation. NB Par réponse de conservation, on entend : l'affirmation et le maintien de l'égalité de quantité de substance en présence d'une déformation perceptive extrême et de contre-arguments.

Conservation intermédiaire (CI), s'il donne quelques réponses de conservation seulement pour certaines situations (pour a°/ et b°/ par exemple et pas pour c°/) ou seulement dans les cas où le conflit perceptif n'est pas exagéré, ou si ces réponses tombent à cause de contre-arguments. On voit ainsi comment grâce aux différentes situations de l'épreuve on peut situer l'enfant à un niveau précis de conservation.

Evaluation des verbalisations : Nous distinguerons les arguments suivants :

- absence d'argument ou arguments non pertinents : "C'est pareil parce que la vôtre est au chocolat et la mienne aussi".
- identité : "c'est pareil, on n'a pas ajouté de chocolat, on n'en a pas enlevé".

- réversibilité simple : retour à l'action initiale (réversibilité de l'action): "si on refait une boule, c'est pareil, alors il y en a pareil".
- compensation : "c'est plus grand (galette), mais ça (boule) c'est plus haut".

5) Etalonnage :

a) Etabli sur une population genevoise avec l'épreuve classique :

Pourcentage des différents niveaux de comportements pour 25 sujets par âge.

	5	6	7	8	9	10
C	16	16	32	72	84	100
NC	84	68	64	24	12	0
CI	0	16	04	04	04	0

b) Etabli sur une population française d'enfants de Cours Préparatoire avec l'épreuve présentée :

Pourcentage des différents niveaux de comportements pour 44 sujets âgés de 6;3 à 6;9.

C	09
NC	68
CI	23

Epreuve 6 : Quantification de l'Inclusion

Bibliographie :

Piaget, J., & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structures logiques*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.

Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (1974). *Apprentissage et structures de la connaissance*. Paris : PUF (voir pages 212 et suivantes).

Problème et technique :

Examiner la signification donnée au mot "quelque" puisque l'expression "tous les B sont (quelques) A" semble d'abord comprise comme signifiant "tous les B sont tous les A".

Matériel :

Un bouquet de fleurs (B) comprenant 10 marguerites blanches (A) et 3 tulipes rouges (A') (possibilité de confectionner des fleurs en carton ou d'utiliser des fleurs en tissu).

Etapas de l'épreuve :

- description du matériel
- inclusion des classes A et B à propos du bouquet (deux questions)
- inclusion des classes A et B à propos d'une manipulation sur le bouquet, "inclusion agie" (une question)
- soustraction logique (deux questions)
- inclusion des classes A et B à propos de l'évocation de ces classes avec généralisation (une question)

Techniques et consignes :

a/ Présentation et description du matériel :

"Comment on appelle tout ceci ? ... On pourrait dire que les blanches sont des... et les rouges des...? Connais-tu d'autres fleurs ? Les roses...encore... "

"Est-ce que les marguerites sont des fleurs ?"

"Est-ce que les tulipes sont des fleurs ?"

Noter simplement les verbalisations.

b/ Inclusion des classes A et B à propos du bouquet :

"Dans ce bouquet, il y a-t-il plus de fleurs ou plus de marguerites ?" Comment le sais-tu? Plus de... que quoi ?... " Si nécessaire, faire redire par l'enfant la question qui lui a été posée pour s'assurer qu'elle a été entendue ; reprendre s'il y a lieu.

c/ Inclusion des classes A et B à propos d'une manipulation sur le bouquet ("inclusion agie") :

Deux enfants sont devant le bouquet de fleurs. L'un dit : "je vais prendre toutes les marguerites; l'autre dit: je vais prendre toutes les fleurs. Lequel sera le plus content ? Quel bouquet sera le plus grand ? ...Pourquoi?" (éventuellement, utiliser deux poupées pour figurer les enfants).

d) Soustraction logique :

"Si je te donne toutes les marguerites, est-ce qu'il me reste quelque chose dans le bouquet?"

"Si je te donne toutes les fleurs, est-ce qu'il me reste quelque chose dans le bouquet?"

e) Inclusion des classes A et B : généralisation.

"Dans le monde, partout, est-ce qu'il y a plus de fleurs ou plus de marguerites ? Pourquoi?"

Remarques :

- après avoir noté littéralement les réponses, insister pour recueillir des justifications;
- en cas de réponses correctes, présenter des contre-exemples qui incitent l'enfant à réfléchir et à exposer ses arguments.

Evolution des conduites :

Stade I : L'enfant donne tantôt "un", tantôt "tous" pour "quelques-uns" comme pour tous les éléments. "Durant le premier stade, l'enfant demeure incapable de saisir que les classes B contiendront toujours plus d'éléments que les classes d'ordre A, et cela parce que psychologiquement, il ne parvient pas à penser simultanément le tout B et les parties A et A'. ce qui revient à dire, logiquement qu'il ne conçoit pas encore la classe B comme résultant de l'addition B égal A plus A', ni la classe A comme résultant de la soustraction A égal B moins A'." (Piaget, J., & Szeminska, A. (1950). *La genèse du nombre chez l'enfant* (p. 209). Neuchâtel: Delachaux & Niestlé).

Stade II : "Tous" veut dire "beaucoup" et "quelques-uns" veut dire un ou deux. Dans le cas de petites collections (2 ou 3 éléments), "quelques" se confond parfois avec "tous". Bien que faisant la distinction des deux termes au niveau verbal, les enfants ne la font plus au niveau de la manipulation. "Le stade II est caractérisé par la découverte intuitive -et non déductive- de la réponse juste, c'est à dire qu'il y a tâtonnement avant la construction correcte et non pas composition immédiate" (Piaget & Szeminska, 1950, p. 223).

Stade III : Toutes les réponses sont correctes. Le sujet parvient d'emblée à la découverte de la composition additive des classes, et donc à l'inclusion.

Epreuve 7 : Ordre Linéaire et Ordre Cyclique

Bibliographie :

Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : P.U.F. (Chapitre III).

Position et technique :

Etudier l'ordre linéaire simple (ABC...) et l'ordre cyclique (ABC...XYZABC...) et même "compliquer ce dernier" par une présentation en faux nœud.

Matériel :

Une boîte contenant une vingtaine de perles de différentes couleurs: rouge, bleu, jaune, vert. Une tige rigide sur laquelle sont enfilées 9 perles dans l'ordre suivant : bleu, jaune, vert, rouge, bleu, jaune, vert, bleu, rouge. Un collier (une tige souple fermée) où sont enfilées 9 perles dans le même ordre. Une tige souple.

Déroulement :

- demander à l'enfant de nommer les couleurs des perles.

1ère partie : Ordre direct

Disposer devant l'enfant la tige rigide où sont enfilées les 9 perles. Donner à l'enfant la boîte de perles et la tige souple. Demander à l'enfant de choisir les mêmes perles et de les enfiler exactement comme sur le modèle. Si l'enfant fait des erreurs, mettre les 2 tiges face à face pour lui faciliter la comparaison. Bien observer comment procède l'enfant. Enlever les perles enfilées par l'enfant, les remettre dans la boîte.

2ème partie : Ordre cyclique

Disposer devant l'enfant le "collier" de perles. Lui donner le fil souple et la boîte de perles. Consigne: "Tu vas enfiler ces perles sur cette tige pour faire exactement le même collier. Si nécessaire lui montrer qu'on peut recourber la tige et lui donner une forme circulaire. Noter comment l'enfant procède pour prendre un point de repère et comment il le repère.

3ème partie : Ordre inverse

Disposer devant l'enfant la tige rigide comportant les perles. Lui donner la boîte et le fil et lui demander d'établir l'ordre inverse, c'est-à-dire rouge, bleu, vert...

4ème partie : Copier le collier disposer en 8.

L'expérimentateur demande à l'enfant de copier le collier en huit (faux nœud) sur une tige souple permettant de l'ordonner en huit puis sur une tige rigide.

Résultats :

Niveau 0 : L'enfant place les perles au hasard sans référence au modèle.

Niveau 1 : L'enfant établit une correspondance par ressemblance d'éléments et place les mêmes perles mais sans respecter l'ordre.

Niveau 2 : L'enfant construit des couples selon le principe du voisinage mais ne sait pas coordonner ces couples entre eux ; il n'admet pas la conservation du voisinage lorsqu'un couple est ajouté.

Niveau 3 : L'enfant sait établir une correspondance d'ordre si le dispositif permet une correspondance visuelle directe. Si ce n'est pas le cas, l'enfant procède à nouveau par couples incoordonnés entre eux. Il ne comprend pas la relation "entre". Traduction de l'ordre cyclique en ordre linéaire; soit l'enfant n'établit aucun ordre, soit il fait quelques rapprochements incoordonnés entre eux.

Niveau 4 : L'enfant établit une correspondance d'ordre (linéaire ou cyclique) possible sans arriver à l'identité de configuration perceptive entre modèle et copie. Il sait traduire l'ordre cyclique en ordre linéaire. Il suit l'ordre inverse jusqu'à l'élément médian puis ne sait plus continuer. Pour l'ordre en huit, l'enfant suit le pourtour de chaque boucle du huit successivement sans s'occuper du croisement.

Niveau 5 : L'enfant établit l'ordre inverse par tâtonnements successifs: soit il bute sur le point médian, soit il remet un couple en ordre direct.

Niveau 6 : L'enfant construit d'emblée l'ordre inverse. Collier en "huit" (ordre cyclique avec semi enveloppement) : l'enfant fait encore un ou deux essais avant de réussir.

N.B. Noter toutes les réponses de l'enfant.

Epreuve 8 : Les tapis et les barrières : l'ordination et la cardination

Bibliographie :

Piaget, J. (1941). *La genèse du nombre chez l'enfant* (Chapitre VI). Paris: Presses Universitaires de France (7e édition, 1991, pp. 181-189).

Présentation :

Etant données les difficultés pour l'enfant de dissocier, dans la numération ordinaire, l'ordinal (i.e., le rang d'un élément dans une série) du cardinal (i.e., le nombre d'éléments dans la série), Piaget et ses collaborateurs ont imaginé le problème suivant qui présente un décalage des ordinaux par rapport aux cardinaux. Lorsque l'on dit de quelqu'un : « *il est dans sa vingtième année* », cela signifie qu'il n'a que dix-neuf ans révolus : il faut distinguer, en pareil cas, l'aspect *ordinal*, qui correspond à l'année en voie d'écoulement, et l'aspect *cardinal*, qui correspond au nombre d'années révolues. Dans ce cas, les deux aspects ne coïncident pas. Comme la mesure du temps est spécialement compliquée pour l'enfant, Piaget a proposé un équivalent spatial de cette situation.

Soit un écolier s'exerçant au saut : il passe par-dessus une première barrière, puis une seconde plus haute, une troisième encore plus haute, etc. jusqu'à la 7^{ème} barrière. Mais pour prendre son élan et pour retomber sans se blesser, il a besoin, étant en savates de gymnastique, de petits tapis que l'on étend sur le terrain avant et après chaque barrière, soit 8 tapis en tout.

Matériel :

On présente au sujet un matériel composé de 7 petites barrières graduées en hauteur, de 8 petits tapis de dimensions constantes, et d'une poupée qui figure le gymnaste. De cette manière, si la poupée est sur le 3e tapis, cela signifie qu'elle a sauté 2 barrières et, si elle a franchi la 5e barrière, cela signifie qu'elle a touché 6 tapis, etc.

Déroulement :

Les questions que l'on pose à l'enfant sont les suivantes.

- 1°/ D'abord, après avoir placé les deux premiers tapis devant et derrière la première barrière, on peut demander : « *Combien faut-il mettre de tapis pour la première barrière ?* »
- 2°/ Une fois que l'enfant a construit la série des barrières et des tapis, on fait sauter le bonhomme et on l'arrête, pour des raisons quelconques, après 3 barrières, donc sur le 4e tapis. On pose alors la deuxième question : « *Combien de barrières ont-elles été sautées et combien de tapis ont-ils été touchés ?* ».
- 3°/ Troisième question : on enlève les 8 tapis ainsi que quelques barrières et l'on demande combien il faut de tapis pour les barrières restantes.
- 4°/ Quatrième question : on mélange les barrières, on en choisit une (par exemple la 4e) et on demande combien de barrières ont été passées avant celle-là.
- 5°/ Cinquième question : les barrières sont mélangées mais on aligne, par exemple, 5 tapis : on demande le nombre de barrières, sautées et lesquelles ?
- 6°/ Sixième et dernière question : on pose à nouveau *n tapis* et l'on demande quelle est la barrière sautée en dernier lieu (avant le nième tapis).

Interprétation :

Les problèmes ainsi posés sont : (i) la sériation (cf. question 4) ; (ii) la correspondance entre le nombre des tapis et celui des barrières, soit $n + 1$ tapis pour n barrières (cf. questions 1 et 2) ; (iii) le nombre cardinal des barrières déterminé par le rang de cette barrière (cf. question 4) ; (iv) le nombre ordinal et cardinal des barrières déterminé par le nombre cardinal des tapis (cf. questions 3, 5 et 6).

Les problèmes 1 et 3 ont déjà été examinés, une première fois, dans l'épreuve 4 (sériations simples). En revanche, les problèmes 2 et 4 posent d'une manière nouvelle la question des relations entre l'ordination et la cardination.

La question de la sériation permet de retrouver les mêmes stades que précédemment : 1°/ sériation globale, 2°/ sériation intuitive avec tâtonnements contrôlés par la perception et 3°/ sériation systématique due au groupement des relations.

Le problème de la relation entre le nombre des tapis et celui des barrières donne lieu à trois stades également, qui correspondent aux précédents. Durant le premier, il n'y a pas compréhension de la loi : ou bien l'enfant ne peut s'empêcher de croire que le nombre des tapis est égal à celui des barrières, ou bien, détrompé par les faits, il recompte, chaque fois, sans méthode systématique. Au second stade, l'enfant découvre la loi par tâtonnements empiriques et, au troisième, il la déduit, dès la première constatation, et cela pour n'importe quel nombre de barrières.

Le problème du nombre des barrières correspondant à un rang donné fournit les trois stades déjà connus : échec au premier stade, réussite au second mais à condition de reconstituer toute la série et compréhension au troisième.

Quant au problème du nombre des barrières et de leur composition ordinale en tant que déterminés par un nombre donné de tapis, au premier stade, il y a incompréhension. Au second stade, l'enfant arrive bien à poser un tapis de plus que de barrières, mais avec diverses difficultés de nature ordinale ; au troisième stade, il y a réussite complète, en particulier lorsque l'on demande le rang de la barrière sautée en dernier lieu par rapport à un nombre donné de tapis (tandis qu'au second stade il y a confusion de ce rang avec le nombre des tapis).

Exemples de conduites observées :

Premier Stade. Voici des exemples du premier stade, au cours duquel il n'y a donc ni sériation correcte, ni compréhension des rapports entre les ordinaux et les cardinaux en jeu dans le problème. A ce stade, les enfants ne savent ni sérier seuls les barrières, ni reconstituer le nombre cardinal de celles qui sont déjà passées lorsqu'on en désigne une quelconque en désordre. Quant au rapport du nombre n des barrières et du nombre $n + 1$ des tapis, il demeure entièrement incompris. Certes il y a une convention dans la donnée, mais c'est l'enfant lui-même qui place les tapis et il sait bien pourquoi on les dispose ainsi. Enfin et surtout, lorsqu'il a échoué à prévoir le nombre des tapis, il a sous les yeux la rangée toute construite des barrières et des tapis, et cependant son erreur est la même : il identifie invinciblement le nombre des barrières et celui des tapis, comme si la correspondance était univoque et réciproque.

Par exemple Luc (4 ans), après avoir compté 5 barrières, place lui-même 6 tapis, les compte et en conclut qu'il y a 6 barrières. Constatant qu'il y en a 5, il refuse alors de croire à 6 tapis et les déclare au nombre de 5, puis, comptant à nouveau les tapis, il en conclut une fois de plus qu'il y a 6 barrières ! De même Ray (4 ans et demi), après avoir prévu 5 tapis pour 5 barrières, en pose lui-même 6 : néanmoins il oscille aussi sans cesse entre l'idée qu'il y a n tapis puisqu'il y a n barrières et celle qu'il y a $n + 1$ barrières puisqu'il y a $n + 1$ tapis ! Or, cette confusion qui caractérise ainsi la perception de la rangée toute faite autant que les prévisions antérieures à sa construction, est d'un certain intérêt pour l'étude de l'ordination elle-même, bien qu'elle paraisse au premier abord n'affecter que la correspondance cardinale. Notons d'abord qu'il ne s'agit pas d'un phénomène isolé mais qu'on retrouve la même conduite lors des expériences de partage d'une bande de papier par exemple, lorsque l'enfant voulant faire 3 parties donne 3 coups de ciseaux sans comprendre qu'il divise en 4. Or, dans l'un et l'autre cas, l'erreur s'explique par une incoordination de la cardination et du rang : comprendre que si chaque barrière est placée entre 2 tapis, il y aura $n + 1$ tapis pour n barrières, c'est, en effet, se placer simultanément au point de vue de l'avant et de l'après, tandis que l'enfant a une tendance invincible à se placer soit au point de vue de l'avant (un tapis

devant chaque barrière) soit au point de vue de l'après (un tapis derrière chaque barrière) et alors il oublie, soit le dernier, soit le premier tapis. Dès lors, bien qu'en pratique le sujet soit parfaitement capable de construire correctement une suite de $n + 1$ tapis pour n barrières, il la traduit cardinalement sous la forme d'une correspondance terme à terme simple et identifie sans plus le nombre des tapis et celui des barrières.

Deuxième Stade. Au deuxième stade, on observe une sériation intuitive et une découverte empirique de la relation entre le nombre des tapis et celui des barrières, mais sans compréhension de la relation. La continuité entre les réactions de ce stade, au cours duquel débute cependant la compréhension des rapports en jeu, et celles du premier stade est d'un grand intérêt pour notre analyse.

Il est tout d'abord bien clair que les enfants apprennent à sérier comme tous les sujets de ce niveau intuitivement et empiriquement. D'autre part, lorsqu'il s'agit de déterminer combien de barrières ont été passées avant une barrière d'un rang donné, le sujet ne parvient à répondre qu'en reconstituant la série totale, comme d'habitude. Or, en ce qui concerne les questions nouvelles soulevées par le problème des barrières et des tapis, les réactions de ce stade sont en parfait accord avec les comportements déjà connus grâce aux épreuves précédentes.

En premier lieu, le rapport du nombre des barrières et des tapis, au lieu d'être systématiquement déformé dans le sens de l'identification, comme au premier stade, donne lieu à une accommodation, mais tout empirique, de la pensée du sujet. Par exemple, Rémi (5 ans) recompte à chaque question, correctement mais sans aucune déduction, le nombre des uns et des autres. Jean (6 ans), par contre, ainsi que les sujets les plus avancés du stade, aboutissent à une induction élémentaire de la loi, mais sans compréhension réelle et à titre de simple généralisation des expériences faites.

Quant aux questions cruciales du nombre des barrières qui correspond à un nombre donné de tapis, de l'ordre de ces barrières et du rang de la dernière, les réactions de ce stade s'avèrent intermédiaires comme toujours, mais avec quelques particularités notables. Du point de vue cardinal, l'enfant est à peu près obligé d'intercaler un nombre correct de barrières, puisque leur emplacement est déterminé entre chaque couple de tapis : aussi Rémi met-il bien d'emblée 3 barrières pour 4 tapis. Mais si, au lieu de procéder aussi empiriquement en intercalant les barrières une à une, l'enfant cherche à formuler le rapport ou à préparer d'avance les barrières, le sujet retombe alors dans l'erreur du premier stade : par exemple Rémi veut 4 barrières pour 4 tapis, et Jean également. On voit combien la loi est peu comprise encore.

En conclusion, ces réactions du second stade montrent une fois de plus l'incapacité dans laquelle se trouve l'enfant de ce niveau de coordonner la sériation avec la cardination. Lorsqu'il pense au nombre cardinal des barrières, le sujet oublie l'ordination ou bien il série en fonction du dernier tapis seulement, et lorsqu'il pense à sérier en fonction de la dernière barrière, il oublie le nombre des tapis.

Troisième Stade. Au cours du troisième stade, toutes les questions donnent lieu à des solutions correctes à peu près simultanément. En voici des exemples. On constate d'abord que chacun des enfants sait sérier sans hésitation, c'est-à-dire en coordonnant d'emblée les relations en « plus grand que » et « plus petit que ». En outre, pour un élément donné isolément, l'enfant de ce niveau retrouve et ordonne les termes qui précèdent sans avoir besoin de reconstituer l'ensemble de la série intuitive.

Quant au rapport du nombre des barrières et de celui des tapis, qui constitue l'objet propre de cette épreuve, les sujets montrent par leur compréhension qu'un tel problème peut être résolu à l'âge de 7 ans. Par exemple, Shon (7 ans) comprend d'avance, c'est-à-dire au seul énoncé verbal de la consigne, que, pour n barrières, il y aura $n + 1$ tapis. Mais si Benoît et Aude s'attendent à devoir poser autant de tapis que de barrières, ils saisissent immédiatement le rapport dès qu'ils construisent la rangée, et c'est là ce qui constitue la nouveauté de ce stade. Les raisons invoquées à cet égard sont instructives: pour Benoît, s'il y a $n + 1$ tapis, c'est « parce qu'il y a 2 tapis de plus », c'est-à-dire un à chaque extrémité. Pour Shon, s'il n'y avait n tapis pour n barrières, « la barrière dernière ne serait pas suivie d'un tapis ». On voit que l'explication de ces enfants revient toujours à dire : si l'on se place au point de vue de l'« après », il faut rajouter un tapis avant et si l'on se place au point de vue de l'« avant » il faut rajouter un tapis après.

Dès que ce rapport est compris, la question de savoir combien il faudra de tapis pour n barrières déjà sériées est évidemment résolue d'emblée. Quant au problème des n tapis auxquels il faut faire correspondre un nombre donné de barrières sériées depuis la 1ère, il est, chose intéressante, résolu en même temps que les questions précédentes. Par le fait même de mettre toujours en relation n X avec $(n + 1)$ Y, les X étant intercalés entre les Y, et de le faire consciemment et avec système, l'enfant acquiert donc - et c'est ce qui est nouveau pour ce stade - la capacité d'ordonner les barrières, depuis la plus petite jusqu'à la plus grande, en renonçant à considérer les plus grandes comme étant les dernières en soi quel que soit le nombre des tapis présentés.

En bref, la solution de ce problème comme celui des cartons en escalier ou des bâtons, montre que l'ordination opératoire, en dépassant le niveau de la sériation intuitive, s'appuie nécessairement sur la cardination et réciproquement : la compréhension du rapport cardinal entre n X et $(n + 1)$ Y suppose, en effet, une ordination opératoire, avec mise en relation de l'avant et de l'après, et cette ordination suppose un tel rapport cardinal.