Manuel théorique et éducatif d'épistémologie génétique

Aide au développement de la
compréhension des
figures intentionnelles chez l'enfant
de 3 à 9 ans

Plan

Introduction
- Préambule
- Méthode
- Les figures janusiennes
- *Note sur la littérature psychologique scientifique*

1. Le contexte psychologique
- Psychologie et épistémologie génétique
- Piaget et l'égocentrisme
- L'intentionnalité
- La psychologie de l'enfant et la théorie de l'esprit

2. Quelques modèles de la mise en phase
- L'opération chez Piaget
- Linguistique et programme minimaliste
- Les fusions de la biologie
- La calculabilité

3. Présentation des 25 figures intentionnelles de l'étude
- Description
  - Bipolarité
  - Relation
  - Opération
  - Concept
- Caractéristiques générales

4. Liens avec la théorie opératoire

L'opération
L'abstraction réfléchissante
Le passage des correspondances aux transformations

5. La théorie des catégories

Le dernier modèle de Piaget
Les ensembles et les catégories
L'apport des catégories : morphismes et foncteurs
Les foncteurs adjoints
Les carrés commutatifs
Les représentations

6. Un modèle pour les figures intentionnelles

Commutativité et genèse du concept
La diagonale : du diachronique au synchronique
La réversibilité dans le carré
Tableau d'application concrète aux 25 figures instanciées dans les séries de dessins

7. Présentation détaillée des 25 figures

Conclusion

INTRODUCTION

Préambule

Il n'est pas simple de rédiger un écrit qui se veut pratique mais ne peut omettre les éléments de théorie qui en clarifient les buts. Nous avons néanmoins tenté de nous y appliquer. Dans une souci de clarté, ce manuel est composé de deux parties indépendantes :

1. Un manuel plus théorique qui pose les bases psychologiques des exercices proposés en les situant de façon plus large dans les progrès spectaculaires des sciences *dures* depuis un siècle. Les adaptes des travaux empiriques, des normes et des statistiques dont l'accumulation à elle seule ne fait pas théorie seront peut-être choqués, voire déroutés ; qu'ils considèrent néanmoins que ce travail s'adosse à un nombre considérable de travaux empiriques et il n'a d'apparence spéculative qu'en proposant un cadre de pensée inhabituel.
Ce premier fascicule est porté sur la théorie. Sans goût pour ce genre d'approche, ou si vous pensez peut-être que le travail de l'esprit présente une instabilité et une incohérence telles que tout effort d'approche rationnelle est vaine, passez l'essentiel du texte et reportez-vous directement au chapitre 7 à la présentation des 25 figures qui feront l'objet des entretiens avec les enfants au moyens de petits séries de dessins présentés dans le second fascicule.

2. Un fascicule comportant un ensemble de petites bandes dessinées à soumettre aux enfants en les guidant de la façon simple, cordiale et attentive propre à tout acte éducatif, et coutumière à tous les parents et enseignants qui n'auront ici qu'à freiner leur directivité un peu plus que d'habitude et résister à donner des explications qui ne seraient pas comprises par les plus petits

Le monde mental du jeune enfant est difficilement accessible à l'adulte. L'introspection n'est pas possible et ce qu'il pense en retrouver ainsi n'est qu'illusion et souvenirs reconstruits en raison de la sévère amnésie infantile des première années. Avec le développement du langage les conceptions de l'enfant relatives au monde physique et social s'éclaircissent peu à peu mais demeurent souvent surprenantes et peu compréhensibles par l'adulte qui les attribue au manque d'attention, à l'irréflexion ou plus simplement au *nimportequisme,* sans en chercher de logique sous-jacente. Les psychologues ont été longtemps démunis pour

évaluer le développement des enfants d'école maternelle et le sont toujours lorsque ceux-ci montrent une inhibition sociale pouvant aller jusqu'au mutisme extra-familial. Et pourtant les enfants ne disent et ne font pas n'importe quoi pour une raison très simple : aux mêmes niveaux de développement ils pensent et disent tous la même chose. Évidemment cette assertion n'a de sens qu'avec le niveau d'abstraction approprié de l'analyse.
Depuis un siècle la psychologie de l'organisation et du développement de la pensée de l'enfant a fait des progrès remarquables en empruntant ses modèles à de nombreuses sciences connexes, principalement la logique dans un premier temps, puis la linguistique et, plus récemment, la philosophie analytique.

C'est sur ces bases que ce travail est conçu pour être destiné destiné à l'éveil des jeunes enfants, guidés par des parents ou des pédagogues. C'est un ouvrage d'*épistémologie génétique* dans le sens que lui a donné Piaget, c'est-à-dire étude et élucidation du développement des connaissances chez l'enfant et l'adolescent. L'épistémologie est la discipline qui se consacre à l'étude de l'histoire des sciences, et, plus généralement à tout ce qui concerne la connaissance (*epistêmê* : connaissance ; *logos* : étude, discours). L'adjectif génétique n'a rien à voir ici avec la biologie et l'hérédité, il évoque une genèse, un développement.

Les enfants concernés par cet ouvrage ont entre 3 et 7-8 ans, parfois plus, période pendant laquelle de profondes évolutions leur permettront de concevoir les croyances et les points de vue des autres et de comprendre de très nombreux concepts courants ayant une forme complexe.
Bien sûr l'épistémologie génétique est aussi de la psychologie de l'enfant, mais nous préférons un label plus précis et moins connoté des représentations actuelles de la discipline, qui, pour des raisons que nous ne développerons pas, est surtout devenue une psychologie de l'éducation, du soin, de la norme et du bien-être, souvent plus ou moins étayée sur la neurologie.

L'épistémologie génétique étudie des phénomènes mentaux. Et l'évaluation de l'évolution des compétences mentales enfantines passe principalement pour nous par le **langage**, interactif avec l'adulte qui aide mais ne suggère pas. Par le langage et non pas par neuro-imagerie, par observation de comportements infra-verbaux, ou de comparaisons avec les compétences inférées du comportement d'animaux supérieurs, voire des ordinateurs (LLM par exemple). Cela ne signifie pas que nous nions l'intérêt de ces recherches ni l'importance de leurs découvertes, mais elle demeurent encore tangentielle à la psychologie humaine classique et au langage, même si la pression de certains milieux a quasiment obligé les psychologues à écrire *neuro-* devant tout le vocabulaire de leur discipline. C'est une prise de pouvoir que la neurologie, l'éthologie et l'étude du comportement des

nourrissons ont posé sur l'épistémologie génétique, mais c'est aussi un phénomène habituel lors de l'apparition de chaque nouveau paradigme (associationnisme, béhaviorisme, cognitivisme, etc.).
Bien sûr, ces recherches sont d'un grand intérêt, les découvertes des neurones miroirs, du cerveau prédictif, etc. etc. ont été de grandes avancées et nous n'avons jamais pensé que sans une organisation préalable très complexe façonnée par l'évolution, c'est-à-dire avec la seule *tabula rasa* de Locke, les conditions de possibilité de l'intelligence humaine seraient réunies.[1]
Nous resterons ici fidèle à l'instanciation du mental par l'activité et l'éducation, essentiellement langagière (mais pas que) et dispensée par les parents, les enseignants et les pairs. Et fidèle aussi bien sûr à l'objectif de Piaget de fournir des modèles logiques rendant la cognition plus intelligible. Nous n'étudions pas les conduites spontanées ni autres compétences précoces mais leur représentations mentales explicitées dans le langage qui atteste la prise de conscience.

Méthode

Les *figures intentionnelles* ou *janusiennes* qui notre objet d'étude seront présentées en détail. Disons pour le moment que ce sont des situations qui requièrent la confrontation de deux points de vue alternatifs. Par exemple dans un *prétexte*, il y a une raison publique invoquée et une raison cachée qui est la véritable motivation de l'action. Dans un jeu de mots il y a une collision entre deux sens différents d'un même mot. Dans un rapport, une même valeur peut être confrontée à deux référentiels différents : 50 kg c'est lourd pour un homme mais léger pour un cheval. etc. Ces figures ont une double requête : 1) la prise en compte de plusieurs points de vue et 2) la capacité de composer les points de vue différents ou opposés.

Nous étudions 25 figures choisies parmi un ensemble beaucoup plus vaste que nous avons inventorié, la première présentée, la croyance, occupe toutefois une place privilégiée dans la psychologie moderne. [2] Nous y reviendrons en détail.
Nous étudions des représentations. Le monde du théâtre est celui de la représentation par excellence. Chaque fois qu'il nous

1 Il suffit de considérer le monde animal dont nous sommes issus et le réperetoire considérable de conduites instinctives qu'il déploie : on donne un os un chien de 3 ans qui n'a jamais vu que des croquettes, après l'avoir rogné pendant un certain temps il va l'enterrer dans le jardin. Il nous a vu l'espionner alors, après notre départ pour trouver une position de guet plus discrète, nous le voyons le déterrer pour le réenfouir ailleurs. Qui lui a appris tout ça ? Quelle conscience a-t-il du but de ses actions ?

2 Tous les illustrations de ces deux petits volumes ont été faites sur nos instructions précises par le générateur d'images d'Open AI qui est programmé par ChatGPT qui sert d'interface. C'est un travail long qui nécessite de nombreuses reprises et ajustements. Nous sommes également très reconnaissant envers ChatGPT qui nous a guidé dans le dédale du lexique des catégories et du pointillisme de ses définitions.

fournira un exemple nous l'évoquerons.

Dans le premier fascicule nous présentons quelques éléments de théorie empruntés à diverses sciences pour fixer les idées, et un modèle abstrait plus général. Ce modèle est principalement destiné à clarifier la façon dont l'enfant s'approprie la classe des concepts étudiés. Dans un second fascicule, les 25 figures choisies sont rassemblées et soumises à la sagacité des enfants avec le concours de petites séries de dessins, chacune consacrée à un concept précis dont la compréhension jalonne la sortie de l'*égocentrisme cognitif* entre 3 et 6-7 ans, voire plus. Chaque histoire met en scène deux jeunes garçons d'âge indéterminé (Yvan et Théo) dont le jugement est mis à l'épreuve par leur grande soeur (Léna).

La méthode est simple : après avoir lu l'histoire, l'adulte interroge l'enfant sur sa signification, en gros : « et toi tu penses quoi de ça ? qui a dit vrai ? etc. ». Il n'y a pas de cohérence à établir entre les réponses d'Yvan et Théo d'une figure à l'autre. Chacun à leur tour ils font preuve de sagacité. Certaines figures mettent les deux garçons en concurrence et on interroge l'enfant sur son choix et on le fait motiver. D'autres demeurent plus ouvertes, dans tous les cas l'adulte se garde de suggérer ou d'expliquer. On se laisse guider par cette célèbre sentence de Piaget : « On ne comprend bien que ce qu'on invente ou découvre par soi-même ». Cette conception sous-tend une pédagogie active, non pas au sens ou on s'agite mais au sens où on réfléchit au lieu de se faire imposer des savoirs malcompris et dont l'utilité n'est pas reconnue. Il est d'ailleurs bien rare qu'une réponse laisse un trace profonde si elle ne répond pas à une question préalable. Combien de fois avons-nous entendu des étudiants nous dire : « On ne se souvient plus de ça, on l'a fait l'an dernier... » ; sous-entendu « on l'a appris pour l'examen et on s'est ensuite dépêché de l'oublier. »

Il est naturellement complètement déplacé de montrer de l'agacement si l'enfant ne comprend pas la situation. Ces histoires ne sont pas destinées à une présentation unique ni dans un ordre imposé.

Il y a un fond contextuel et culturel pour chaque figure qui est naturellement une source de variabilité, on essaie dans la mesure du possible de le rendre disponible à l'enfant.

Nous ne nous attachons pas à administrer de quelconques preuves ni à entrer dans des discussions psychologiques lorsque les faits supportent des interprétations concurrentes. Nous voulons simplement donner aux adultes qui feront parler les enfants sur ces petits scénarios un fond de carte pour les comprendre, les guider dans l'élaboration des concepts. Nous souhaitons présenter

des éléments de **leçons** libres et non pas des **tests**. L'objet est éducatif et non pas évaluatif.

Les figures janusiennes

Pourquoi choisir le qualificatif *janusienne* ? Le dieu romain *Janus* (qui a donné *janvier*) était à l'interface de l'année passée et de l'année nouvelle, il regardait plusieurs choses à la fois, c'était le dieu des portes et des fenêtres, du passé et du présent, le dieu aux deux visages :



Le terme de *figure* renvoie à la fois aux multiples cas de « figures » qui ressortissent toutes au même genre d'analyse et, bien sûr, aux deux figures de Janus. Ces figures sont aussi des concepts. Bifaces, comme nous allons le développer plus bas en montrant qu'elles ne peuvent être comprises qu'avec deux regards simultanés qui doivent être fusionnés. C'est précisément à propos de cette **fusion**, dont l'élucidation est notre objectif principal, que nous allons chercher différents modèles dans les sciences afin d'en extraire des caractères universels.

Il reste maintenant à étudier plus en détail la façon dont les deux faces des figures se fondent en un concept unique. Pour fixer les idées et situer notre méthode, un court survol de la littérature scientifique contemporaine est nécessaire pour mettre en contraste les paradigmes habituels et l'entretien piagétien.

Note sur la littérature psychologique scientifique

La théorie de l'esprit est devenu un thème majeur de la psychologie de l'enfant à partir des années quatre-vingt. L'étude de la croyance s'est étendue à d'autres formes intentionnelles et les publications se comptent maintenant par milliers. Elles se composent de plusieurs types d'études. Pour fixer le vocabulaire nous appelons *variables* les objets étudiés : compétences, concepts, dimensions, etc.

* Les études statistiques différentielles (comparaisons de groupes d'enfants), indispensables surtout dans le domaine de la pathologie et des troubles du développement, à la fois pour affiner les diagnostics et les aides spécifiques, aussi pour contribuer à la psychologie générale. Elles peuvent être enrichissantes si elles ne se bornent pas à créer des dimensions sans intérêt attesté, soutenues par une profusions de statistiques souvent opaques conduites sur des échantillons dont très peu sont suffisamment représentatifs de la population pour en tirer des enseignements solides et un progrès scientifique véritable.
* La psychologie comparée, qui inclut la psychologie pathologieque (fdifférente de la psychopathologie) peur conduire à des rapprochements sur le filiation des conduites. Nous en verrons un exemple particulièrement éclairant avec la première figure consacrée à la fausse croyance.
* Les études développementales, rarement avec des méthodes longitudinales qui permettent l'examen des mêmes enfants à des périodes différentes, en raison des difficultés particulières liées à cette méthode. Elle sont donc la plupart du temps transversales en comparant au même moment des groupes d'enfants d'âges différents égalisés sur d'autres critères sensibles. Ces études fournissent des âges moyens de maîtrise des concepts, elles sont très utilisées en psychologie dans la construction des tests qui, pour la plupart situent un enfant dans sa classe d'âge.
* Les études associant plusieurs variables afin d'étudier les relations qu'elles entretiennent. Elles sont en général assez instructives puisqu'elles s'adressent à un large fonds commun de conduites. Ces études ont deux buts possibles :

1. Le premier date de l'essor de la psychologie scientifique à la charnière des 19° et 20° siècles, et de la théorie statistique qui en est la cheville ouvrière : le calcul de matrices de corrélations et leur *analyse factorielle* qui met statistiquement en évidence un fonds commun d'aptitude aux diverses conduites. Il vise à mettre en lumière, l'organisation profonde qui rend compte des liens qu'elles entretiennent. Elles sont associées à la mise en évidence du célèbre *facteur G* d'intelligence générale qui a été «découvert» en premier et qui a impulsé les recherches futures.

2. Le second objectif, non exclusif, que peuvent avoir ces études est de de calculer la valeur prédictive de la conjonction de plusieurs variables sur une seule. Ce sont des paradigmes classiques de la régression statistique en psychologie, par exemple dans la triade QI, origine sociale et réussite scolaire. Ces études ont permis récemment de consolider l'idée d'une phase sensible de développement de l'intentionnalité entre 3 et 7-8 ans, avec des paliers consolidés et communs à tous les enfants. Ces études ont pris leur essor avec les méthodes statistiques élaborées dans la première moitié du vingtième

siècle et utilisées d'abord en agronomie pour élaborer les plans d'expérience. Il s'agit de l'*analyse de variance* et de tous ses dérivés qui, comme l'analyse factorielle, est due aux travaux novateurs de statisticiens anglais. On peut citer Galton, Spearman et Fisher. Ils ont laissé une empreinte scientifique définitive dans toutes les sciences expérimentales.
* La psychologie sociale, qui n'est pas la sociologie, étudie la psychologie de l'individu dans son contexte relationnel et social, et montre comment l'ensemble de sa personne en subit des influences profondes. Interpersonnelle par essence, elle est naturellement au cœur de l'intentionnalité, mais avec ses théories et ses concepts propres.
* Citons également les études interculturelles, importantes diront les uns, plus anecdotiques diront les autres. On montre par exemple que les enfants asiatiques comprennent la fausse croyance et le mensonge un peu plus tard que les occidentaux. Question de culture et d'éducation bien sûr.
* Les études neuro-psychologiques. Nous en avons parlé, elles sont en dehors de notre préoccupation qui est de saisir le développement de l'intentionnalité uniquement par l'interface du langage. Ce qui, répétons-le ne nie en aucune façon l'intérêt de ces travaux. Mais il faut circonscrire les problèmes et les méthodes, la psychologie est devenue un habit d'Arlequin et il est bon de choisir un lieu théorique et de s'y tenir, par bonne méthode et non par dogmatisme.

Nous nous garderons de formuler un avis global sur tous ces travaux que nous citerons très peu pour la simple raison qu'il est maintenant possible de lister tout ce qu'on veut « en quelques clics » selon la formule consacrée. Nous mentionnerons quand même quelques études séminales, anciennes, qui ont tracé la voie de beaucoup de recherches ultérieures. Il est habituel que les premières recherches d'un nouveau paradigme soient les plus fécondes et qu'elles tracent la voie aux progrès ultérieurs.

Les études piagétiennes se différencient de tous ces paradigmes en abandonnant les statistiques et les normes pour se consacrer à l'analyse (essentiellement logique) des conduites et à leur filiation en *stades*, selon la terminologie consacrée.

1. LE CONTEXTE PSYCHOLOGIQUE

Psychologie et épistémologie génétique

Une définition sommaire mais profonde de l'intelligence humaine consiste à dire que son activité essentielle consiste à *mettre deux systèmes en phase*, c'est-à-dire à faire en sorte qu'ils puissent fonctionner ensemble à un niveau supérieur d'abstraction et que, d'un premier palier en apparence hétérogène, voire antagoniste, il émerge un concept agoniste et coopératif.
Avant que la psychologie contemporaine de l'enfant ne fusionne pour une large part avec les problèmes d'éducation sous la

bannière du *développement* [3], l'épistémologie génétique était la discipline mondialement reconnue de ce champ de recherche.
Toute l'œuvre du grand psychologue et épistémologue Jean Piaget, son fondateur, est centrée sur cette question de la construction progressive des concepts par un travail de mise en phase de leurs composantes. On connaît les célèbres expériences de conservation des quantités logiques ou physiques qui ne sont pas maîtrisées ni argumentées par les enfants avant 7-8 en en moyenne.
Un bon résumé du projet de Piaget tient dans cette formule : « La logique est l'axiomatique de la raison dont la psychologie de l'intelligence est la science expérimentale correspondante. » Cela signifie qu'au cours de son développement mental, l'enfant construit des concepts et montre des raisonnements de plus en plus complexes et que cette complexité peut (et doit) être formalisée par des structures logiques, existantes ou à construire, qui ne se bornent pas à en être un reflet mais ont un équivalent fidèle dans les opérations de la pensée et montrent leur rationalité. Il décrit ainsi par exemple la pensée opératoire concrète (7-12 ans environ) comme la maîtrise progressive des *groupements* d'opérations, qui ne sont rien d'autre que des arbres et des tableaux dans lesquels la fusion des données de l'expérience conduit aux constructions abstraites de niveau supérieur : des invariants. Si l'on considère l'exemple de la conservation du nombre, malgré les leurres perceptifs de l'étirement ou de la contraction d'une rangée de jetons, il est clair qu'elle résulte d'une fusion dont la cheville ouvrière est la compensation des transformations : une rangée plus longue s'explique par des espacements plus importants entre les jetons et vice versa. Ces deux constats isolés ne prennent sens que lorsque la longueur totale et les espacements seront « mis en phase » pour garantir l'invariance du nombre.

Piaget a fondé à Genève un *Centre international d'épistémologie génétique* (CIEG) qui a reçu le concours de scientifiques éminents de tous horizons et qui a été actif jusqu'à sa disparition en 1980. Il a lui même produit des dizaines d'ouvrages (dont 37 qu'il a dirigés et rédigés en partie ou en totalité sous le label du CIEG) et des centaines d'articles.

Piaget et l'égocentrisme

Piaget n'a pas aussi intensivement étudié la logique des petits que celle des enfants d'âge scolaire. Il a néanmoins développé le concept central d'*égocentrisme*, décrié par tout ceux qui n'y ont rien compris (ou fait semblant de n'y rien comprendre) pour

3 Alors que, paradoxalement, la psychologie scientifique de l'enfant s'est construite au dix-neuvième siècle sur l'exigence d'une nette séparation entre les deux domaines, en raison essentiellement du caractère normatif de l'éducation. Les normes, contingentes et variables par essence, doivent rester en dehors du champ de la science.

imposer une vision plus, voire exclusivement, sociale du développement. L'idée centrale de l'égocentrisme est que, jusque 4 ans environ, l'enfant est prisonnier de ses propres représentations et n'imagine pas qu'autrui puisse en avoir de différentes. Ce concept n'a rien à voir avec un manque de sociabilité, un égoïsme prononcé ou un refus d'apprendre d'autrui. Au contraire, Piaget écrit dès 1923 que « c'est quand il est à son maximum de sociabilité que l'enfant est à son maximum d'égocentrisme ». Beaucoup de psychologues sans grand talent se sont fait un nom en tentant de prendre Piaget à contre pied sur tel ou tel point. L'égocentrisme a été une cible de choix pour la psychologie marxiste (Vygotski qui, lui, avait beaucoup de talent !, et tous ceux qu'il a inspirés). Comme on le verra, la théorie de l'égocentrisme cognitif de Piaget a reçu un soutien spectaculaire et définitif de travaux récents, sans toutefois éteindre le courant socio-cognitiviste, tout-à-fait légitime quand il met en avant tout ce que nous devons aux autres, plus discutable quand il en fait le vecteur quasi-exclusif du développement et devient une sorte d'empirisme social.

L'intentionnalité

Depuis Thomas d'Aquin, l'*intentionnalité* est devenue un sujet de réflexion philosophique de premier plan pour la scolastique. Ce terme, issu du latin *in-tendere* (tendre à l'intérieur) désigne les rapports entre les représentations (la pensée) et le monde extérieur. Un postulat solide est que toute représentation est une représentation **de** quelque chose dans le monde. Cette intentionnalité au sens large ne doit pas être confondue avec l'intentionnalité au sens plus strict (qui en est une composante) : c'est-à-dire le lien entre un but qu'on se propose et les moyens pour l'atteindre (e.g. « j'ai l'intention de me rendre en Italie. »)
Deux points importants de vocabulaire et de logique doivent être éclaircis dès maintenant.

1. L'*esprit* est un terme qui, dans l'étude de l'intentionnalité, désigne *the mind* et non *the spirit*, *la mente* et non *lo spirito* - et montre en passant l'une des nombreuses faiblesses du vocabulaire français qui agglutine les significations et doit souvent recourir à la périphrase pour se faire entendre. C'est exclusivement dans le sens de *mind* que nous évoquerons l'esprit. Le français dispose quand même de l'adjectif *mental ;* quant aux mentalités, c'est autre chose.

2. L'esprit n'obéit pas à la logique *extentionnelle* classique, mais à la logique *intensionnelle* avec un **s** hérité de l'ancienne distinction entre *extention* et *intension.* On dit aujourd'hui *extention* et *compréhension,* en énumérant ou en décrivant un ensemble en mathématique.
Suivant un usage courant maintenant, on distingue *Intension* (une représentation au sens large, noter la majuscule), *intention* (se

donner un projet) et *intension* (la description en compréhension).

Détaillons cette différence.

En logique *extensionnelle* (le domaine des mathématiques et de la logique, et pas seulement), les substitutions sont permises :

Si je sais que $x = y$ et $y = z$, j'ai le droit d'écrire $x = z$ et de remplacer toutes les occurrences de x par z.
Si je sais que $x = 2y$ et que $y = 3z$, j'écris naturellement $x = 6z$. Cette logique repose sur la substitution des équivalences.

Elle a montré une puissance sans pareille dans la description du monde physique, indépendant de points de vue propres.
Le langage de cette logique qui est celle des mathématiques, a connu des évolutions importantes au fil des siècles. On peut citer deux contributions majeures clarificatrices qui sont restées, celles de Descartes et de Frege.

En logique *intensionnelle*, l'écriture des intensions distingue deux choses :

1. Une *attitude*, qui est la plupart du temps un verbe mental : *savoir, croire, douter, désirer,* etc.
2. Un *jugement* qui est le contenu de l'attitude.

On note : attitude[jugement] pour montrer l'encapsulation du jugement dans l'attitude, son appropriation par le sujet.

Considérons maintenant ces deux phrases :

1. Œdipe *sait que [il épouse Jocaste]*.
2. *Jocaste est la mère d'œdipe.*

Il est clair que la substitution est interdite et qu'on ne peut pas dire :

3. Œdipe *sait que [il épouse sa mère]*.

Autre exemple :

1. *Roland croit que [la théorie de la génération spontanée est vraie]*.
2. *La théorie de la génération spontanée est fausse.*

Il est interdit d'en déduire

Roland ne croit pas que [la théorie de la génération spontanée est vraie].[4]

Il en résulte que les états mentaux sont *sémantiquement opaques* :

1. Ils suspendent la **référence** : ce sont les substitutions interdites des exemples ci-dessus.
2. Ils suspendent l'**existence** : la vérité de *Paul croit [que le paradis existe]* ne dépend pas du fait que le paradis existe ou non.
3. Ils suspendent la **vérité** : la vérité de *Sophie pense que [la terre est plate]* ne dépend pas du fait que la terre soit plate ou pas.

La question de l'intentionnalité très étudiée par les scolastiques[5], est redevenue à la mode au dix-neuvième siècle, sous l'influence de Brentano et elle s'est imposée comme un thème majeur de la *philosophie analytique*. Contrairement à la philosophie traditionnelle, dont les liens avec la métaphysique (c'est-à-dire tout ce qui échappe à l'investigation scientifique) sont souvent étroits, la philosophie analytique s'attache essentiellement à la clarification logique du langage et de la pensée (projet que lui assigne Wittgenstein) et à l'examen et la consolidation des concepts liés à l'approche rationnelle et scientifique. Cette philosophie est principalement développée dans les pays anglo-saxons, on l'oppose parfois à la *philosophie continentale* de la vieille Europe. Elle est assez peu, mais bien, représentée en France. Citons, quelques grands précurseurs de ce courant philosophique à l'orée du 20° siècle : Gottlob Frege, Charles Sanders Pierce, Bertrand Russel, Ludwig Wittgenstein, George Edward Moore.

4 Ouvrons une parenthèse pour noter qu'on voit ainsi toute la complexité du langage humain et à toutes les clarifications qu'il demande dans les rapports interpersonnels, où l'on n'a souvent que l'illusion de parler des mêmes choses, dans l'éducation, ou dans les psychothérapies par exemple.

5 Et aussi par les auteurs grecs. Il n'est pas rare de voir citer Aristote comme un précurseur de la philosophie analytique.

Domaine central de l'intentionnalité, la *croyance* (terme général qui englobe les attitudes épistémiques : penser, savoir, etc.) a été un thème majeur de la philosophie analytique qui a dégagé une bi-partition de l'esprit adoptée par (quasiment) tous les psychologues maintenant : d'un côté *les croyances*, qui englobent les savoirs et tout ce qui touche aux représentations, et d'un autre côté *les désirs*. Une théorie de l'action assez claire s'en dégage : les désirs forment des buts, les croyances fournissent la logistique de l'action qui permet de les atteindre. Un exemple qui a fait plusieurs fois le tour du monde... : *je veux boire une bière ; je sais qu'il y a de la bière dans le réfrigérateur ; je vais chercher une bière dans le réfrigérateur.*

Au-dessus ce ce schéma il y a la composante émotionnelle qui conditionne les désirs et peut aussi contaminer les croyances. Sans trop entrer dans le détail, disons simplement que l'émotion fournit un verdict à l'action : positif quand l'action a satisfait le désir (et donc en principe, mais pas nécessairement, validé les croyances) et négatif quand l'action échoue (falsification de la croyance : le réfrigérateur était vide...) ou est impossible à entreprendre pour diverses raisons (par exemple : je n'ai pas réussi à contacter un ami, j'en éprouve de la frustration). Une défense ordinaire (quand elle n'est pas pathologique) face à l'échec de l'action peut consister à réviser la croyance pour rationaliser la non satisfaction du désir (cf. le renard de la fable qui trouve finalement que les raisins « sont trop verts et bons pour des goujats. »

Notons en passant que, s'il n'y a en gros qu'une seule émotion positive : le bonheur, la satisfaction, il y a en revanche une grande palette d'émotions négatives, beaucoup plus de façons de souffrir que d'être heureux disent les pessimistes. La psychologie de l'enfant répartit classiquement les émotions en deux catégories :

1. Les émotions primaires, universelles, liées au rapport direct entre le sujet et l'objet : le dégoût (objet répulsif) ; la peur (objet dangereux) ; la tristesse (perte de l'objet) ; la colère (principalement devant la frustration - passive ou active et l'obstacle à l'atteinte des buts)[6] ; la surprise qui est seule émotion épistémique est une violation des croyances ; elle peut être positive ou négative et associée à toutes les autres émotions. Contrairement aux autres sa durée de vie est en général courte.
2. Les émotions dites secondaires, d'apparition plus tardive dans le développement, qui subordonnent la relation du sujet à l'objet au regard évaluateur d'*autrui* (le *surmoi* de la psychanalyse) : la honte (autrui me juge négativement), la fierté (autrui me juge positivement, m'admire), la pudeur, la culpabilité et tous leurs dérivés. Notons que ces émotions secondaires, déjà analysées par Aristote qui en a décelé l'usage que pouvaient en faire les hommes de pouvoir, ont été bannies par les philosophes cyniques pour ces raisons, et non pas pour un simple avatar constitutionnel tel que celui que les religions et le sens commun ont donné au sens du mot. Ils veulent être aussi indifférents aux émotions sociales secondaires que les chiens à la pudeur (étymologie : *kuon* : chien). Évidemment on ne peut pas débarrasser le cynisme de son côté a-social.

6 La colère a toujours eu mauvaise presse, la perte de sang-froid conduit à des actions irraisonnées. Il est curieux de vois que la colère a changé de statut en devenant une justification de toutes les revendications : « La colère des marins-pêcheurs ; des agriculteurs ; des policiers, etc. »

La psychologie de l'enfant et la théorie de l'esprit

Comme suite aux interrogations des philosophes analytiques, la psychologie a commencé à s'interroger sur les croyances, les désirs et leurs liens. Ce sont d'abord les primatologues qui ont abordé la question auprès des grands singes.[7] Dans une série d'expériences avec son chimpanzé *Sarah*, David Premack a montré, dans un article séminal avec Woodruff en 1978 : (*Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind ?*) que, si les chimpanzés pouvaient deviner les désirs d'autrui en choisissant la bonne façon de les aider à les réaliser, leur accès aux croyances était beaucoup plus incertain et est d'ailleurs toujours un sujet de débat. C'est Premack qui a introduit la notion de *Theory of mind* qui est devenue un classique et qui suggère que nous avons une théorie du mental d'autrui comme nous avons une théorie des objets physiques ou du monde marchand.

La question de la croyance est plus complexe, en raison d'un trait qui la distingue radicalement du désir : elle peut être fausse, alors qu'un désir n'est jamais faux : il peut être stupide, irréaliste, délirant, pervers, etc. mais jamais faux. Il s'ensuit logiquement qu'on ne peut attribuer la maîtrise des croyances d'autrui que sous la condition expresse qu'elle puisse être fausse, ou plus globalement, différente de notre croyance propre. La *copy theory* par exemple fournit la métaphore de l'esprit des petits se mettant constamment à jour en recevant le monde comme une sorte de récepteur TV, dans ce cas les fausses croyances ne peuvent exister et la logique intensionnelle est violée.
Nous rejoignons ici l'intuition fondamentale de Piaget sur l'égocentrisme enfantin : *le jeune enfant ne distingue pas ses croyances de celles d'autrui*. Hélas, Piaget n'a pas pris la peine de documenter expérimentalement cette idée (qui, curieusement, a paru assez anecdotique avant d'envahir la psychologie de l'enfant un demi-siècle plus tard) à la manière dont il le fera de façon spectaculaire pour celles relatives à l'intelligence concrète et formelle, ce qui l'a engagé dans la polémique stérile que nous avons évoquée plus haut à propos de l'égocentrisme, et sur laquelle les tenants radicaux de la construction sociale de la cognition qui en ont déformé le sens n'ont encore guère fait acte de contrition.

Il a fallu attendre 1983 pour qu'une expérience décisive qui fait maintenant partie de l'histoire de la psychologie, donne des

7 A*pes* en anglais, doté d'un cerveau plus complexe dont il existe assez peu d'espèces (chimpanzés, gorilles, bonobos, humains) par opposition aux *monkeys* dont il existe des centaines d'espèces.

éléments puissants d'élucidation de cette question. C'est l'expérience du « petit Maxi » que nous présentons et mettons en image dans la première des 25 figures janusiennes. Comme beaucoup des grandes expériences de la science elle est simple, presque simpliste, et n'a rien à voir avec les problématiques complexes et les lourds protocoles, souvent pompeux dans leur forme et dérisoires dans leur but, mais dont l'injonction faite aux jeunes chercheurs de *publier ou périr* rend la profusion inévitable. Cette expérience est aussi simple que déroutante, c'est *la lettre volée*, tous les parents on vu ce comportement chez leurs jeunes enfants, mais l'ont l'attribué simplement à l'immaturité, l'inattention, au *nimportequisme*, sans chercher ses fondations logiques ou mentales. Il est notable que c'est la théorie qui a guidé l'expérience et non une expérience due à la sérendipité qu'on aurait ensuite cherché à rationaliser.

Cette expérience est due à deux psychologues autrichiens, Wimmer et Perner, qui l'ont refaite plusieurs fois sous différentes formes tellement le résultat était contre intuitif. Notons qu'il s'est déroulé cinq années entre la publication de cette expérience et celle de Premack et Woodruff.

Nous la relatons en quelques phrases, une description plus précise et imagée en est donnée dès la première figure que nous présenterons : on présente à l'enfant testé la maquette d'une cuisine équipée de deux placards, disons A et B, et deux personnages : le petit Maxi et sa mère. Ils ont été faire des courses et ont acheté du chocolat qu'ils rangent dans le placard A. Puis Maxi s'absente pour aller jouer. Pendant qu'il est parti sa mère prend un peu de chocolat et remet la plaque dans le placard B. Puis Maxi revient et on demande à l'enfant qui a suivi toute la scène : « à ton avis, où Maxi va t-il aller chercher son chocolat pour goûter ? » la réponse robuste et déroutante chez les petits jusque 4 ans et demi environ est :

« Dans le placard B !
- Pourquoi ?
- parce qu'il est dedans ! »

Cette expérience a été répliquée des centaines de fois par de nombreux chercheurs, en introduisant souvent des modifications visant à éliminer un artefact, mais sans succès ; plus personne ne doute maintenant de la robustesse des résultats.

Wimmer, H. & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition, 13*, 103-128.

Pourquoi Piaget n'a t-il pas fait cette expérience en 1930 ? Ça reste pour nous assez mystérieux.

2. QUELQUES MODÈLES DE LA MISE EN PHASE

L'opération chez Piaget

Bien que l'auteur n'ait pas fait sur les jeunes enfants les mêmes types d'expérience que sur ceux d'âge scolaire, le concept d'*opération* demeure un analyseur puissant puisqu'il renferme à la fois une relation logique entre la structure de deux actions[8] et la possibilité de les effectuer en pensée où tout est possible, même vider un tube de dentifrice et le remplir à nouveau avec une action inverse. Un argument essentiel de la conservation de la substance (expérience célèbre de la boule d'argile) est que l'enfant de sept ans dira qu'il y a toujours autant de pâte parce qu'on a déformé la boule qui paraît en contenir plus (ou moins) mais qu'on peut la reformer en renversant l'action. Cet argument est un de ceux qui attestent la conservation. Ce sont les mêmes arguments qui permettront la formation de beaucoup d'autres notions dans d'autres domaines.[9] Piaget utilise une forme dégénérée du groupe mathématique, le groupement, pour rendre compte de la spécificité des opérations menées sur des ensembles qui n'ont pas qu'un seul élément neutre mais aussi des *identiques spéciales*, et il donne une classification des groupements dans le détail de laquelle nous n'entrerons pas, parce qu'elle est technique et, de plus, parce qu'elle n'est pas directement liée à notre propos relatif à l'enfant plus jeune qui n'a pas encore atteint l'âge de raison des sept ans. Retenons simplement cette notion de *mise en phase* à l'aide d'opérateurs logiques qui ont un soubassement concret sur lequel nous reviendrons. Voyons d'autres approches qu'on peut considérer convergentes au niveau d'abstraction approprié.

Linguistique et programme minimaliste

Chomsky, un des moteurs de la « révolution cognitive » dans les années cinquante a produit des travaux exceptionnels sur la

8 Les schèmes de Kant. C'est un concept très puissant qui encapsule un objet sous une action. Il peut être aussi général que la définition d'une classe en informatique. L'action peut encapsuler de nombreux objets. Le schème montre sa puissance descriptive et la prévalence de l'action : je vais fermer une porte, je suis distrait par autre chose en chemin et je reviens en ayant fermé la lumière.

9 Notons que Piaget n'utilise pas le terme de concept, très chargé en effet quand on voit la grande production philosophique qu'il a suscitée. On peut toutefois décider de l'employer avec assurance dans des domaines parfaitement circonscrits. Dire par exemple en informatique qu'une classe est un concept, ses objets des instances du concept et ses sous-classes des concepts dérivés de moins grande extension mais de plus grande compréhension.

linguistique humaine, qu'il a progressivement enrichis, souvent en les simplifiant, avant de fonder dans les années quatre-vingt-dix un programme minimaliste fondé sur la linguistique et la psychologie, mais aussi sur l'anthropologie et la biologie évolutionniste. Il développe avec l'importante communauté de chercheurs qu'il a ralliés une idée simple et profonde, bien que toujours à l'état d'hypothèse pour les paléo-anthropologues : l'intelligence et le langage humains, qui n'ont quasiment rien de commun avec ceux des animaux selon eux, seraient apparus à la suite d'une mutation qui aurait touché un groupe d'humains (voire un seul individu) et aurait rendue possible l'apparition de la fonction **Merge** (fusion).
Cette fonction est précisément ce qui permet à l'esprit humain de concevoir des fruits avec des pommes et des bananes, des outils avec des scies et des marteaux, des actions complexes avec des buts et des intentions, des syntagmes avec des articles et des noms, des phrases avec des sujets et des verbes, des propositions logiques avec des sujets et des prédicats, etc. etc. Et, autre hypothèse profonde : la fonction *merge* est aussi à la base de l'arithmétique : avec 1 et 1 on fait 2, avec 2 et 1 on fait 3, etc.
Les deux caractéristiques inhérentes à la fusion sont : sa capacité à **créer des couples** et la **récursivité** : les fusions fusionnent à leur tour. On en montrera un schéma général plus bas avec les arbres.

Les fusions de la biologie

La biologie de l'évolution utilise des mécanismes de fusion qui fournissent des modèles universels de complexification et qui aident, par comparaison, à imaginer le travail mental de création de concepts.
On peut citer l'*hybridation*, la *chimérisation*, la *symbiose*.
L'hybridation est la reproduction sexuée mitotique que nous connaissons : la fusion des gènes parentaux dans un nouveau génome. La chimérisation est souvent un accident génétique qui crée un individu composé de cellules génétiquement différentes. La symbiose est une forme de chimérisation plus complexe, qui peut être méiotique, et évolutive. La biologiste américaine Lynn Margulis a proposé au début des années soixante une théorie évolutionniste controversée dans ses débuts et largement admise maintenant. Le passage des *procaryotes* (cellules primitives sans noyau) aux *eucaryotes*, qui a duré des centaines de millions d'années était, dans un darwinisme strict conçu comme dû essentiellement aux mutations du génome et aux adaptations. Margulis a montré au contraire que cette évolution était une conséquence de la symbiose (qui suit le parasitisme) de différentes bactéries associés qui ont partiellement fusionné leurs génomes. Les mitochondries par exemple sont d'anciennes bactéries ayant occupé une cellule, d'abord comme parasites, puis comme hôte symbiotique qui crée au fil du temps des associations génomiques et

fonctionnelles de plus en plus étroites avec sa cellule, qui la nourrit par exemple. Margulis et Carl Sagan (auteur de l'*hypothèse Gaïa*) estiment que la symbiose est un processus universel de création de nouveauté :

« ... la symbiose est l'une des expressions d'un phénomène universel, le principe qui consiste à mélanger et à réarranger. Deux organismes, deux systèmes ou deux objets bien développés et adaptés se combinent, réagissent, se redéveloppent, se redéfinissent, se réadaptent - et quelque chose de nouveau émerge. Les inventions humaines exploitent ce principe de mélange/réarrangement en permanence. Par exemple, la montre-bracelet réalise la fusion de l'horloge et du bracelet, le tank celle du camion et du canon, le synthétiseur celle de l'ordinateur et du piano [...]. La recombinaison, qu'elle s'exprime sous la forme d'une infection virale, de l'union d'une algue ou d'un champignon pour constituer un lichen, du cannibalisme chez les amibes, du mariage d'un homme et d'une femme ou de la fusion d'un écran vidéo avec un enregistreur de cassette pour faire un magnétoscope est un des principes qui animent toute la vie sur terre. »

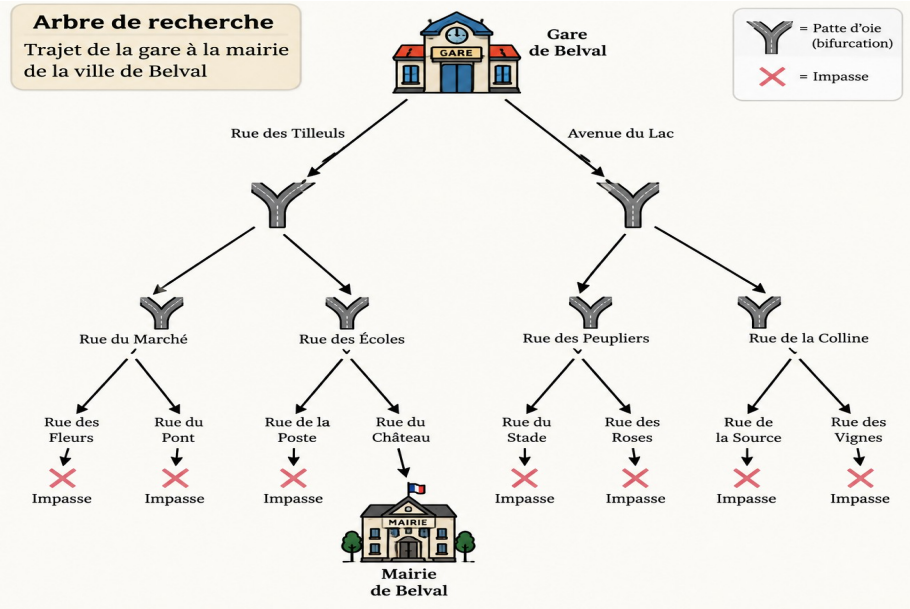
Nous y incluons évidemment la vie mentale.
Imaginons par exemple la première symbiose de la logique des classes et de celle des relations vers sept ans, qui crée des liens entre la cardination et l'ordination : l'enfant comprend soudain que n'importe quel nombre *n* se trouve au rang *n* dans la série des nombres parce qu'il est composé de *n* unités. Les nombres sont équivalents parce que composés de la répétition de la même unité mais différents par leur position dans la série. Chaque nombre a la propriété complexe d'être à la fois plus grand (que le précédent) et plus petit (que le suivant). Ainsi les fondations de la transitivité et plus tard de la distributivité (un des piliers de la scolarité primaire) sont posées.

Le lecteur trouvera beaucoup d'autres exemples de fusions, outils de la montée en complexité, dans d'autres sciences.

La calculabilité

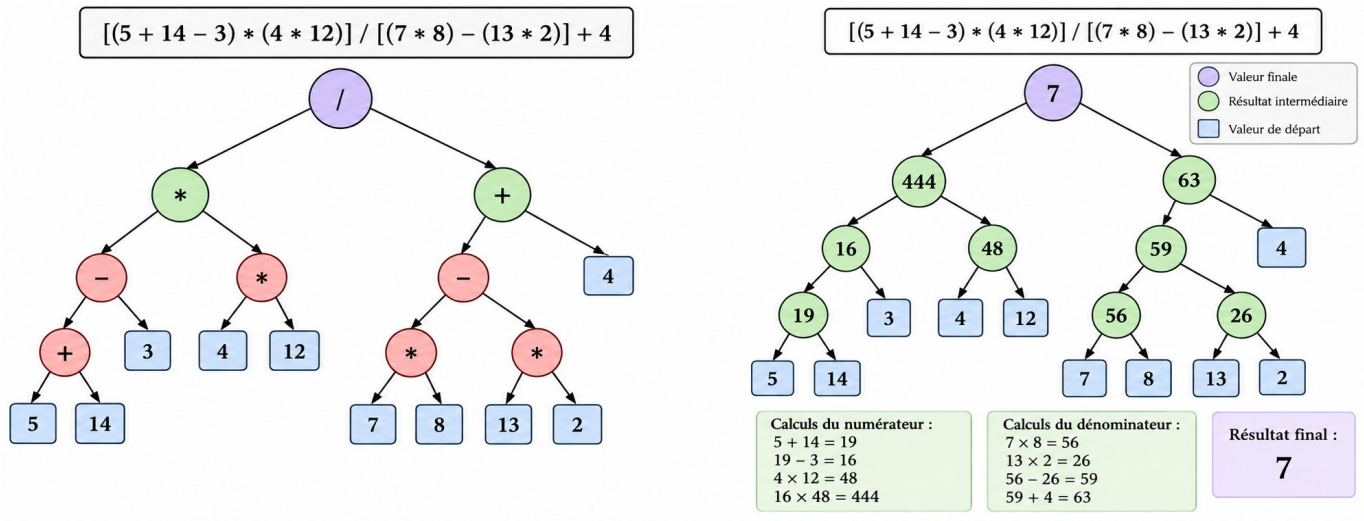
Avant les travaux de Chomsky et l'explosion des sciences cognitives des années quarante et cinquante avec la profusion de nouvelles théories, au milieu des années trente, deux théoriciens de génie, Alonso Church et Alan Turing parviennent à un résultat exceptionnel pour la compréhension de tout calcul et plus particulièrement pour la naissance de l'informatique en démontrant que tous ce qui est calculable est récursif et que, réciproquement, tout ce qui est récursif est calculable.

Calcul doit être étendu au sens large de *computing*, c'est-à-dire non restreint aux nombres et aux mathématiques mais à toutes activité mentale de composition de ressources et de décomposition des buts. Dans une ville inconnue, si je calcule mon trajet pour aller à la mairie, à chaque croisement ou bifurcation de la route je devrai faire un choix à partir d'un plan, en revanche, dans ma ville j'ai en mémoire la branche de l'arbre qui va de chez moi à la mairie. Cette conception a une conséquence fondamentale : tout calcul peut être représenté par un arbre. Par exemple mon trajet de la gare à la mairie :



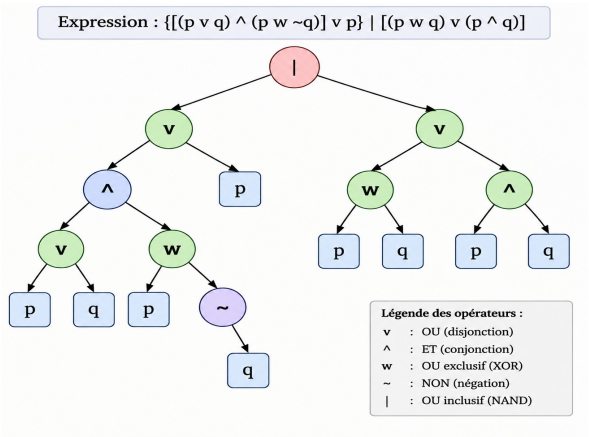
La résolution est simple : à chaque patte d'oie qui fusionne le début de deux rues, je dois faire le bon choix. Dans ce cas je dois déconstruire les fusions en descendant l'arbre.
La construction et la résolution de l'arbre sont obtenues de deux façons différentes.
La construction est une descente progressive dans l'arbre, c'est la décomposition des buts, de type combinatoire, comme l'illustre la théorie des jeux, grande consommatrice d'arbres.
La résolution au contraire commence par les feuilles qu'elle fusionne progressivement (les arbres logiques poussent à l'envers,

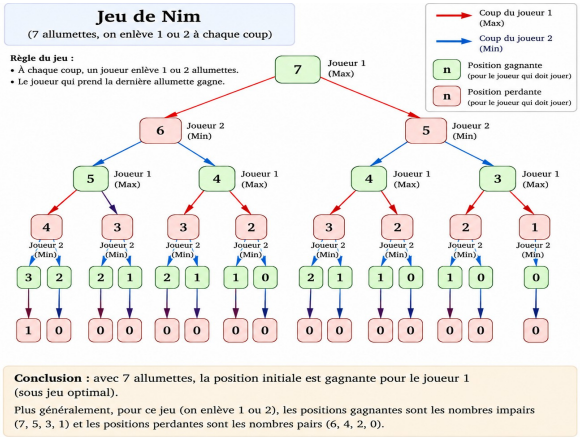
avec la racine en haut et les feuilles en bas). Voyons deux exemples arithmétique où on a supprime la lourdeur de l'écriture de type scolaire (mais le bénéfice d'une écriture ramassée) avec parenthèses, crochets, accolades, barres, etc.:



La notation scolaire cache un calcul arborescent qui consiste à partie du bas et à combiner progressivement les résultats intermédiaires, c'est un calcul par rebroussement (*backtracking*). Dans la partie droite on montre les résultats intermédiaires.

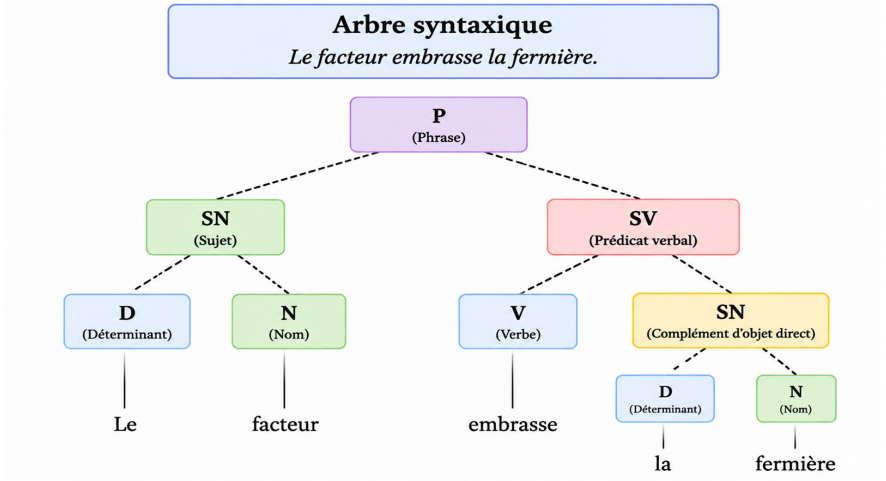
Deux exemples logiques de rebroussement :

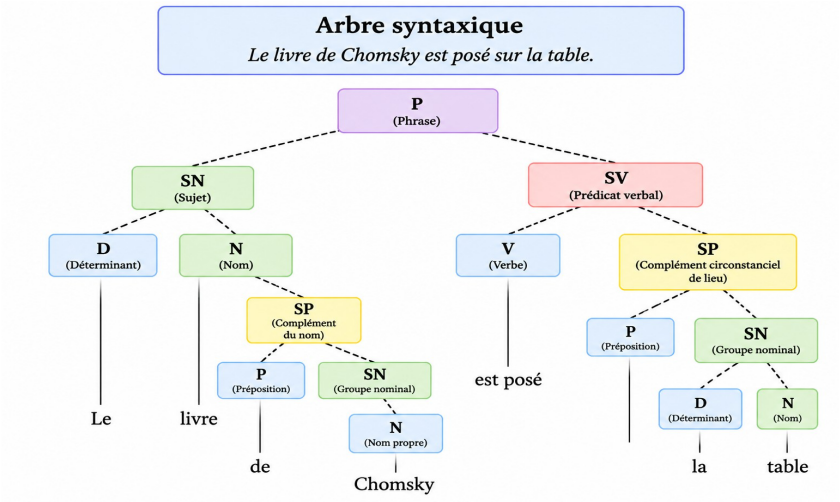




L'arbre de gauche résout une expression de calcul propositionnel.
L'arbre de droite (jeu de Nim) est un arbre combinatoire. Sa construction doit envisager tous les coups possibles : le joueur Max (vert) doit toujours laisser un nombre impair d'allumettes à son adversaire Min (en rose). Cette stratégie dite du *Minimax* est rigoureuse : elle oppose Max qui **peut** forcer le gain à Min qui **doit** accepter la perte. C'est-à-dire que si Max joue correctement Min est obligé de perdre, en revanche Max n'est pas obligé de gagner, il peut faire une erreur et la situation s'inverse : il perdra si Min n'en fait plus.

Deux exemples grammaticaux simples :





Ces arbres représentent la *structure profonde* des phrases. Ils montrent comment s'opèrent les fusions à chaque niveau jusqu'au dernier qui fusionne de quoi ou qui parle : le *thème*, c'est-à-dire le *sujet* et ce qu'on en dit : le *rhème*, le *verbe* et ses compléments : le prédicat en logique. Aux niveaux inférieurs les fusions concernent des syntagmes plus élémentaires. A la base les feuilles sont

des mots du lexique, leurs fusions successives donnent des syntagmes de plus en plus généraux et abstraits.[10]

L'arbre est également la structure de base de l'informatique. Un programme est un arbre. Les compilateurs utilisent des arbres : après avoir lu le code source, ils construisent un arbre syntaxique abstrait pour représenter la structure du programme.

Ce paragraphe sur les arbres ne vise pas à assimiler les raisonnements des petits à des arbres, on peut en revanche le faire facilement à partir des opérations concrètes (7-8 ans). Il insiste simplement sur l'ubiquité de l'opération de fusion et de mise en phase (quelle que soit sa nature) à tous les niveaux de la formation des concepts et du raisonnement.

Revenant à Piaget et à la théorie opératoire, il faut insister sur un point trop souvent rencontré chez les commentateurs critiques. Beaucoup de psychologues reprochent à Piaget d'avoir été prisonnier de l'analyse logique et d'avoir négligé la psychologie du sujet. On retrouve ainsi les mêmes vulgates paresseuses dans les manuels et les cours d'une génération d'enseignants à une autre... En fait toute l'œuvre de Piaget est une subordination de la logique à la psychologie et il y a toujours dans ses analyses le soubassement psychologique du travail mental avant l'analyse logique. L'inclusion, par exemple, ne se réduit pas au groupement additif des classes, celui-ci n'est pertinent que parce que, pour pouvoir penser une violette comme une fleur, je dois faire le geste mental de la penser comme violette, ensuite comme fleur, revenir à la violette, et la penser simultanément comme les deux à la fois. Dans cette fusion ce qui était diachronique devient synchronique. Il y a donc au départ une conduite mentale d'emboîtement comme il y a une conduite de visée pour comprendre la ligne droite, ou de placement et déplacement des objets pour comprendre la nature de l'espace et le dissocier en contenant et contenu, etc, etc. Pour nous, toutes les figures de l'esprit qui commencent à être comprises vers quatre ans, reposent sur des gestes mentaux de ce type qui sont la composante psychologique sans laquelle l'analyse logique demeure stérile.

3. PRÉSENTATION DES 25 FIGURES INTENTIONNELLES DE L'ÉTUDE

Tableau

10 Le phénomène de création de l'arbre est complexe car il dépend en partie de la sémantique. Chomsky considère dans ses derniers travaux que la syntaxe est une projection de la sémantique au sens où chaque verbe encapsule une syntaxe : par exemple tuer implique *sujet-objet* ; frapper *sujet-objet-moyen* ; donner *sujet-objet-attribution* ; etc.

CONCEPT	BIPOLARITÉ donné→inféré	RELATION	OPÉRATION
Croyance	croyance A → B	Divergence	Substitution
Perspective	vues A → B	Perspectivité	Déplacement
Echelle	carte → terrain	Similarité	Homothétie
Rôle	personnage → personne	Vicariance	Entrée dans la fiction
Identité	apparence → réalité	Ressemblance	Superposition
Intention d'action	rationaliséee → restituée	Fidélité	Reconstitution
Interprétation	version A → B	Dualité	Élaboration
Polysémie	sens propre → déplacé	Ambiguïté	Déplacement
Contexte	insertion A → B	Opportunité	Contextualisation
Rapport	référentiel A → B	Relativité	Référentialisation
Mensonge	faux → vraï	Duplicité	Falsification
Genre	espèce → genre	Généricité	Abstraction
Valeur	objet → argent	Équivalence	Échange
Image	montré → caché	Visibilité	Présentation
Métaphore	cible → source	Analogie	Connotation
Exemple	discours → langue	Exemplarité	Instanciation
Application	lettre → esprit	Compatibilité	Lecture de l'intention
Norme	fait → norme	Conformité	Comparaison
Coïncidence	cause imaginée → réelle	Plausibilité	Surjection
Relation	direct → inverse	Réciprocité	Inversion
Prétexte	motif invoqué → réel	Vraisemblance	Dissimulation
Connivence	exprimé → ressenti	Simulation	Subordination
Excuse	obstacle invoqué → réel	Vraisemblance	Falsification
Langage indirect	manifeste → latent	Implicature	Inférence
Ironie	littéral → figuré	Antithèse	Renversement

Description

Pour faciliter leur étude avec des références concrètes, commençons par la présentation et la description générales des 25 figures choisies et qui seront toutes illustrées par des séries de dessins à visée pédagogique exposées dans le second fascicule. Une étude plus précise de chacune d'elles est faite au chapitre 7.

Chaque figure est décrite par quatre composantes :

Bipolarité

Les figures se caractérisent par la coordination de deux représentations distinctes d'une même situation, d'un même objet ou de deux aspects d'une réalité. Elles constituent une voie privilégiée d'accès à l'altérité, notamment lorsqu'elles exigent de prendre en compte les croyances, les intentions, les jugements ou les représentations d'autrui comme distincts des siens.

Cette capacité à reconnaître autrui comme une personne indépendante, possédant ses propres représentations, constitue un palier essentiel du développement psychologique et de l'éducation.

Chaque figure comporte deux faces. Celles-ci peuvent être complémentaires, divergentes, opposées ou simplement différentes. Leur prise en compte successive ne suffit cependant pas à constituer le concept qui les réunit. Celui-ci fait l'objet d'une élaboration spécifique : les deux représentations doivent être coordonnées et comprises comme les termes d'une même organisation. La bipolarité montre les composantes du travail d'élucidation : le résultat n'est jamais observable, il doit être inféré.

Le point de départ est un *donné* qui peut provenir, selon les figures, de la perception, mais aussi d'un discours, d'une croyance rapportée ou d'une conduite observée.
La relation **unit** le donné à l'inféré et, inversement l'inféré au donné.
L'opération **transforme** le donné en inféré et son inverse et peut retourner de l'inféré au donné.

Relation

Les deux termes de la bipolarité sont dans une relation particulière qui décrit ce qui les sépare et, en même temps les réunit. cette relation est également décrite dans le tableau en faisant appel au langage naturel en choisissant le terme qui paraît le plus

approprié et qui la décrit de façon plus ou moins précise selon les cas. Cette relation est statique, elle est un instrument de comparaison.

Opération
Elle décrit le passage du donné à l'inféré, qui constitue précisément le moment crucial de la compréhension, et sans lequel les deux termes demeurent dans une relation antagoniste.

Concept
Le concept enfin décrit de l'ensemble de la figure d'une façon abstraite et générale qui en évoque immédiatement toutes les composantes lorsqu'il apparaît dans le discours. Il constitue un invariant issu de la mise en phase du donné et de l'inféré. Nous verrons que ce qui demeure invariant n'est pas le contenu particulier des situations, mais leur organisation relationnelle et opératoire.

Caractéristique générales

Les figures concernent des domaines variés : compréhension des croyances, perspective spatiale, identité, interprétation, langage figuré, normes, intentions et conduites sociales. Cette diversité conduit à rechercher non une ressemblance superficielle entre les concepts, mais une éventuelle structure commune de leur genèse.

Le tableau fait appel au langage naturel qui ne dispose pas toujours des ressources appropriées suffisamment concises. Par exemple, alors qu'un prétexte est en général considéré comme une sorte de trucage, il n'y a pas de mot pour définir une excuse qui n'est pas nécessairement fausse. Nous avons choisi de nous en tenir à un seul mot pour qualifier chacune de ces rubriques afin de ne pas alourdir leur présentation, au dépens parfois d'un peu de la précision qu'on retrouvera plus tard. Quelques figures sont conçues et présentées dans un sens restrictif qui accentue la bipolarité :

La croyance B est fausse ; l'excuse n'est pas sincère ; l'ironie est une antiphrase.

De plus, les termes que nous utilisons dans le tableau ci-dessous pour décrire les 25 figures sont de pertinence variable. Nous

l'avons déjà noté, le lexique n'est pas, loin de là, une construction logique exhaustive et exclusive permettant de tout qualifier sans ambiguïté, comme si chaque élément et chaque opération du monde physique et mental avait son correspondant lexical précis et univoque et que les phrases reflétaient leurs rapports, comme dans le *Tractatus logico philosophicus* du « premier » Wittgenstein. Dans ce cas le langage serait une exacte représentation du monde au sens catégorique. C'est évidemment très loin d'être le cas. Aussi, si certains triplets semblent assez clairs et précis (e,g, norme/fait - comparaison - conformité) d'autres sont des simplifications (e.g. objet/argent – équivalence – échange) d'autres encore peuvent être considérés comme plus allusifs ou décrivant partiellement, voire imparfaitement, l'un ou l'autre des termes.Ce tableau est une présentation synthétique, le détail de chaque figure sera exposé plus bas avec son éventuel support en psychologique développementale.

Deux considérations importantes

1. La compréhension de la situation et le concept associé ne sont **jamais** donné par la perception de la situation mais exigent une **inférence**. C'est d'ailleurs précisément ce donné et sa prééminence chez les petits qui est un obstacle à la compréhension. (Cf. le concept de *biais réaliste*).

2. Toutes les opérations qui relient les deux termes de la bipolarité, à savoir le donné et l'inféré, sont **réversibles**. Cela signifie que le sujet qui a inféré le concept peut retourner de l'inférence au donné (dans les dessins les alternatives sont la plupart du temps mises en scène par les points de vue opposés des deux enfants), autrement dit, il peut comprendre les raisons d'une analyse erronée en déconstruisant la sienne, c'est-à-dire se mettre à la place d'un autre et adopter son point de vue. Inutile de multiplier les exemples : tout le monde comprendra dans les 25 figures présentées les raisons du jugement erroné de l'un des enfants. C'est précisément la mise en correspondance de ces deux termes qui permet de comprendre l'opération qui les unit. L'examen des figures conduit à reconnaître une propriété commune : toutes les opérations sont réversibles. Le sujet peut passer d'une face à l'autre, du donné à l'inféré, puis revenir à la première, de l'inféré au donné. Le donné initial reste disponible : le passage à la seconde représentation ne fait pas disparaître la première. Cette réversibilité signifie la possibilité de parcourir intellectuellement les deux faces d'une situation en conservant leur coordination.

La réversibilité constitue une propriété essentielle de la coordination des représentations. Elle permet de comprendre comment une situation peut être envisagée sous plusieurs aspects sans que ces aspects ne s'excluent mutuellement.

4. LIENS AVEC LA THÉORIE OPÉRATOIRE

Bien que ses premiers travaux soient pour l'essentiel consacrés aux représentations, Piaget n'a pas étudié l'intentionnalité au sens moderne du terme. Il a conduit au début de sa carrière des recherches intensives sur la mentalité, les capacités et les représentations des petits, essentiellement : le dessin, les débuts du langage, le jeu symbolique, les rêves et la fiction, l'image mentale, la causalité et les conduites d'imitation. Ces recherches ont donné lieu, jusqu'aux années trente à plusieurs ouvrages célèbres. La perspective opératoire s'est imposée ensuite notamment dans deux livres fondateurs consacrés au sensori-moteur (de 0 à 2 ans) en 1936 et 1937 (*La naissance de l'intelligence chez l'enfant* et *La construction du réel chez l'enfant*) où il reprend les catégories kantiennes qui soutiennent l'intelligence du monde : temps, espace, objet, causalité, mais en abandonnant radicalement la thèse de l'innéité au profit de celle de la construction. Toutes ces thèses ont été discutées et documentées empiriquement, de façon complémentaire ou rectificative par une grquande quantité de travaux consacrés au nourrisson et rendus possibles par un paradigme expérimental ingénieux : la mesure l'intérêt par le temps de fixation du regard et la succion non nutritive.

Les recherches des plus de quarante années suivantes ont été quasi-exclusivement consacrées aux conduites supérieures ayant des fondations logiques précises. Il est toutefois possible de transposer des éléments de ses cadres d'analyse à notre étude. Voici les trois principaux éléments retenus.

L'opération

Nous l'avons évoquée dans la section relative aux modèles de la mise en phase. Elle donné son nom à la théorie opératoire. Elle défini un ensemble d'actions intériorisées (i.e. effectuées mentalement) ayant des caractéristiques de structure particulières, la principale étant la réversibilité. Piaget en a décliné les différentes formes pour le stade concret (à partir de 7-8 ans : huit groupements reposant sur trois partitions : classes et relations ; additifs et multiplicatifs ; primaires et secondaires) et pour le stade formel de l'adolescence et de l'âge adulte : le groupe INRC d'une part, qui décrit les parcours mentaux à l'intérieur des connecteurs de la logique des propositions, et les schèmes combinatoires d'autre part.

L'abstraction réfléchissante et la genèse des concepts

L'abstraction est une extraction d'une propriété d'un objet quelconque. Dire qu'un coquelicot est rouge est une abstraction de la couleur de la fleur qui permet par exemple de la comparer à un autre objet, rouge lui aussi. C'est la division logique dans le vocabulaire des classes. C'est un mécanisme universel de la pensée et du langage qui prend plusieurs formes. Plus il est complexe d'ailleurs, moins il est conscient : un résultat se présente spontanément à l'esprit sans qu'on sache bien comment il a été élaboré. La psychologie cognitive serait beaucoup plus simple, voire inexistante, si tous ces processus étaient transparents mais, à l'instar de tant d'autres choses et de, par exemple, certains produits sophistiqués de l'IA moderne, son fonctionnement intime nous échappe.
Piaget a distingué quatre types d'abstraction dans le travail mental :

L'abstraction empirique, de nature perceptive ou sensori-motrice extrait les propriétés observables de l'objet : le coquelicot est rouge ; les mirabelles sont sucrées...

L'abstraction pseudo-empirique : elle paraît résulter de la perception mais résulte en fait de l'activité conduite sur les objets. Le dénombrement est un bon exemple : le 8 semble être une propriété empirique d'une rangée de bûchettes mais résulte en fait de leur dénombrement.

L'abstraction réfléchissante : elle porte sur les coordinations des actions qu'elle traduit à un niveau supérieur. Par exemple, en fin de sensori-moteur, vers deux ans, l'enfant comprend que se déplacer de A vers B puis de B vers C revient à se déplacer de A vers C, composition prélude à la conduite de détour et à la gestion des déplacements spatiaux en général. L'abstraction réfléchissante, comporte deux moments que Piaget nomme réfléchissement et réflexion. Le *réfléchissement* est la « réécriture » des coordinations de l'action en pensée consciente ; la *réflexion* est un nouveau travail de coordination et de mise en phase au niveau de la pensée. Revenant à nos formulations en termes de mise en phase et de fusion, nous pouvons dire que le réfléchissement permet de penser les deux faces simultanément et la réflexion en tire un nouveau concept. Si Jean-Luc me dit qu'il fait beau alors qu'il pleut, par réflexion j'en tire l'idée de mensonge qui est une construction nouvelle qui englobe les deux formulation opposées. La composition dernière porte sur les opérations et plus sur les objets.

L'abstraction réfléchie : c'est le produit conscient et explicite de l'abstraction réfléchissante qui peut être verbalement exprimé : un début de théorie en quelque sorte. Le réfléchissement et la réflexion sont deux moments solidaires de l'abstraction réfléchissante, sans nécessairement constituer deux étapes psychologiques nettement séparées.

Ces étapes prennent du temps. Entre la compréhension intuitive d'une situation et sa conceptualisation, il y a un travail de important de mentalisation. Savoir que les objets tombent et comprendre que si on en lâche un fragile il va se briser est une chose. Assez simple et du domaine du donné psycho-moteur : même les corneilles savent lâcher les fruits à coque de très haut pour que leur coquille se brise (et même les mettre sous les roues des voitures). Concevoir la gravité, la relativité du bas et du haut et le fait que la chute n'est pas une propriété intrinsèque aux objets partout immuable en est une autre ; quel casse-tête pour certains enfants curieux la question des antipodes ! Écrire l'équation liant les masses et l'inverse du carré de leurs distances en est encore une autre, beaucoup plus spectaculaire et qui s'affranchit complètement du donné et prend un statut de réprésenté formel. Comprendre que la gravité est une courbure de l'espace en est encore une autre, toujours moins intuitive, plus formelle et plus complexe et plus spectaculaire, avec une équation générale qui est un modèle opératoire : la courbure et la gravité se déterminent réciproquement. A quand la prochaine étape ?

Le passage des correspondances aux transformations

La transition entre abstraction empirique et réfléchissante est un processus graduel qui prend plusieurs années dans la plupart des situations. Il y a une raison logique, constructive, et une raison psychologique.

La raison constructive est que le jeune enfant établit de simples correspondances figuratives et statiques entre les différentes phases d'une transformation. Si trois boîtes de couleurs différentes sont fixées sur le pourtour d'un disque qu'on fait tourner en lui demandant laquelle il devra retrouver après une rotation du disque qui cache les boîtes, il retrouvera celle qu'on lui avait prescrite en faisant correspondre sa position avec celle des deux autres. En revanche, si une seule boîte demeure cachée pendant et après un demi-tour du disque il ne saura pas prédire sa position faute d'avoir analysé la rotation en termes de transformation. Les correspondances comparent des états sans les modifier, les transformations relient des états en les transformant. Il est très important de garder à l'esprit cette distinction qui est au cœur du développement opératoire chez Piaget. Pour prendre une

comparaison triviale, d'un côté il y a les œufs et de l'autre l'omelette, et entre les deux la cuisson qui rend compréhensible leur lien compréhensible.

La raison psychologique est la difficulté, la contradiction presque, qu'il y a à voir le mouvement dans l'immobilité, à voir un segment comme la translation d'une de ses extrémités vers l'autre. L'histoire des sciences montre d'ailleurs une évolution semblable : la géométrie grecque est totalement statique, elle étudie les propriétés des figures dans un espace idéal et figé. De même l'algèbre a été longtemps aveugle aux transformations, grossièrement jusqu'à l'apparition des groupes. L'algèbre classique était préoccupé par l'établissement de correspondances entre des expressions et des équations ; par exemple

$$(x+ 2) (x + 3) = x^2 + 5x + 6$$

cela demandait des transformations (factorisation, substitution, etc) mais qui n'étaient pas elles-mêmes objets d'étude, alors qu'elles le deviennent avec les groupes. Bien entendu Euclide ou Fibonacci avaient les mêmes capacités d'abstraction que les meilleurs mathématiciens contemporains mais, aussi bien en géométrie qu'en algèbre, l'obstacle n'était pas l'incapacité à concevoir des transformations, mais leur absence de considération comme des objets d'étude possibles.

C'est bien sûr différent chez l'enfant jeune qui n'est pas encore sensible aux transformations. Il faut d'ailleurs distinguer leur formation et leur prise de conscience. Même lorsqu'elle sont constitués et opératoires chez l'adulte, en groupe de déplacement par exemple ou dans la maîtrise de l'algèbre à un bon niveau, elles sont intensivement utilisées mais il ne va pas de soi qu'elles sont conscientes.

Les périodes avec lesquelles Michel Foucault décrit l'archéologie des sciences humaines sont de même type : les *signatures* cherchent des correspondances entre les objets et des signes qui pourraient y avoir été déposée par une providence : il y a des yeux sur l'aconit, donc une décoction d'aconit est adaptée au traitement des problèmes oculaires. Cette vue dépasse un peu la causalité magique (e.g. danser pour faire pleuvoir) mais y adhère encore largement. Les *représentations* de l'age classique recherchent l'imitation la plus parfaite du monde, dans le dessin et la peinture par exemple, révolutionnés par la perspective. Les *structures* enfin organisent les objets, leurs relations et leurs transformations mutuelles. [11]

11 A propos de la performance intellectuelle liée aux transformations, évoquons Hermann Rorschach qui avait parfaitement compris ce problème en introduisant dans son célèbre test une cotation de plus haut niveau aux kinesthésies, (plus encore si elles sont humaines et associées à un monde réaliste et à l'émotion adéquate, c'est-à-dire à la forme et à la couleur - KFC), et l'avait directement reliées à l'intelligence. Il y a un lien fort et documenté entre l'incompréhension de l'arithmétique à l'école élémentaire et l'incapacité à voir le mouvement dans les planches du Rorschach.

5. LA THÉORIE DES CATÉGORIES

Le dernier modèle de Piaget

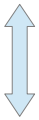
Piaget a toujours cherché des modèles de l'organisation de la pensée dans les logiques et les mathématiques. Dans un ouvrage posthume de 1987, *Morphismes et catégories*, il met à l'épreuve le langage de la théorie des catégories pour analyser des problèmes géométriques soumises à des enfants et adolescents. Il n'est pas exagéré de dire que ce travail qui est une sorte de chant du cygne nous le montre au sommet de son art, faisant découvrir la géométrie projective à des adolescents au moyen d'une simple motte d'argile et d'un couteau.
Cet ouvrage fait suite au 37° et dernier volume des études d'épistémologie génétique (EEG) : *Recherches sur les correspondances* publié en 1980, l'année de la disparition de Piaget.
Dans ces deux livres, Piaget se réfère explicitement à la théorie des catégories qui lui semble la plus adaptée à sa conception d'un dialogue constructif permanent entre les observables et les transformations. Il est d'ailleurs assez clair, comme ça a été le cas pour les groupes et la logique du premier ordre, qu'il existe un lien de réciprocité et d'inspiration entre les catégories et les analyses expérimentales, lien que les esprits chagrins ont régulièrement utilisé pour dénoncer une sorte d'anti-psychologisme et d'éloignement des fondements empiriques, alors que personne n'a jamais montré une telle fécondité ni une telle longévité expérimentales que Piaget. L'intérêt de ce rapprochement entre mathématique et psychologie apparaîtra, nous l'espérons, après la courte présentation que nous allons faire.

Origine de la théorie et prolongements

La théorie des catégories a été conçue par Eilenberg et Mc Lane dans la première moitié des années quarante. Elle été motivée par le désir de trouver un formalisme adéquat pour rendre compte des transformations naturelles. Pour faire simple, disons qu'une transformation naturelle est une transformation d'un objet qui ne modifie pas certaines de ses propriétés. Elle se définit par la

mise en correspondance de deux foncteurs (ce terme sera vu plus bas). Prenons par exemple une liste d'élèves d'une classe et dénombrons-la. Ensuite remplaçons le nom des élèves par leur adresse, puis par leur numéro de téléphone, etc., si nous dénombrons ces listes qui sont des transformations de la première, nous obtiendrons toujours le même nombre :

Liste de noms ----------> N



Liste d'adresses ----------> N

La double flèche exprime la commutativité.

L'accueil des mathématiciens a été plutôt froid au début ; beaucoup n'y ont vu aucune différence avec les ensembles, donc un nouveau lexique opaque et inutile, certains ont été jusqu'à la qualifier de *non-sens abstrait*. Le groupe Bourbaki s'en est détourné. On peut encore trouver aujourd'hui des débats acides, à la limite de la polémique sur le sujet (entre Bénabou et Abou-Jaoudé par exemple). Son formalisme et son vocabulaire ne plaident pas en sa faveur, ils donnent souvent l'impression que le modèle est plus hermétique que ce qu'il représente.

Cette théorie a reçu des développement très importants, par ses auteurs et aussi par de nombreux autres mathématiciens (dont principalement Alexandre Grothendieck), elle est devenue très complexe dans son vocabulaire et elle peut, comme la théorie des ensembles ou la théorie des types, être considérée comme un fondement des mathématiques. C'est un langage à apprendre, comme le français ou celui du jeu de bridge et, comme l'un et l'autre, elle exige de ne pas ménager ses efforts. Elle est toujours enseignée avec parcimonie (on se souvient de l'entrée de la théorie des groupes au lycée dans les années soixante et de son retrait rapide), et reste, jusqu'à présent une « chasse gardée » des mathématiciens qui revendiquent en général l'usage exclusif du jargon assez opaque qu'ils ont créé (Cf. la préface de Papert à l'ouvrage de Piaget cité ci-dessus). On peut le justifier par ses connexions avec d'autres domaines (les ontologies sémantiques par exemple), son formalisme logique et mathématique hermétique et ses applications spectaculaires dans certaines sciences (chimie et biologie par exemple). Elle fera toutefois partie du bagage mathématique commun à l'avenir, comme le sont devenues toutes les grandes innovations qui ont parfois demandé plusieurs

générations avant d'entrer dans le bagage intellectuel ordinaire des spécialistes et des étudiants: fusion géométrie-algèbre de Descartes, (immédiatement assimilée par Fermat mais qui a demandé du travail à Newton) ; théorie des groupes ; théorie de la relativité ; géométrie algébrique moderne ; etc.
Cela dit la rigueur disciplinaire ne doit pas devenir un instrument de domination ; un bon enseignant ne doit avoir qu'un objectif : être dépassé par ses élèves. Il doit aussi avoir bien compris l'axiome fondamental et fondateur du genre humain : « tout le monde a un cerveau ». Complexer les gens au point qu'un nombre considérable se vante presque défensivement de dire « oh ! moi, je suis nul(lle) en maths ! » c'est inadmissible. Imagine-t-on un linguiste qui voudrait empêcher les gens de parler au motif de leur ignorance des travaux de Saussure ou de Jakobson ? Enfin, les armes de la domination sociale sont nombreuses, Bourdieu a dit tout cela bien mieux que nous.

Quoi qu'il en soit, la difficulté théorique n'affecte pas le fonctionnement spontané du monde physique ou humain et l'expérience commune montre que l'esprit est, naturellement et intuitivement, profondément catégorique, même dans les aspects les plus complexes de la théorie. Simplement il saisit les produits de sa pensée qui lui apparaissent assez soudainement sans savoir comment ils ont été élaborés. Nous allons donner quelques repères pour aider à la compréhension de l'essai de formalisation que nous présenterons.

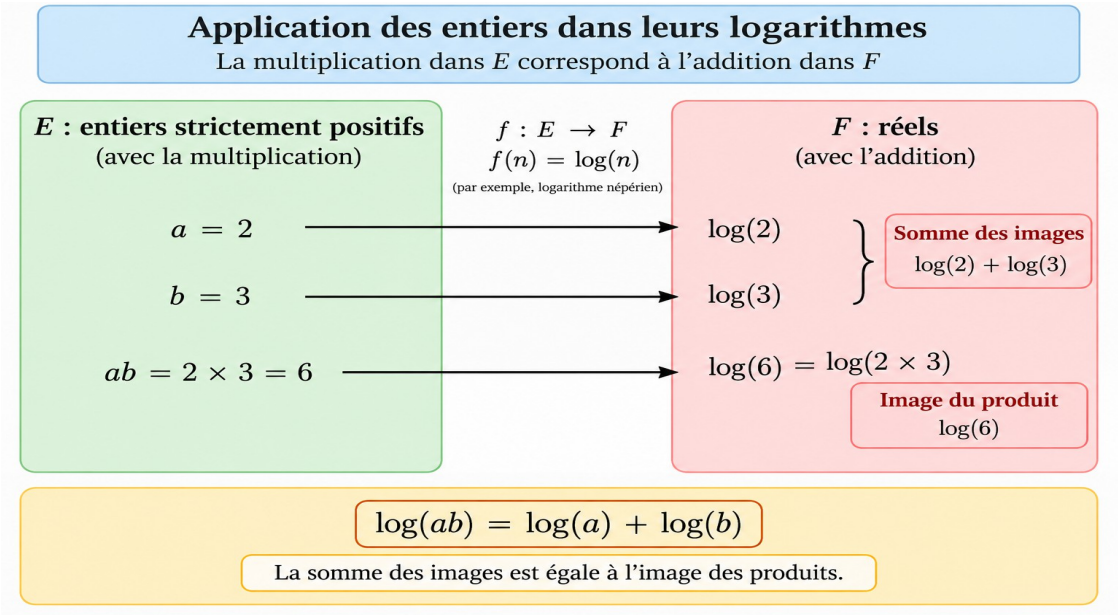
Les ensembles et les catégories

En mathématiques classiques, la ***fonction*** (que tout le monde a étudiée, au moins dans ses formes les plus simples) est une réécriture d'une expression en un résultat, lequel figure à gauche, ce qui est contre intuitif pour certains, (e.g. $y = ax + b$). Dans la théorie des ensembles, les fonctions sont des ***applications*** de l'ensemble des x (noté E) dans l'ensemble des y (noté F). [12]

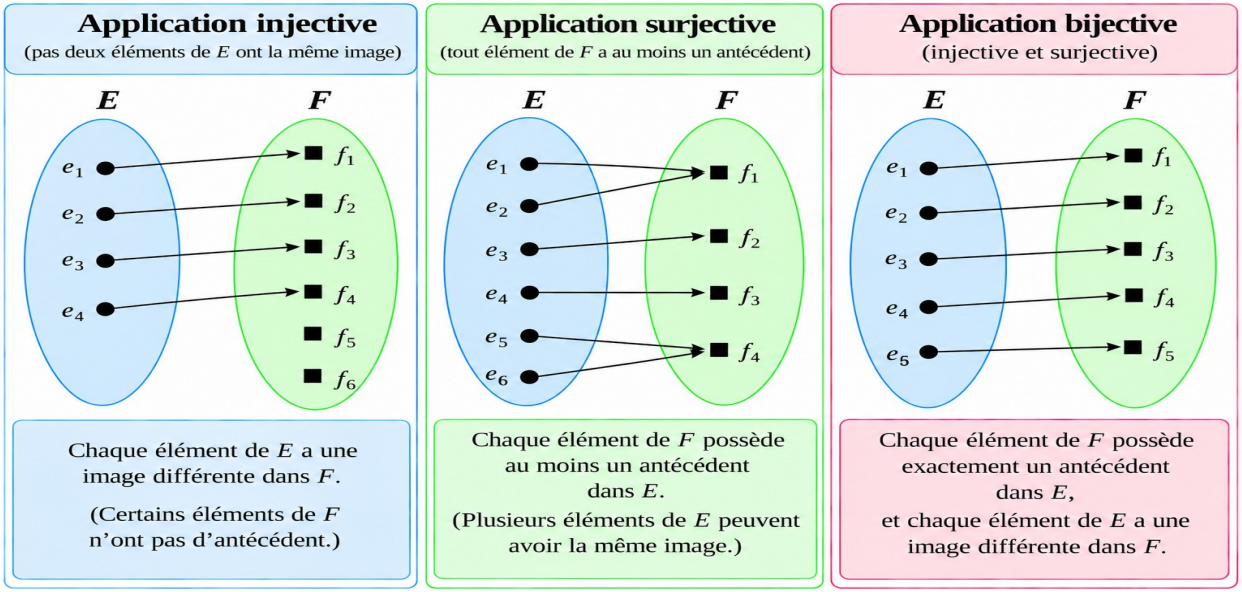
En plus d'établir un lien entre des x et des y, les applications peuvent avoir des propriétés particulières de correspondance des opérations dans E et dans F. Considérons par exemple l'ensemble E des entiers et l'ensemble F des logarithmes et une application

12 On considérera ici que fonction et application sont des quasi-synonymes : une différence négligeable est que dans une fonction tous les x n'ont pas nécessairement une image en y alors que c'est obligatoire pour une application. Par exemple la fonction y = 1/x n'est pas entièrement définie dans R puisque x = 0 n'a pas d'image, mais tout cela reste un détail pour notre propos.

qui relie chaque élément de *E* à son logarithme dans *F* :
Si on *multiplie* deux éléments *x1* et *x2* de *E*, on obtient un autre élément de *E* : *x3* qui est le produit de *x1* et *x2*. Maintenant si dans *F* on *additionne y1* (l'image de *x1*, i.e. son logarithme) et *y2* (l'image de *x2*, son logarithme) on obtient l'image *y3* qui n'est autre que le logarithme de *x3*. D'où l'expression qui caractérise un morphisme : *le produit des images dans E est égal à l'image des produits dans F.* (Produit n'est pas à prendre au sens de multiplication mais de résultat d'une opération quelconque.)



L'application devient ici un *homomorphisme* car elle conserve une opération algébrique.
Toutefois, dans cet exemple, si tous les *x* ont une image, tous les *y* ne sont pas des images d'un *x* : une infinité de réels ne sont pas les logarithmes de nombres entiers. Sachant que dans une application tous les *x* ont une image, et une seule (autrement dit il part une flèche et une seule de chaque *x* vers les *y*), dans l'ensemble des *y*, il existe trois types d'applications :



Sous le terme générique d'*homomorphisme*, les applications ont différents noms selon qu'elles sont injectives (*monomorphismes*), surjectives (*épimorphismes*) ou les deux à la fois (*isomorphismes*) et qu'elles relient E à F ou E à lui même.
Le terme d'*isomorphisme* ne devrait pas surprendre car il est passé dans la langue courante, bien que de façon souvent abusive et approximative (c'est aussi le cas pour *exponentiel*, *récursif*, *algorithme*, etc. qui sont utilisés sans beaucoup de rigueur dans les médias, de façon rhétorique, pour donner un tour scientifique et plus persuasif au propos.)

L'apport des catégories : morphismes et foncteurs

Les catégories conservent une partie de ce vocabulaire (ou en ont une traduction, e.g. pour les schémas ci-dessus foncteur *fidèle*, *plein*, *pleinement fidèle*) et partagent une propriété essentielle avec les ensembles : il existe des opérations qui décrivent comment deux ensembles établissent des relations. Il y a toutefois une différence importante : les ensembles sont faits d'*éléments*, les catégories d'*objets*. Pas seulement de nombres, de n'importe quels objets.

La définition d'une catégorie doit préciser la nature de tous les morphismes qui relient tous les couples d'objets. Comme les homomorphismes entre ensembles, les catégories préservent la composition des opérations mais en plus, elles définissent l'ensemble des **relations entre les objets** appelées *morphismes* à l'intérieur de la catégorie. Les objets, comme les morphismes sont spécifiques à une catégorie, ils font partie de sa définition.

Exemple :

Créons une catégorie *C* dont les objet *a, b, c, et d* sont = {1, 2, 3, 4} et les notations suivantes :
Les objets quelconques sont notés *x, y, z* selon les conventions habituelles.
Les morphismes sont notés par des flèches : →
L'ensemble de tous les morphismes entre deux objets *a* et *b* d'une catégorie et autorisés par sa définition, est noté *hom(a,b)*.

Prenons comme morphisme de la catégorie C : $x \rightarrow y \iff x \leq y$
hom(x,y) est le tableau ci-dessous (id est le morphisme identité, obligatoire) :

	$y = 1$	$y = 2$	$y = 3$	$y = 4$
$x = 1$	$\{id_1\}$	{f}	{u}	{w}
$x = 2$	Ø	$\{id_2\}$	{g}	{v}
$x = 3$	Ø	Ø	$\{id_3\}$	{h}
$x = 4$	Ø	Ø	Ø	$\{id_4\}$

Composition (symbole o) : $g \circ f = u$ $\quad h \circ v = g$
$h \circ (g \circ f) = h \circ u = w$
$(h \circ g) \circ f = v \circ f = w$

La composition des morphismes est nécessairement associative dans les catégories :
$(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$

Note : dans f o g, la composition est inverse : on applique d'abord g puis ensuite f.
C'est une convention héritée des fonctions et des langages informatiques : f o (g o h) demande de faire g o h et ensuite appliquer f au résultat.

Tout ça pour dire que : 1 = 1 ; 2 = 2, etc.
1 < 2 et 2 < 3 => 1 < 3
etc.[13]

Créons maintenant une autre catégorie D avec d'autres objets mais exactement les mêmes significations.

Catégorie D = {5, 6, 7, 8}

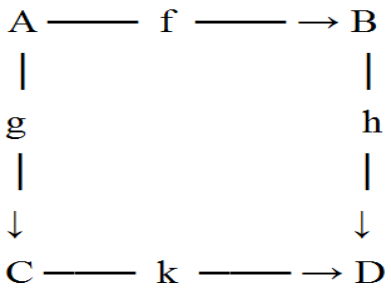
Nous pouvons créer un foncteur F qui relie les deux catégories, par exemple : $F(x) = x + 3$
Chaque élément de C a un correspondant dans D et le foncteur préserve les morphismes de comparaison : sous ces contraintes, les ensembles d'objets {1, 2, 3, 4} et {5, 6, 7, 8} ont la même structure.

Les carrés commutatifs

Un diagramme est dit commutatif lorsque deux chemins composables ayant la même origine et la même destination définissent le même morphisme.

Considérons le carré suivant :

13 On comprend les reproches de lourdeur et de lexique inutile faits à la théorie des catégories : leur assimilation paraît plus compliquée que ce qu'elle recouvrent et Monsieur Jourdain les comprend sans les avoir étudiées et sans savoir qu'il les emploie. Du moins pour les exemples simples, quand ils se compliquent la théorie peut faire découvrir des rapprochements insoupçonnés entre des domaines en apparence étranger. C'est le cas par exemple pour la géométrie algébrique. De plus, la précision dans toutes les sciences, sutout formelles, est nécessaire. Le prix à payer pour les enseignants et les chercheurs est de passer l'essentiel de leur temps devant des applications de mise en forme des données et des textes.



Il existe deux parcours de A vers D : le premier passe par B et correspond à la composition $h \circ f$, le second passe par C et correspond à la composition $k \circ g$.

Le carré est commutatif lorsque : $h \circ f = k \circ g$: deux parcours différents aboutissent alors au même résultat.

Cette propriété nous intéresse directement pour la genèse des concepts.

Un sujet peut construire une coordination intellectuelle en empruntant des parcours successifs différents. La compréhension conceptuelle suppose que ces parcours soient intégrés dans une organisation cohérente. La commutativité fournit un moyen de représenter formellement cette cohérence. Elle ne constitue pas, à elle seule, une explication psychologique mais elle offre un langage précis pour exprimer l'hypothèse selon laquelle deux coordinations intellectuelles distinctes peuvent être reconnues comme équivalentes.

Il faut toutefois distinguer la représentation au sens large d'une représentation mathématique définie par la conservation de certaines structures explicitement formulée. Toute simplification n'est pas nécessairement un homomorphisme, et toute traduction entre domaines ne constitue pas automatiquement un foncteur.

Les foncteurs adjoints (notés ⊣ **)**

Ils constituent une innovation cruciale et distinguent nettement les catégories des ensembles.

Un exemple simple :

vous avez des quantités variées de vins de différentes origines que vous voulez mettre dans des bouteilles d'un litre. Un enfant de CE2 comprend qu'il faut 3 bouteilles pour 2,7 litres, 2 pour 1,5 litre et 4 pour 4 litres.
Représentation catégorielle :

Catégorie *C* : trois nombres réels : 2,7 ; 1,5 ; 4.
Hom(x,y) : $x \rightarrow y \quad <=> \quad x \leq y$

Catégorie *D* : les nombres entiers
Même hom : *hom(x,y)* : $x \rightarrow y \quad <=> \quad x \leq y$

Un foncteur *F* de C à *D* : arrondir à l'entier supérieur
Un foncteur adjoint *U* de *D* à *C* : considérer un entier comme un réel : $F(2,7) = 3 \quad U(3) = 3$

Adjonction : $F(x) <= n \quad <=> \quad x \leq U(n)$

L'adjonction exprime : Chercher un entier au moins égal à 2,7 revient à chercher un entier au moins égal à 3. Tout ensemble de bouteilles supérieur ou égal à 3 fournira le 3 recherché.

<u>Un exemple plus instructif :</u>

Catégorie C : un graphe
ce graphe comporte trois villes : *a,b,c* et deux routes : *f* qui va de *a* à *b* et *g* qui va de *b* à *c*.

$$a \xrightarrow{f} b \xrightarrow{g} c$$

F transforme le graphe en une catégorie *D*, la succession des arêtes $a \rightarrow b$ et $b \rightarrow c$ devient un morphisme $a \rightarrow c$.

Catégorie *D : les villes : {a, b, c}*
Les morphismes sont les routes et leur composition et les identités:

$f \quad = a \rightarrow b$
$g \quad = b \rightarrow c$
$g \circ f \quad = a \rightarrow c$
$id_a \quad = a \rightarrow a$
$id_b \quad = b \rightarrow b$
$id_c \quad = c \rightarrow c$

Maintenant un foncteur adjoint *U* va de *D* à *C* et retransforme la catégorie *D* en graphe : sur le graphe transformé apparaîtra une flèche de *a* à *c* (morphisme *g* o *f*) qui n'était pas sur le graphe de départ. [14]

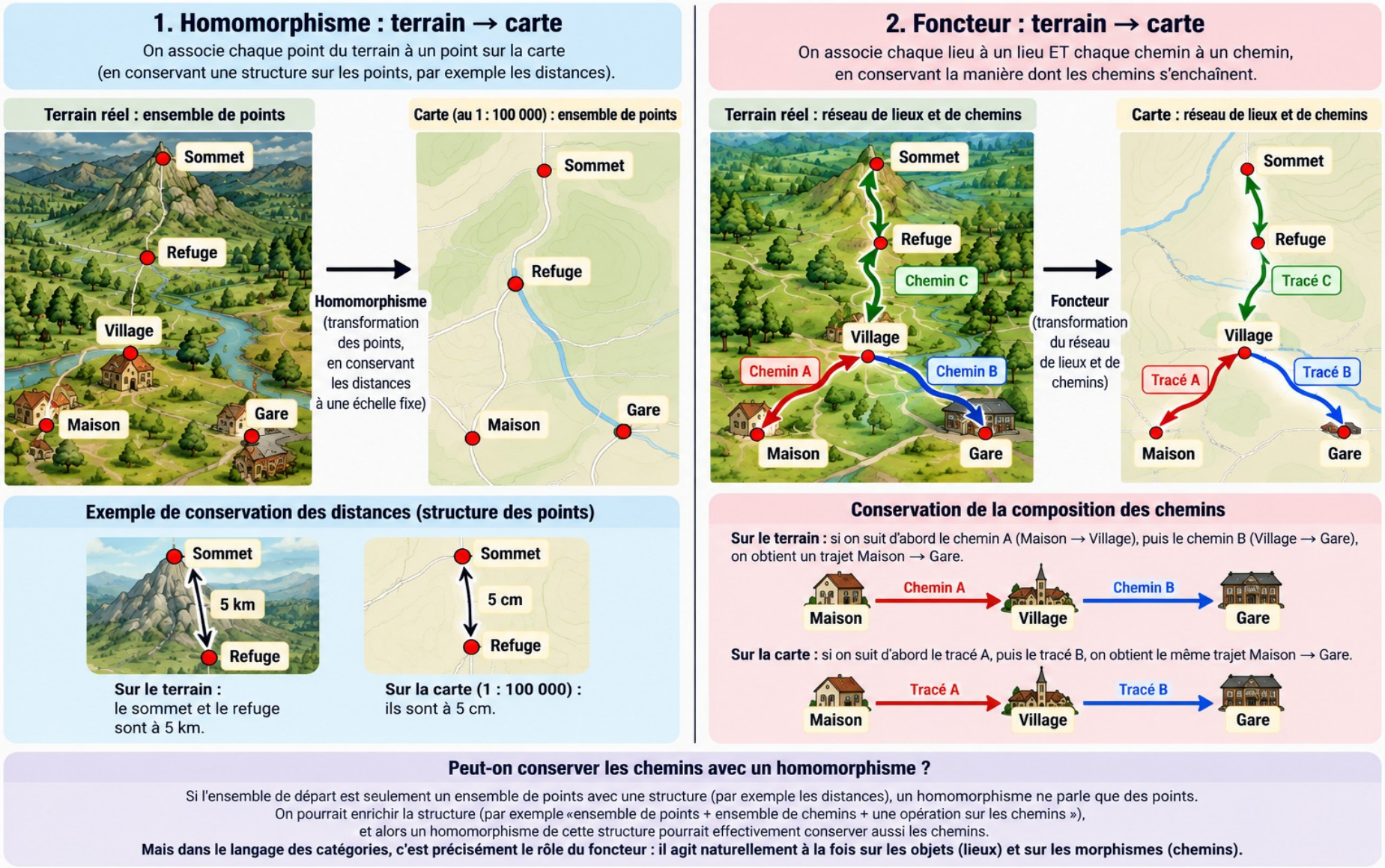
$$U(F(C)) <> C$$

Exemple illustré : la carte et le terrain :

Analysons un exemple d'un point de vue ensembliste et catégorique, celui de la mise en phase du terrain et de la carte (et vice-versa). Sur la carte, on a placé des villes et des routes qui les relient et dont on connaît la longueur et l'échelle. On fera maintenant des flèches (morphismes) entre les objets villes et routes pour caractériser leurs relations. La conservation de la composition des morphismes implique : si, sur le terrain, la distance entre *A* et *B* + la distance entre *B* et *C* égale une certaine valeur *D*, cette addition sera respectée sur la carte (transformation d'échelle incluse).
Les catégories conserveront en plus la composition des chemins et pas seulement des distances. C'est maintenant un *foncteur* dans le langage catégorique qui se substitue à l'*application* ensembliste et qui relie la catégorie de la carte et celle du terrain.

14 Notons que nous ne sommes toutefois pas encore armés pour construire un GPS qui doit rechercher le meilleur chemin (en principe le plus court) et utilise des algorithmes spéciaux adaptés aux graphes (Dijkstra par exemple).

Un foncteur établit une correspondance entre deux catégories. Il associe à chaque objet de la première catégorie un objet de la seconde, et à chaque morphisme de la première un morphisme de la seconde.



Le foncteur conserve aussi les morphismes identité et la composition.

Si f et g sont deux morphismes composables, cette conservation s'exprime par :

$$F(g \circ f) = F(g) \circ F(f)$$

Autrement dit, composer deux morphismes puis appliquer le foncteur revient à appliquer le foncteur à chacun d'eux puis à composer leurs images.

L'intérêt du foncteur est donc de conserver non nécessairement toutes les propriétés des objets, mais l'organisation des morphismes et leur composition. Il offre ainsi un instrument de formalisation particulièrement adapté à l'étude des représentations.

Arrêtons ici les exemples. Internet qui est un infatigable pédagogue offre toutes les ressources nécessaires pour un approfondissement personnel. Gardons à l'esprit que la complexité du jargon de la théorie recouvre souvent des notions très intuitives dont elle a le mérite de donner une formalisation. Il y a une forte correspondance avec la théorie des ensembles pour les cas simples. La théorie devient toutefois plus complexe et moins intuitive en s'enrichissant de nouvelles opérations, comme les foncteurs adjoints qui ont permis de découvrir des relations nouvelles et ouvert la voie à des progrès algorithmiques, logiques et mathématiques importants et un débordement de ces progrès sur les autres sciences.

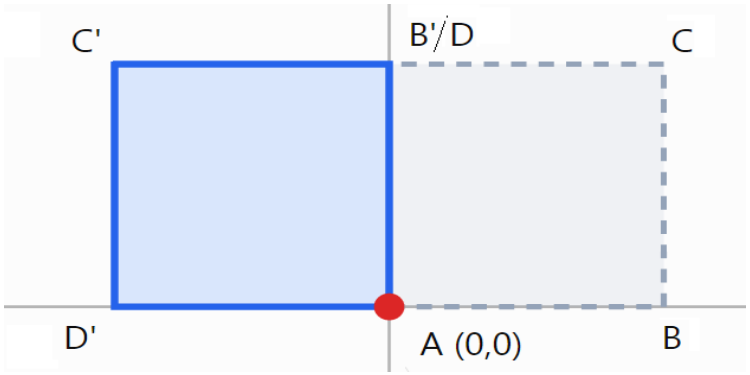
Un point fort et la théorie est sa capacité d'associer deux domaines différents et de permettre de transposer de l'un à l'autre leurs opérations, ce qui constitue parfois une importante simplification. On peut se reporter aux apports considérables d'Alexandre Grothendieck.

Évoquons, en raison de ses rapports évidents avec la psychologie, une dernière branche de la théorie.

Les représentations : des foncteurs particuliers qui traduisent et simplifient

La théorie des représentations est plus ancienne que celle des catégories mais elle a fusionné avec et en été considérablement enrichie. Les représentations forment une classe particulière de foncteurs dans la théorie des catégories. Elles relient deux façons de formaliser les morphismes d'une catégorie, différentes dans leurs formes mais similaires dans leurs effets. Un exemple

géométrique simple classique : la rotation anti-horaire de 90° d'un carré autour d'un de ses sommets :



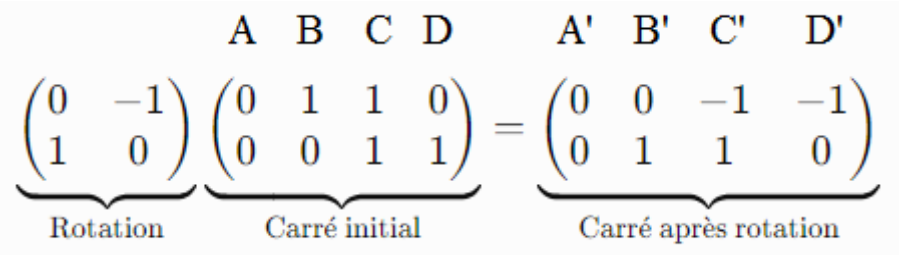
Cette rotation peut être *représentée* par une matrice :

$$R = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Avec la rotation anti-horaire du carré pointillé, le point B de coordonnées x,y (1,0) arrive en B' de coordonnées (0,1)

$$B' = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

On peut appliquer une matrice aux quatre sommets simultanément :



On passe ainsi d'une *représentation géométrique* d'un groupe de rotation à une *représentation algébrique* avec une grande économie de calcul. La géométrie algébrique moderne a considérablement simplifié la géométrie classique. Cet exemple simple est destiné à faire saisir l'essence du concept de représentation : une réécriture d'un objet qui en conserve certaines propriétés et, dans cet exemple, en facilite le maniement. En biologie moléculaire par exemple où le calcul matriciel remplace les représentations géométriques complexes de la formation et de la structure des molécules.

Les représentations mentales sont au cœur de la psychologie cognitive. Quels foncteurs l'esprit applique-t-il aux données de l'expérience et du raisonnement pour les transformer en blocs sémantiques disponibles dans le langage ? Ces performances spontanées de notre cerveau sont encore très au-delà de celles de l'IA actuelle qui contourne le problème en se « noyant » dans des centaines de milliards de paramètres, avec toutefois une efficacité redoutable et surhumaine dans certains domaines. Les représentations ont reçu diverses esquisses de solutions en psychologie, selon leurs structures et selon leur point d'application. Citons-en quelques unes pour mémoire, en laissant de côté le vaste champ des représentations sociales.

Les représentations s'appuient essentiellement sur la catégorisation, c'est-à-dire les regroupements entre données diverses opérés par les sujets. Ces catégories ne doivent pas être confondues avec leurs homonymes mathématiques.

Les théories s'appuient principalement sur :
1. l'exemplarité : une catégorie est une collection d'exemplaires auxquels les sujets comparent les nouveaux cas qui leur sont présentés.
2. La prototypicalité : parmi les membres d'une catégorie, il en existe qui sont plus représentatifs que d'autres : ce sont des prototypes. Un marteau est plus représentatif d'un outil qu'un foret à bois.

3. La similarité fonctionnelle : un téléphone et une lettre servent à communiquer, ils peuvent être regroupés ; un disque dur de photographies, un journal intime, un bijou de famille sont des objets précieux qui demandent des soins particuliers de préservation identiques.
Une multiplication de travaux expérimentaux étudient la flexibilité des représentations, c'est-à-dire leurs modulations selon les contextes. Cet empirisme forcéné (mais exigé pas les standards des publications entièrement contrôlés par les EU) refuse souvent l'abstraction et occulte des vues plus profondes et se perd dans des discussions sans intérêt.

La catégorisation a été étudiée par Piaget en termes de classes logiques et sous l'angle de la maîtrise des opérations qui s'y appliquent. Le test de l'inclusion des classes, déjà évoqué, montre qu'avant 7-8 ans l'enfant n'est pas en mesure de comprendre que n'importe quel ensemble de violettes ne sera jamais supérieur en nombre à l'ensemble de fleurs qui le contient, égal tout au plus. Piaget a formalisé les opérations sur les classes en termes de groupements, groupes mathématiques « dégénérés » qui admettent trois éléments neutres au lieu d'un seul (ajout de tautologie et absorption issues de la logique des classes). Certains logiciens, qui n'avaient rien d'autre à faire, se sont déchaînés contre cette formalisation. Ce n'est rien à côté des critiques des psychologues empiristes qui ont fait semblant de ne pas comprendre et qui, comme beaucoup ont fait carrière en prenant un contre pied systématique de son œuvre.
Certaines critiques sont ridicules. Comment peut-on imaginer que Piaget n'avait pas compris qu'un marteau est plus représentatif des outils qu'une herminette ou un trusquin ? Mais passons.

En résumé, disons que la psychologie fait un usage considérable (et un peu immodéré) des représentations : mentales, spatiales, sociales, symboliques ou conceptuelles, et l'on invoque leur existence pour expliquer une grande variété de conduites. Cette notion est évidemment indispensable, la pensée n'accède pas directement aux objets. Mais le succès du terme comporte un risque. À force de désigner des réalités très diverses, il peut devenir une sorte de grand parapluie (*big ombrella*) sous lequel s'abrite l'ignorance d'aspects plus intimes, au risque souvent de devenir un analogue de la *vertu dormitive*.

Dire qu'un sujet possède une représentation d'une situation ne nous apprend pas nécessairement comment cette représentation est constituée, quelles opérations elle permet, comment elle se transforme ni comment elle se coordonne avec d'autres. Le recours à la représentation peut alors donner l'apparence d'une explication là où il ne fait que déplacer le problème. Pour dépasser cette difficulté, il faut s'intéresser non seulement au contenu des représentations, mais aussi à leur organisation et aux transformations

qu'elles rendent possibles.

C'est précisément sur ce terrain que les mathématiques des catégories peuvent apporter un éclairage. Une représentation n'est pas une copie de ce qu'elle représente. Elle est traduction d'un domaine dans un autre, qui conserve certaines propriétés et en abandonne d'autres. On a donné l'exemple de la carte qui ne reproduit ni le relief dans toute sa complexité, ni les bâtiments dans leurs détails, ni la végétation, ni l'ensemble des propriétés physiques du terrain mais retient seulement les informations nécessaires à certaines opérations : se situer, reconnaître des itinéraires, comparer des positions ou préparer un déplacement.

Cette réduction constitue précisément son utilité. La représentation simplifie un domaine en sélectionnant les propriétés pertinentes pour l'activité considérée. Et cette traduction peut également rendre certaines opérations plus faciles. La notation décimale facilite le calcul, les coordonnées permettent de traiter algébriquement des problèmes géométriques, comme on l'a illustré plus haut, les logarithmes transforment une multiplication en addition : $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$.

Une opération difficile dans un domaine peut ainsi correspondre à une opération plus simple dans un autre.

Il ne suffit donc pas de demander si une représentation ressemble à ce qu'elle représente. Il faut aussi se demander quelles relations elle conserve et quelles opérations elle simplifie. Cette question est au cœur de la recherche sur les figures janusiennes.

6. Un modèle pour les figures intentionnelles

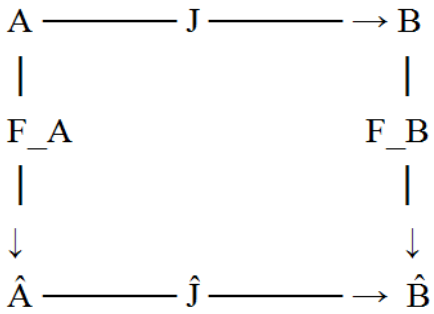
La théorie des catégories nous apporte ainsi plusieurs instruments complémentaires. Elle permet de distinguer les objets et les morphismes, d'étudier la composition des transformations, de formaliser les correspondances entre catégories au moyen de foncteurs et d'exprimer la compatibilité de plusieurs parcours par la commutativité.

Elle permet surtout de déplacer l'attention des *contenus isolés* vers *l'organisation des relations et des opérations*.

Les figures janusiennes ne se caractérisent pas seulement par l'existence de deux représentations, elles impliquent aussi une opération permettant de les coordonner, puis une abstraction réfléchissante grâce à laquelle cette opération devient un principe conceptuel.

Nous allons proposer un modèle catégorique commun aux 25 figures. Ce modèle repose sur un carré commutatif dont les deux niveaux représentent, respectivement, les correspondances empiriques et les transformations qui mènent à leur reprise conceptuelle. La diagonale du carré recevra une interprétation psychologique spécifique : elle représentera l'intégration synchronique des coordinations construites diachroniquement.

Le schéma commun est le carré suivant :



Commentaires du diagramme :

Il n'oppose pas l'incompréhension à la compréhension des figures au contraire il exprime les deux niveaux de leur compréhension.

Le premier niveau (la première ligne) représente une réussite qu'on pourrait appeler empirique.

Le but est de montrer l'activité mentale du sujet confronté aux deux faces de la figure et qui doit les mettre en phase. La première face est le donné, la seconde est l'inféré, c'est-à-dire la face qui doit être déduite ou construite à partir la situation. C'est depuis les dessins, l'effort de compréhension que doit faire l'enfant naïf (prisonnier du donné) pour comprendre et adopter le point de vue de son compère averti.

Dans toutes les figures le *donné* initial est erroné et il occulte (*écrase*) la seconde face dite de l'*inféré* (cf. les descriptions du tableau ci-dessous). Nous rejoignons des observations souvent faites par les psychologues et différemment labellisées. Nous

pouvons retenir l'appellation de *biais réaliste* de Piaget. Nous en donnons plus bas une analyse pour les 25 figures.

L'incompréhension que l'enfant doit lever se fait à deux niveaux.

Au premier niveau que nous avons appelé empirique, celui des correspondances, le morphisme entre les deux faces incarne l'origine des différences entre les deux termes de la **relation** :

C'est la carte qu'il fallait regarder et non pas se limiter à la fatigue ;

La vendeuse n'a pas compris que le chat voulait réellement une souris informatique ;

Il fallait regarder la météo et pas les positions de l'escargot et du lézard ;

C'est l'utilisation du marteau qui est importante, pas sa couleur ;

Léonard aura toute latitude pour vérifier le cours de musique en rentant chez lui ;

Yvan ne décrit pas le coffre du train électrique, il demande de l'aide.

etc. etc.

Au second niveau, appelé conceptuel, celui des transformations, le morphisme entre les deux faces oppose deux aspects inverses de l'**opération**.

Le terrain est un agrandissement fidèle de la carte ;

La polysémie permet de déplacer le sens des mots pour obtenir un effet comique ;

Les protagonistes évoluent dans un contexte qui peut expliquer leur comportement ;

Une consigne comporte un aspect matériel (un moyen) et un aspect intentionnel (un but), c'est le but qui compte ;

La raison donnée d'un comportement n'est pas forcément fidèle et peut en cacher une autre ;

Le langage en apparence référentiel peut avoir une intention conative.

A partir de ces quelques exemples, chacun renseignera facilement les 25 figures, sachant que nous donnons ici une formulation

langagière qui n'est évidemment pas celle que l'enfant se donne de la compréhension du concept.

A partir de l'exemple *carte vs terrain* :

- A et B représentent les deux faces de la situation : donné et inféré. (la carte et le terrain)
- J représente la relation qui les relie et qui était concrètement empêchée (un trajet n'est plus évaluée par la fatigue de son parcours mais par sa longueur).
- F_A et F_B représentent leur reprise par abstraction réfléchissante.
- Â et B̂ représentent les deux faces réorganisées au niveau conceptuel et reliées par une opération d'homothétie.
- Ĵ représente l'opération comprise comme une transformation généralisable (concept d'Échelle et de représentation fidèle).

Le foncteur F exprime donc le passage de la coordination particulière à l'organisation conceptuelle, c'est-à-dire le processus d'abstraction réfléchissante et de généralisation à tous les cas similaires. Dans cet exemple, la mise en phase ultime ne concerne plus le donné particulier et l'inféré particulier, mais le passage général de la carte au terrain par une opération de mise en correspondance dont le concept est une homothétie, le paramètre une échelle et le support mental un agrandissement et/ou un rétrécissement simulé.

La commutativité et la genèse du concept

Le carré est commutatif lorsque :

$$F_B \circ J = \hat{J} \circ F_A.$$

Cette égalité exprime deux parcours intellectuels.

Le premier consiste à effectuer l'opération entre les contenus particuliers, puis à reprendre son résultat au niveau conceptuel. Le second consiste à reprendre conceptuellement le contenu initial, puis à effectuer l'opération à ce niveau supérieur. Les deux

parcours conduisent au même résultat. La commutativité exprime ainsi la cohérence entre une opération particulière et sa généralisation. Dans notre hypothèse, cette cohérence caractérise la conceptualisation réussie.

Le sujet n'est plus seulement capable d'effectuer une transformation dans une situation déterminée. Il comprend l'opération qui la rend possible et peut la retrouver et la transférer dans d'autres situations. L'opération particulière devient un principe général.

> Évidemment nous ferions une erreur grossière en laissant croire que ce parcours est immédiat alors qu'il peut prendre plusieurs années chez l'enfant et connaître des états d'instabilité.

La diagonale : du diachronique au synchronique

La commutativité permet de définir une diagonale :

$D : A \rightarrow \hat{B}$.

Cette diagonale correspond au résultat commun des deux parcours :

$D = F_B \circ J = \hat{J} \circ F_A$.

Elle possède, dans notre modèle, une signification psychologique particulière. La construction du concept est d'abord diachronique. Le sujet effectue successivement des opérations, passe d'une représentation à l'autre et coordonne progressivement leurs relations.

Mais le concept constitué permet une saisie synchronique de cette organisation. Les deux parcours, initialement distincts dans leur déroulement, sont intégrés dans une même structure. La diagonale représente cette intégration. Elle ne constitue pas une opération supplémentaire. Elle exprime l'unité conceptuelle dans laquelle se condensent les coordinations successivement construites.

La réversibilité dans le carré

La réversibilité générale des opérations janusiennes permet de considérer les passages entre les deux faces dans les deux sens.

Le sujet peut effectuer l'opération qui conduit de A à B et revenir à A.

Cette propriété est conservée au niveau de la compréhension conceptuelle, elle lui est inhérente.

Les termes de la bipolarité constitutive du concept ont été présenté de façon abstraite dans un tableau plus haut dans le texte.

Pour illustrer maintenant le sens concret du morphisme de la première ligne dans les 25 figures, Voici un tableau récapitulatif qui en présente les formes empiriques. Bien sûr, nous sommes toujours prisonnier de la langue naturelle.

Tableau d'application aux 25 figures rapporté aux séries de dessin :

1. Croyance	Le savoir du placard rouge	écrase	la croyance du placard vert
2. Perspective	Je vois rouge	écrase	il voit noir
3. Échelle	Trajet apprécié selon sa durée	écrase	trajet apprécié selon sa longueur
4. Jeu symbolique	Le loup fictif	écrase	le non-loup réel
5. Identité	L'éponge	écrase	la pierre
6. Intention d'action	L'intention de réussite	écrase	l'intention qui échoue
7. Interprétation	Je vois un canard	écrase	il voit un lapin
8. Polysémie	La souris animal	écrase	la souris informatique
9. Contexte	Le conflit pour la place	écrase	la météo
10. Rapport	Le poids absolu	écrase	le poids relatif
11. Mensonge	La bataille fictive	écrase	l'absence de bataille réelle
12. Genre	La banane	écrase	le fruit
13. Valeur	Le paquet de bonbons	écrase	les pièces
14. Image	L'image sur la boîte	écrase	l'objet qu'elle contient
15. Métaphore	Le vêtement manteau	écrase	la chape de mauvais temps
16. Exemple	L'outil particulier	écrase	l'outil général
17. Application	La couleur du manche	écrase	l'utilisation du marteau
18. Coïncidence	L'accusation infondée	écrase	le hasard
19. La Norme	L'aléa climatique	écrase	la perturbation climatique
20. La relation	La position réelle	écrase	la position logique
21. Le prétexte	Le cours de musique	écrase	le gâteau
22. Connivence	L'énoncé du proverbe	écrase	son destinataire
23. Excuse	La maladie du petit chat	écrase	la paresse
24. Langage indirect	La mention du poids du coffre	écrase	la demande d'aide
25. Ironie	Le compliment	écrase	la moquerie sous-jacente

En conclusion, ce modèle peut être résumé en six propositions.

1. Chaque figure janusienne articule deux faces antagonistes en apparence d'une situation.
2. Cette articulation se produit à deux niveaux différents et successifs : correspondances et transformations, nommés aussi empirique et conceptuel. Répétons qu'elle prend régulièrement plusieurs années dans le développement de l'enfant.
3. Une opération réversible permet la coordination des deux faces aux deux niveaux.
4. L'abstraction réfléchissante transforme la coordination empirique en organisation conceptuelle.
5. La commutativité exprime la cohérence entre les parcours empiriques et leur reprise conceptuelle.
6. La diagonale représente le passage de la construction diachronique à l'intégration synchronique du concept.

Conclusion provisoire

Les études empiriques sont nécessaires bien sûr (et Piaget en a été un précurseur majeur avec le concours d'une équipe étendue et l'examen de milliers d'enfants) mais, on l'a dit elles ne simplifient pas la compréhension du travail mental sans le concours d'une vision calculatoire qui les englobe. De plus, les résultats des expériences avec les enfants sont difficiles à généraliser, d'autant que maintenant, elles se déroulent beaucoup plus souvent devant un clavier d'ordinateur que par une interaction verbale. Au motif d'une meilleure standardisation (mais on néglige alors l'interaction entre le sujet et la tâche, ici la familiarité avec l'ordinateur), en réalité pour une évidente économie avec l'automatisation du recueil des données.

Nous proposons ainsi un modèle commun de la genèse des concepts janusiens, articulant l'analyse psychologique, la théorie opératoire de Piaget et le langage de la théorie des catégories. L'ambition n'est pas de substituer les mathématiques à l'explication psychologique, mais de rechercher une expression structurale cohérente des opérations dont cette explication suppose l'existence. Nous avons usé et abusé du terme de concept dont nous avions évoqué les difficultés philosophiques qu'il peut poser. C'est un choix assumé. Il représente une construction mentale généralisable à une large famille de cas particuliers. A la façon dont un objet informatique est une instance de sa classe, chaque mise en scène d'une figure dans les dessins présentés est une instance de son concept. Libre à chacun d'en créer d'autres sur le modèle.

7. Présentation des 25 figures intentionnelles de l'étude

---

1. Divergence des croyances

Ayant des sources d'information différentes, deux sujets ont une croyance différente. Si l'un deux connaît l'information à laquelle l'autre a eu accès, il peut en déduire sa croyance. Dans le cas de la fausse croyance, les termes de l'alternative sont liés par une **divergence**. L'opération mentale qui la sous-tend est analogue à celle de la séparation des points de vue, excepté qu'elle se déroule dans le temps et pas seulement dans l'espace. Qu'il s'agisse du changement représentationnel à la première personne ou de la fausse croyance à la troisième personne, l'opération donnant accès au point de vue de l'autre et au retour au point de vue propre est un retrait ou un ajout d'information pertinente. La plupart du temps cette opération implique une décentration temporelle. Nous avons choisi de nommer cette opération **substitution**. Tout en reconnaissant leur puissance explicative, nous nous démarquons, avec ce terme neutre, à la fois de la théorie de la simulation, de l'identification psychanalytique et de la décentration piagétienne. Cette substitution paraît assez difficile si l'on se réfère aux âges moyens de réussite. On pourrait accorder une prévalence ontologique à la croyance vraie mais ce n'est pas nécessaire car i) on peut savoir que quelqu'un croit faux tout en croyant soi-même autre chose de faux (ressort classique du théâtre comique) et ii) l'invariant de l'opération n'est pas l'une ou l'autre des croyances en jeu (dont l'une aurait le privilège d'être « la réalité ») mais le fait que la croyance est liée à la prise d'information. Analyser l'épreuve sur la base du vrai (le chocolat est dans le tiroir) et du faux (Max croit qu'il est dans le placard) introduit un biais d'asymétrie qui suggère qu'au lieu d'être l'accès à l'information, l'invariant de l'opération serait la réalité. L'analogie est importante entre la fausse croyance d'autres tâches que nous présenterons : distinguer deux « croyeurs » c'est comme distinguer un acteur et un personnage et être capable, d'un seul geste mental, de combiner deux perspectives en sachant dans quelles conditions on passe de l'une à l'autre. Pendant un certain temps de son développement, l'enfant qui ne comprend pas la croyance l'assimile au jeu symbolique, qu'il ne comprend pas beaucoup mieux si l'on en croit Lillard mais dont il a une pratique implicite importante : une personne trompée, par exemple, pense que son trompeur ne mentait pas mais jouait à dire faux. Peskin (1993) conduit l'expérience suivante. Une petite fille, Leslie, est trompée par un lutin qui s'est habillé comme un petit garçon. La moitié des trois ans répondent à la question « qui Leslie pense-t-il qu'il est? » en disant « un garçon » mais la question de contrôle « Est-ce que Leslie pense qu'il est réellement un garçon ou bien est-ce qu'elle pense qu'il joue à être un

garçon? » révèle une large majorité de réponses de simulation et non de croyance. Perner, Baker & Hutton (1994) pensent qu'avant quatre ans, l'enfant ne distingue pas le jeu symbolique, le « faire comme si » (*acting as if*), de la croyance, le « faire comme c'est » (*acting as is*).
La personne qui comprend mal la nature de la croyance fait montre de **crédulité**. Mais on peut être dupe sans être crédule. Les exemples de fiction sont nombreux puisque, du boulevard au tragique (e.g. *Le malentendu* de Camus) ou au roman policier, le ressort principal de l'action dramatique est le commerce des croyances. Au début de chaque épisode de Colombo, nous savons tout, et nous voyons le détective cheminer vers la vérité. Pour diverses raisons, l'évolution a fait que nous sommes très attirés par les pensées des autres.

Lillard, A.S. (1993 b). Pretend play skills and the child's theory of mind. *Child Development, 64,* 348-371.
Perner, J., Baker, S., & Hutton, D. (1994). Prelief : The conceptual origins of belief and pretence. In C. Lewis and P. Mitchell (Eds.), *Children's early understanding of mind.* (pp. 261-287). Hillsdale : Lawrence Erlbaum.
Peskin, J. (1993). *Pretense and deception: Preschooler's predictions of conterfactual actions.* Paper presented at the biennial meeting of the society for research in child Development, New Orleans, LA.

2.Altérité des points de vue.

Comprendre la séparation des points de vue, c'est combiner deux apparences en ayant compris que la perspective propre est une apparence parmi d'autres. Un objet peut être vu de face ou de dessus. L'opération qui relie les perspectives n'est pas abstraite mais spatiale, c'est un **déplacement** qui garantit à la fois que l'objet disparu continue d'exister même si on ne le voit pas (cf . la perspective sociale de niveau 1 de Flavell, Everett, Croft, Flavell, 1981) et que l'objet existe sous des formes différentes selon les déplacements de ses observateurs (perspective sociale de niveau 2 de Flavell et al.). L'enfant comprend que s'il prenait la place d'un autre, il verrait autre chose et retrouverait son point de vue en rejoignant sa place initiale. La coordination ultérieure des points de vue demandera des opérations plus complexes (cf. Piaget & Inhelder, 1947 et la transition entre la localisation des sites topographiques et la mise en relation des perspectives). Nous appellerons **altérité** la relation qui unit le points de vue de la première et de la troisième personne. Le concept de **perspective** (synonyme de point de vue) est l'invariant des transitions entre les points de vue de la première et de la troisième personne : à chaque déplacement est associé une perspective. Le sujet qui ne

comprend pas la perspective fait preuve, par définition (Piaget, 1923) d'**égocentrisme** spatial. La métaphore théâtrale est l'envers du décor.

Flavell, J.H., Everett, B.A., Croft, K. & Flavell, E.R. (1981). Young children's knowledge about visual perception : Further evidence for level one-level two distinction. *Developmental psychology, 17*, 99-103.
Piaget J., Inhelder B. (1947). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.

3. Similarité du terrain et de la carte.

Mettre en correspondance un modèle et une maquette (Deloache, 1987, 1991) c'est relier deux objets par une opération homothétique (groupe des similitudes) qui implique qu'à chaque élément de l'ensemble-source (le modèle) est associé un élément de l'ensemble-but (la carte, la maquette) et que, dans le cas des travaux de Deloache, les morphismes topologiques et projectifs sont conservés, comme ils le sont dans l'épreuve piagétienne de localisation des sites topographiques réussie vers quatre ans au niveau 1. Il s'agit donc d'une forme particulière de ressemblance qui obéit à des critères précis. C'est cette addition de contraintes qui rend cette épreuve assez simple. Nous appellerons **homothétie** l'opération qui permet de passer d'un terme à l'autre et **échelle** le concept associé. Les deux termes de l'opération peuvent être décrits comme le **terrain** et la **carte**. Ils sont liés par une relation de **similarité**. Tout comme l'identité reliait l'apparence et la réalité ou la perspective les points de vue contrastés, l'échelle est la connexion entre les figures similaires. On ne trouve pas dans la langue de terme spécifique caractérisant la personne qui ne sait pas passer du terrain à la carte, pas plus que de terme décrivant l'effet associé. Toutefois, dans son élan conquérant, Picrochole paraît suffisamment engagé dans la confusion (puisqu'il relate au passé son futur voyage sur la carte avec le célèbre : « nous ne bûmes point frais ! ») pour en être une bonne allégorie. Nous nommerons donc **picrocholisme** l'incapacité de distinguer la carte du terrain.

DeLoache, J.S. (1987). Rapide change in the symbolic functioning of very young children. *Science, 238,* 1556-1557.
DeLoache, J.S. (1991). Symbolic functioning in very young children : understanding of pictures and models. *Child Development, 62*, 736-752.

4. Jeu symbolique.

Comprendre le jeu symbolique, le travail de l'acteur, c'est comprendre que celui-ci est deux personnes en même temps : le personnage qu'il joue et la personne qu'il est, et qu'il peut redevenir à tout moment. Il y a une relation de **vicariance** entre le personnage et l'acteur et le concept de **rôle** en rend compte. L'analyse est globalement la même lorsqu'un objet en remplace un autre (un bâton en guise de fusil). L'opération associée est l'**entrée** dans (ou la **sortie** de) la **fiction**. Elle est codifiée dans le jeu enfantin soit par le simple constat de l'activité de jeu que le joueur sait devoir être spontanément décodée, soit de façon conventionnelle : « on disait que... » ; « je ne joue plus ! ». Bien que l'enfant joue très tôt, il ne comprend en revanche que beaucoup plus tard les caractères de cette opération et l'ensemble de ses implications. Lillard (1993 a & b) montre qu'un troll qui ignore tout des lapins, jusqu'à leur existence, mais qui se déplace en sautant comme un lapin, est reconnu par beaucoup d'enfants jusque 5-6 ans comme à la fois ignorant l'existence des lapins et comme jouant à sauter comme un lapin. L'opération abstraite d'entrée dans le jeu symbolique entraîne, sans doute plus que toutes les autres analysées ici, de nombreux motifs de confusion entre la source et la cible et pose des questions difficiles sur le rapport entre le jeu et la réalité chez l'enfant : l'enfant qui joue est-il soustrait à la réalité comme l'homme qui tombe est soustrait à la gravitation pendant sa chute (idée qu'Einstein qualifiait de « plus réjouissante de sa vie ») ou bien, au contraire, lui est-il totalement soumis dans ses efforts de l'assimiler (Lewis, 1994, qui défend cette thèse, prône l'universalité du jeu d'exercice et donne l'exemple du skieur sur neige artificielle qui ne cherche pas à faire semblant de skier sur de la neige réelle mais cherche, au contraire, à acquérir les comportements d'un vrai skieur et non d'un skieur fictif) ? Et que dire du petit chat qui « joue » avec un bouchon au bout d'une ficelle ?
Il est probable que le jeune enfant qui joue pense qu'il est entré dans une réalité parallèle. Les traits principaux de l'entrée dans la fiction sont désignés par l'opacité sémantique qui suspend la référence (« je joue à faire un gâteau » ne dépend pas du fait que le sable avec lequel je joue soit ou non comestible mais du fait que, dans mon jeu, je le considère comme tel), la vérité et l'existence (cf. Leslie, 1988). Ces traits sont caractéristiques des contenus des attitudes propositionnelles et ne sont pas propres au jeu. Ils montrent que la mise en connexion des dimensions (ici l'acteur et le personnage) est loin de voir son contenu psychologique épuisé par une analyse en termes de complexité relationnelle. Il y a un contenu conceptuel important sous-jacent qui échappe à cette analyse que, faute de mieux on peut supposer relatif à une compétence innée (Leslie, op.cit.). En jouant, ou en pleurant au cinéma, le sujet n'est pas victime d'une confusion, mais il se donne une **illusion**. Le théâtre en son entier est l'exemple de l'illusion. On ne trouve pas de terme caractérisant la personne incapable de jouer ou de comprendre le jeu, un *homo non ludens*. Le jeu est lié à la croyance, un exemple théâtral : la **doublure** : Nous savons que l'acteur n'est pas le personnage mais nous ne

savons pas que la doublure n'est pas l'acteur et nous croyons qu'elle l'est.

Leslie, A.M. (1988). Some implications of pretense for mechanisms underlying the child's theory of mind In J.W. Astington, P.L. Harris, and D.R.Olson (Eds.) *Developing theories of mind* (pp. 141-172). New-York : Cambridge university Press.
Lewis, M. & Haviland, J. (1993). (Eds). *Handbook of emotions*. New-York : Guilford Press.
Lillard, A.S. (1993 a). Young children's conceptualization of pretense: action or mental representational state? *Child Development, 64,* 372-386.
Lillard, A.S. (1993 b). Pretend play skills and the child's theory of mind. *Child Development, 64,* 348-371.

5. Ressemblance entre l'apparence et la réalité.

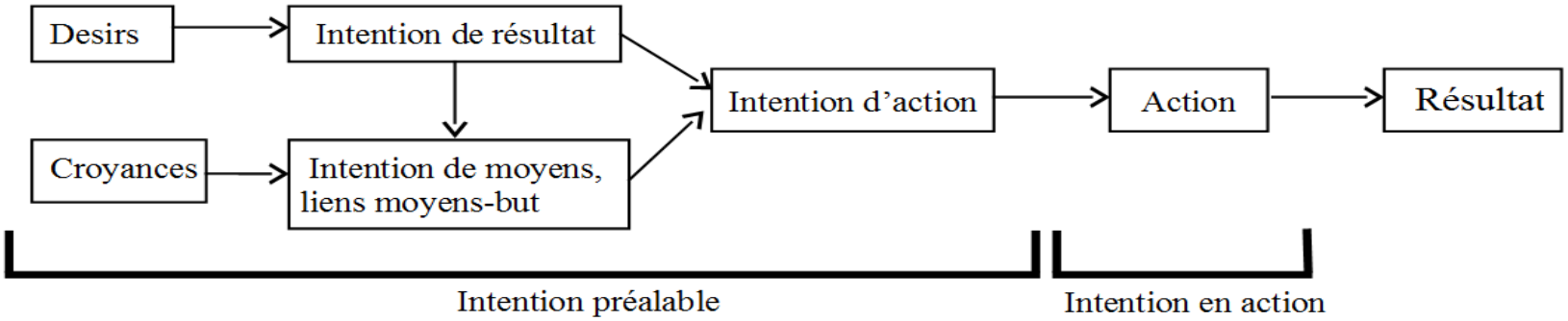
Dissocier l'**apparence** de la **réalité**, c'est poser une relation de **ressemblance** entre l'objet réel et un autre objet apparent, c'est-à-dire les tenir pour équivalents seulement au plan de l'apparence. On sait que cette épreuve est difficile jusque dans la cinquième année (Flavell, Green & Flavell, 1986). La collusion des deux termes fait que, interrogés sur l'apparence, puis sur la réalité, les enfants donnent la même réponse, selon deux cas de figure : « Ça ressemble à une éponge, c'est une éponge » ou bien « C'est une pierre, ça ressemble à une pierre. »
La ressemblance repose sur l'application d'un objet source dans un objet cible et repose sur une opération de **superposition**, qui est une opération abstraite de mise en connexion dont il est loin d'être assuré que l'épreuve d'apparence-réalité tire toute la quintessence, puisque cette mise en connexion est souvent source de contagion (i.e. la cible reçoit de la source plus qu'elle ne devrait recevoir; c'est aussi le cas dans la métaphore comme on le verra plus bas) et que les résidus de la ressemblance (i.e. l'implication spontanée : ressemblance $\rightarrow$ corrélation) imprègnent toute la psychologie enfantine et adulte des préjugés et des stéréotypes. C'est évidemment cette contagion qui fait que le sujet peut prendre l'apparence pour la réalité (naïveté). La relation de ressemblance est en droit symétrique (Pierre ressemble à Paul $\Leftrightarrow$ Paul ressemble à Pierre) mais elle ne l'est presque jamais en fait où, pour des raisons diverses, un objet est source et l'autre cible, par exemple sur un fond évaluatif (« Marie ressemble à Jane Fonda » est différent de « Jane Fonda ressemble à Marie »), ou causal (« Clément ressemble à son père » est différent de « Georges ressemble à son fils »).
Le concept d'**identité** est l'invariant de l'opération de superposition lorsque, après considération de la ressemblance, le sujet opère un retour de la cible à la source. Le sujet qui ne distingue pas l'apparence de la réalité commet une **confusion**. Il fait

preuve de **naïveté** si l'on définit le naïf comme étant *celui qui croit que ce qui paraît est*. L'exemple théâtral est le trompe-l'œil.

Flavell, J.H., Green, F.L. & Flavell, E.R. (1986). Development of knowledge about the appearance-reality distinction. *Monographs of the society for research in* ***Child Development, 51,*** **n° 212.**

6. Fidélité à l'intention d'action (IA) initiale.

Lorsque le résultat de l'action ne correspond pas au but projeté, le sujet peut en venir à nier qu'il ait voulu l'entreprendre, comme le renard de la fable, aux prises avec des raisins trop haut perchés. La prise de conscience de l'**intention d'action est** définie comme une représentation préalable de l'action (Searle, 1983), et sa dissociation de l'action effectuée repose sur l'analyse du résultat de l'action. La figure ci-dessous propose une représentation schématique de l'action intentionnelle. On y voit que l'intention d'action est une croyance et qu'elle devient une fausse croyance dès que l'action échoue puisqu'elle en était un support logistique inadéquat. L'étude expérimentale de la prise de conscience de cette intention d'action en cas d'échec de l'action a montré qu'elle était restituée correctement aux même âges que la fausse croyance, aux niveaux intra- et interpersonnels. (Bradmetz & Amiotte-Suchet, 2001 ; Antoine Bradmetz, 2008).



L'opération qui compare le résultat à l'intention préalable est une **reconstitution**. Cette reconstitution se complique par la

nécessité de résister à la rationalisation et à la mise en conformité de l'intention d'action et du but obtenu. Entre l'intention d'action véritable et l'intention d'action restituée après-coup, il y a une relation de **fidélité**. Si le sujet dit qu'il a fait B alors qu'il a fait A c'est que son intention d'action était de faire l'action A et non l'action B et cette affirmation est intentionnellement contradictoire. Chez les adultes, on y voit de la mauvaise foi et elle est associée à une intention de tromper et non pas, comme chez les petits, à une incapacité de restitution correcte de l'intention d'action. Dans la pathologie, ce n'est pas la restitution de l'intention d'action qui est déformée mais celle de l'intention de résultat. Au lieu de se poser en victime d'un monde qui résisterait à des intentions d'action, le sujet tout-puissant prétend que les résultats qu'il obtient étaient intentionnels. L'opération de décentration temporelle permet de retourner non pas au souvenir de l'action réellement effectuée (ce que les petits font facilement) mais au souvenir de l'intention qui en avait été formée. L'intention d'action est donc une entité purement représentationnelle et son lien avec le résultat obtenu n'est pas un lien de type moyen-but, qui est réservé à la description du lien entre l'action elle-même et son résultat. Le sujet qui restitue son intention d'action dans toutes les situations est de **bonne foi**, son témoignage est fidèle. Dans la vie courante, les cas délicats sont évidemment ceux où le sujet a objectivement nui et où il doit convaincre que ce n'était pas son intention, c'est-à-dire qu'il croyait faux. La *féodalité* et toutes les hiérarchies, notamment militaires, qui s'en inspirent, sont des systèmes de prévention de la mauvaise foi qui ont compris le rôle de la confiance et la nécessité associée d'une hiérarchie complexe assurant que chacun est individuellement connu et contrôlé par un supérieur. Un général qui perd une bataille doit convaincre qu'il voulait la gagner.

Searle, J.R. (1983). *Intentionality : an essay in the philosophy of mind*. Cambridge : Cambridge university Press.

7. Dualité des interprétations

Tout le monde connaît la formule du verre à moitié plein et du verre à moitié vide. Le verre est le même et ce qui lui donne sa qualification n'est pas son apparence ni son contenu, c'est l'humeur de celui qui le qualifie. Ce sont deux constructions de l'esprit, aussi divergentes que deux croyances opposées, que deux points de vue différents. Donc, comme pour ces deux figures (et beaucoup d'autres) il faut admettre que l'autre ne pense pas comme moi, et comprendre pourquoi. Cette ambivalence est aussi la conséquence du fait que l'objet (la situation,etc .) offre la possibilité de deux ou plusieurs interprétations différentes. Notons que contrairement aux figures examinées jusqu'à présent et à d'autres qui suivront, l'interprétation ne porte pas atteinte à la réalité en

la restituant ou en l'analysant de façon erronée. Carpendale et Chandler (1996) étudient les réactions des enfants à qui l'on dit qu'un personnage voit un canard dans la figure du canard-lapin de Jastrow alors qu'un autre voit un lapin, ou bien leurs réactions au fait qu'un personnage considère le petit cube rouge et un autre le grand cube rouge suite à la consigne de considérer le cube rouge. Ce n'est guère avant 7-8 ans que les situations sont correctement analysées, la source de l'ambivalence n'étant pas identifiée et explicitée avant. Pour les auteurs cette capacité repose sur la compréhension du fait qu'un même état du monde peut conduire à deux représentations différentes, alors que dans la fausse croyance classique ou la séparation de points de vue, ce sont deux états du monde différents qui mènent à deux représentations différentes. Il y a donc un pas supplémentaire franchi ici et, selon les auteurs, la nécessité de comprendre le caractère interprétatif du savoir. Non seulement celui-ci repose sur une prise d'information (première étape importante de la compréhension des croyances) mais il repose en plus sur des schèmes assimilateurs, des modes de lecture de l'expérience, qui peuvent être différents d'un sujet à l'autre ou chez le même sujet à des temps différents. L'opération en jeu consiste à passer d'un schème assimilateur à un autre. Cette opération est une **élaboration** et elle conduit à une **interprétation**. Lorsque deux sujets donnent deux interprétations différentes du même stimulus, celles-ci sont dans une relation de **dualité**. Il n'est pas plus facile pour l'enfant d'admettre l'interprétation d'autrui que sa croyance ou sa perspective.

L'interprétation théâtrale ou musicale est une illustration de la dualité. On ne joue pas deux fois la même pièce de théâtre, on ne fait pas deux fois le même cours. La personne qui n'interprète pas pense qu'il n'y a qu'une seule façon de considérer les choses, elle n'est pas explicitement désignée dans la langue, sinon par des traits de personnalité assez dépréciatifs (*psychorigide* par exemple).

Là encore, le jeune enfant n'échoue pas à comprendre et admettre l'interprétation d'autrui pour les mêmes raisons que l'adulte. L'effet associé à l'impossibilité d'interpréter est une forme de **forclusion**, un peu au sens juridique mais aussi un peu au sens psychanalytique.

Carpendale, J.I. & Chandler, M.J. (1996) On the distinction between false belief understanding and subscribing to an interpretive theory of mind. *Child Development 67, 1686-706.*

Gopnik, A. & Graf, P. (1988). Knowing how you know: young children's ability to identify and remember the sources of their beliefs. *Child developement, 59*, 1366-*1371.*

8. Ambiguïté des jeux de mots.

Le concept de polysémie indique l'existence, sous une forme acoustique unique, de deux significations différentes. L'ambivalence peut conduire à l'ambiguïté (ou équivocité) lorsqu'elle est intentionnellement utilisée, particulièrement dans les jeux de langage ou elle produit, pour des raisons en partie mystérieuses, un effet comique et plaisant. On sait que le mot est initialement chez les petits un trait caractéristique de la chose. Une porte est porte comme elle est brune ou rectangulaire. Le signifiant (forme acoustique du mot) n'a pas d'autonomie dans cette conception, et le mot d'esprit, qui repose sur une collision, un télescopage de plusieurs signifiés sous un même signifiant, n'est pas compris. Nous appelons collusion l'impossibilité de discerner et de lever la relation d'**ambiguïté** qui lie le sens propre au sens déplacé dans le calembour et **déplacement** l'opération qui passe de l'un à l'autre. Comme la fausse croyance (il est comique de voir un personnage qui souhaite se retirer en prenant la porte entrer dans un placard), la polysémie provoque le rire. Sans entrer dans les causes de cet effet comique (on peut renvoyer par exemple aux analyses de Freud, 1901), on constate simplement qu'il ne peut surgir que quand la structure ambiguë est comprise, qu'elle soit liée à la polysémie ou à la croyance (ainsi, quand le clown entre dans un placard au lieu de prendre la porte, il prend soin de se cogner la tête ou d'en sortir couvert de poussière pour que les petits puissent rire aussi). Le mot d'esprit (si bien nommé) exige donc une théorie de l'esprit et, même s'ils n'abordent pas le problème sous cet angle, de nombreux travaux le confirment en montrant les difficultés auxquelles il confronte les petits.

Freud, S. (1901/1948). Psychopathologie de la vie quotidienne (*Zur Psychopathologie des Alltagslebens*). Paris : Payot.

9. Opportunité des insertions en contexte.

Le concept de **contexte** indique qu'un stimulus ne peut être interprété sans référence à son environnement. C'est donc une interprétation qui, au lieu d'être guidée par les schèmes d'assimilation du sujet, est guidée par le monde. L'opération de **contextualisation** permet de passer d'une interprétation à une autre en tenant compte du contexte. La pomme qui évoque le péché originel n'est pas la même que celle qui évoque la gravitation, non pas parce qu'elle aurait perdu sa couleur ou sa qualité de fruit comestible (i.e son identité) mais parce que le contexte lui donne une signification spéciale. Dans l'**interprétation**, examinée ci-dessus, la relation de dualité avait une origine interne au sujet, au sens où c'est son système de schèmes qui

déterminait son appréhension de l'objet à la façon dont le système perceptif détermine la vision du cube de Necker et la fréquence des oscillations au rythme desquelles cette vision change. Dans la contextualisation, en revanche, c'est le monde extérieur et non plus le sujet qui détermine la version de l'objet. Nous pourrions dire que l'interprétation est *assimilatrice* alors que la contextualisation est *accommodatrice*, ce qui fait qu'elle obéit à une logique d'**opportunité**. Nous pouvons qualifier de dépendance au contexte (par analogie avec la dépendance à l'égard du champ) le trait qualifiant la personne qui montrerait une forme extrême de sensibilité à l'environnement de l'objet. L'exemple théâtral peut être l'improvisation.

10. Relativité des référentiels

Le concept de **rapport** s'établit entre des termes **relatifs** à une grandeur donnée. Nous nous adressons cette fois à une autre forme de contextualisation combinée à un changement d'échelle. Ce changement d'échelle ne fait pas passer du terrain à la carte mais d'un terrain à un autre terrain ou d'une carte à une autre carte, en un mot d'un référentiel à un autre. L'opération de **référentialisation** acquiert cette fois un sens quantitatif car, contrairement à ce qui se passe avec la simple contextualisation, les relations de l'objet à ses référentiels sont commensurables. N'ayant pas trouvé de terme adapté à la description d'une incapacité à la prise en compte du référentiel, nous proposons le *Siriusisme*, en référence à Voltaire qui nous présente un habitant de Sirius venu sur terre et traversant l'océan avec de l'eau presque jusqu'au genou et qui, ramassant une baleine et la mettant sur son ongle, en conclut que les habitants de la terre sont bien petits. L'évolution du concept de rapport sera longue jusqu'aux opérations formelles et aux quantifications complexes. Le rapport est au cœur des mathématiques et de la physique.
Sa quantification débute avec l'apprentissage des fractions au cours moyen.

11. Duplicité du vrai et du faux.

Il y a dans le mensonge un pas de plus que dans la croyance puisque non seulement le sujet comprend qu'autrui peut croire faux mais il utilise intentionnellement cette possibilité dans un montage comportemental. La duplicité (à laquelle Littré préfère la doublesse, utilisée jusqu'au XVI° siècle) active se traduit par une falsification des dires ou des faits. Les termes de la relation sont **le vrai** et **le faux**. La reine dépitée donne une pomme empoisonnée à Blanche-Neige, mais les petits ne justifient pas le fait que cette dernière la mange en référence à la croyance mais à l'ordre qui lui est donné, voire à une intention suicidaire (cf. Bradmetz,

1999 b). La **duplicité**, comme le quiproquo ou le mot d'esprit peut provoquer le rire, mais elle peut aussi provoquer la colère lorsque la farce tourne au tragique. L'opération de travestissement de la vérité est une **falsification**.La qualification de la personne qui ne manie pas la duplicité peut prendre diverses formes : sincère lorsqu'elle est victime active, crédule lorsqu'elle est victime passive. Les travaux sur la tromperie sont nombreux et constituent un domaine assez bien exploré de la psychologie enfantine (cf. e.g. Lafrénière, 1994), ils confirment le caractère représentationnel de la duplicité et les âges assez tardifs auxquels elle est comprise dans ses formes simples, et plus tardifs encore dans ses formes plus complexes (notamment les relations intentionnelles de second ordre où le trompé à répétition doit deviner les stratégies du trompeur). Le mensonge est au cœur des relations humaines et il prend une quantité de formes, nous en verrons deux plus loin : le prétexte et l'excuse.

LaFrénière, P. J., & Ménard, J. M. (1990). Le développement de la tromperie tactique chez le jeune enfant. *Enfance*, 45, 361-373.

12. Généricité.

Le concept de **genre** indique la double appartenance d'un objet à une espèce et à une catégorie sur-ordonnée. L'opération qui permet de passer au genre est une **abstraction** (la division logique de Piaget). Dans un item célèbre, Piaget demande aux enfants si, dans un bouquet il y a plus de violettes que de fleurs. On sait à quelle difficulté cela peut conduire. Plus simplement, il constate que vers quatre-cinq ans, une formulation plus simple des questions (questions dites d'appartenance) conduit à des réponses cohérentes : « Est-ce que les violettes sont des fleurs ? » et « Est-ce que les fleurs sont des violettes ? ». L'enfant qui réussit à répondre à ces questions, en moyenne vers 4 ; 6 code l'objet à la fois dans son genre et dans son espèce. C'est un premier degré important, ce n'est évidemment pas le dernier car l'opération qui permet de passer de l'espèce au genre n'est pas encore objet de prise de conscience et l'enfant butera sur la question d'inclusion et ne comprendra pas que dans un gros bouquet il y a plus de fleurs que de violettes même s'il y a une énorme majorité de violettes. La distinction genre-espèce est si intimement liée à l'usage de la langue que celle-ci n'a même pas jugé utile de coder le caractère de la personne qui ne la posséderait pas ni même l'effet que produit leur absence de dissociation (alors que l'on code la confusion des genres comme une erreur de catégorie).
La hiérarchie *genre-espèce-objet* est le pilier de la programmation informatique orientée objet qui a envahit définitivement la discipline dans les années quatre-vingt (*classe, sous-classe, instance*).

13. Équivalence de l'objet et de l'argent.

Peu de gens, en dehors des professionnels, comprennent quelque chose à l'argent, ce qui fait que l'on sait assez mal de quelle façon l'enfant le conceptualise. L'école fait une large impasse sur la nature de l'argent, s'en tient à une exploitation purement numérique et en fait un substrat de l'activité mathématique, comme les distances et autres grandeurs. Nous pensons que l'argent est d'abord une grandeur intentionnelle pour les petits. On pourrait croire que le troc est un premier palier vers l'argent abstrait, comme l'arithmétique est un premier palier vers l'algèbre, et qu'il serait nécessaire d'ordonner les deux. Seulement, il n'est pas sûr que le troc ne s'appuie pas en fait sur une équivalence implicite (j'échange mon sac de billes contre ce pistolet parce que, chez le marchand, les deux ont le même prix). Nous relierons le concept de **valeur** et la relation d'**équivalence** à l'opération d'**échange**. L'argent est une forme de terme générique quantitatif car, comme le genre, par abstraction, il se détache de l'objet particulier, mais les différents genres ne sont plus opposés selon la variation de leurs traits constitutifs mais ordonnés sur la dimension linéaire de la valeur. La transition entre le genre et la valeur est la même qu'entre la contextualisation et la référentialisation. Les genres, comme les contextes, sont assemblés en mosaïques alors que les valeurs et les référentiels, sont linéairement ordonnés. Il est difficile de dire que le jeune enfant est prodigue, il n'a pas encore acquis le sens de la valeur que le prodigue a perdue. Il n'a échappé à personne que nous simplifions le problème avec la relation d'équivalence. L'argent est une variable fluctuante dont le rapport à l'objet n'est pas stable comme peut l'être celui d'un dénombrement d'un sac de billes ou du poids d'un litre de mercure. Pour des raisons conjoncturelles tout d'abord : inflation, bénéfice, prix ajustés à la demande, etc. mais aussi pour une raison psychologique essentielle : lorsque le marchand me demande 1000 € pour son fauteuil, il tient plus à mes 1000€ qu'à son fauteuil et moi je tiens plus à son fauteuil qu'à mes 1000 €. Cette asymétrie condamne *a priori* la relation d'équivalence que nous posons mais nous la conservons quand même car elle demeure la meilleure approche et correspond bien au sens commun et plus encore à la psychologie enfantine.

14. Visibilité de l'objet par l'image.

Donner une **image** (de soi, d'un produit, d'un travail, etc.) c'est rendre visibles certains aspects de l'objet dans le but, le plus souvent, de le rendre attractif. Une opération de **présentation** met en forme ce qui est caché pour que cela puisse être montré.
Le caché et le montré sont dans une relation de **visibilité**. Dès qu'un objet a une image, entre lui et cette image s'intercale l'épaisseur de l'intention de présentation et l'image ne peut pas plus prétendre être une copie de l'objet que le journal télévisé ne

peut prétendre montrer le monde.
Quand l'enfant commence-t-il à comprendre la nature représentationnelle de l'image dont les précurseurs comportementaux sont déjà attestés dans les attitudes précoces de prestance, de timidité ou de coquetterie ? Naturellement aux âges où il comprend et admet le possible dédoublement de la représentation.
Il a y entre l'image et l'objet la même forme de contamination que celle que nous avons mentionnée à propos de l'apparence et de la réalité. On pourrait qualifier de naïve la personne qui ne comprend pas le lien entre l'objet et l'image et prend la seconde pour le premier, comme nous avons qualifiée de naïve celle qui ne distingue pas l'apparence de la réalité.
Il y a toutefois une dimension supplémentaire à cette naïveté puisqu'en plus, le naïf est dupe dans ce cas et qu'il se laisse prendre par l'illusion sur l'objet intentionnellement établie avec l'image. Il est victime d'une mise en scène qu'on ne considère pas en général comme mensongère, au risque d'interdire toute la publicité commerciale.
Bien sûr, les choses ne sont pas simples, même pour l'esprit le plus averti qui achète la voiture que la publicité lui montre la conduisant sur une avenue déserte (avec une jolie fille à ses côtés), alors qu'il s'en servira dans les embouteillages sur le périphérique.
La langue a des termes pour qualifier la résistance active à l'emprise de l'image : soit on souhaite la **transparence** ou alors (bien que le mot ait été intentionnellement dénaturé et péjoré) on est **iconoclaste**, à la façon des religieux qui ont refusé ou qui refusent qu'on représente la face de Dieu ou des prophètes.

Nous n'étudions pas ici la capacité de l'enfant à fabriquer des images mais à les lire. Des expériences menées par de étudiants de troisième cycle ont montré trois paliers robustes dans les réactions des enfants face à l'objet et à son image. Le protocole est simple : il suffit de confronter des boîtes de jouets à leur contenu réel.
Dans un premier temps l'enfant ne voit pas de différence (même si elle est marquée) entre l'image et l'objet (jusque 4-5 ans) ; il verbalise ensuite la différence si on le questionne dans ce sens (sans induire de réponse naturellement) mais ce n'est que vers 8-9 ans en moyenne qu'il réussira à décode et motiver l'intention falsificatrice. Il y a une parenté évidente avec les réactions des enfants (et de beaucoup d'adultes...) face aux défauts des objets, aux pannes, aux dysfonctionnements et maintenant aux bogues : il dirige sa mauvaise humeur et sa frustration sur l'objet mais pas sur celui qui l'a conçu et fabriqué.

15. Analogie entre une source et une cible.

Les travaux sur la compréhension de l'analogie par l'enfant montrent une apparition tardive et complexe. Nous appellerons **connotation** (par opposition à dénotation) l'opération qui relie l'objet **source** à sa **cible** (i.e. l'objet métaphorique), c'est-à-dire l'adjonction d'idées secondaires culturelles, émotionnelles, clarificatrices, etc.) apportée par la **métaphore** à l'idée principale incarnée dans l'objet.

On accentue par exemple la sphéricité de la pomme en la comparant à un ballon ou la fureur d'un militaire en disant que c'est un lion. L'effet négatif de la connotation est une **allusion** c'est-à-dire l'importation d'un autre trait secondaire non-désiré, en raison de l'absence de dissociation entre la source et la cible.

Le problème de l'allusion tombe sous les projections intentionnelles dont est l'objet toute personne qui parle, par métaphore ou non. La personne qui ne comprend pas la métaphore, en dehors du fait qu'elle n'a probablement aucun humour, n'est pas spécialement qualifiée dans la langue autrement que par des périphrases (terre à terre, prend tout au premier degré, au pied de la lettre), nous n'avons pas trouvé de terme spécifique la désignant. Pas ailleurs que dans le langage familier ou un petit mot de trois lettres, probablement le plus utilisé de la langue, caractérise en général celui qui ne se met pas à la place d'autrui, qui montre une déficience intentionnelle. Zazzo définissait la *connerie* comme un manque d'humour, c'est bien plus encore.

La métaphore est la figure préférée de tous les bons écrivains, elle permet de dire beaucoup de choses au-delà du sens littéral des mots. L'enfant peut les comprendre assez tôt si elles sont simples et dans un cadre familier, mais une maîtrise satisfaisante doit se développer pendant toute la scolarité primaire et au-delà.

16. Exemplarité.

On peut illustrer un genre avec une espèce, une espèce avec un **exemple** : cette pomme-ci qui est de la famille des pommes. L'opération est une **instanciation (**cf. l'objet comme instance de classe en informatique). La bipolarité que nous retenons est celle de la **langue** opposée au **discours** (*type vs token*). Il y a une certaine incommensurabilité entre *le nombre et la variable*, *la relation numérique et le théorème* ou *la phrase et la grammaire*. Cette incommensurabilité repose sur le fait que la langue ne peut

être assimilée au discours que si l'exemple est pertinent « pour tout » nombre, pour toute relation, pour toute phrase. On demande souvent aux enfants de donner des exemples à l'école. Ce sont au début des exemplaires, comme une bille tirée d'un sac. Le véritable statut représentationnel de l'exemple n'apparaît, selon nous, que lorsque le caractère inductif de la généralisation de l'exemple commence à être perçu, autrement dit, s'il y a une relation d'**exemplarité** entre le terme exhibé et le terme quelconque. Ce caractère est également lié au rapport inverse entre l'extension et la compréhension : il y a moins de violettes que de fleurs dans le monde, alors la description d'une violette est plus longue à faire que celle d'une fleur. Pour toutes ces raisons, il est probable que la relation d'exemplarité et le concept associé d'exemple soient plus tardifs que la plupart des autres concepts présentés.

17. Application de l'esprit au-delà de la lettre.

Si le médecin conseille de manger des pommes, on peut comprendre que le jus de pomme n'est pas contre-indiqué et qu'il doit contenir la plupart des vertus du fruit. Son intention n'est pas de vous faire manger une pomme en obéissance à son ordre mais de vous permettre de profiter des vertus de la pomme. Une théorie de l'**esprit** est évidemment aussi une théorie de la **lettre** qui en est le support. L'esprit c'est la lettre plus l'intention de but de celui qui l'a énoncée. L'opération associée est donc une **lecture de l'intention**. La ré-énonciation de la lettre doit être **compatible** avec l'intention décodée pour pouvoir servir de guide à l'action. Agir en admettant cet écart entre la lettre initiale et la lettre réécrite sous le contrôle de l'intention, c'est **appliquer** les instructions **de** la lettre. Refuser d'admettre cet écart par incompréhension de l'intention sous-jacente, c'est **exécuter** les instructions **à** la lettre. Le lecteur qui a l'expérience des guichets va être tenté de nous dire que nous sortons ici de la psychologie enfantine, comme on pourrait en sortir avec l'ensemble des cas exposés jusqu'ici. Il y a en effet, pour de nombreux cas de figure, une exploitation consciente possible, en raison des bénéfices secondaires que procure l'indifférenciation des doublets représentationnels : faire le naïf ou le crédule, être de mauvaise foi, ne pas entendre le point de vue de l'autre, prétendre avoir été illusionné, transformer sciemment une comparaison en une allusion, refuser d'admettre l'esprit d'une disposition, etc. La fonction publique française distinguait quatre catégories (la dernière a disparu) : A : conception du travail ; B : application ; C : exécution ; D : exécution subalterne.

18. Coïncidence.

J'aperçois mon voisin de palier dans un quartier éloigné où je fais ma promenade. Je pense qu'il m'a suivi mais en fait j'apprendrai qu'il se rendait chez ses parents qui habitent là. J'ai été victime d'une **coïncidence**. Ce concept rassemble les deux causes confondues, l'une vraie et ignorée, l'autre fausse et tenue pour vraie. Plus généralement, la coïncidence désigne la rencontre aléatoire de deux événements. La relation entre les deux est la **plausibilité** lorsqu'une imputation causale est en jeu. En effet, l'une des causes peut être prise pour l'autre. L'opération conduisant à la compréhension de la coïncidence est l'**application** (au sens mathématique) des causes dans les effets, c'est-à-dire la compréhension du fait que différentes causes peuvent produire un même effet mais qu'une cause ne peut produire qu'un seul effet. Cette application étant surjective, nous appellerons l'opération **surjection**. L'inverse la surjection (que Piaget appelait multijection) n'est pas une application puisque l'ensemble des effets envoie plusieurs flèches vers l'ensemble des causes présumées. Le sujet qui est victime d'une coïncidence commet une fausse imputation. Il n'y a pas, à notre connaissance de travaux consacrés à la coïncidence et à ses rapports précis et documentés avec la fausse croyance. Nous avons fait une expérience qui a confirmé un parallélisme des âges de compréhension avec les autres figures intentionnelle (Mathy, Bradmetz, 2005). Classiquement la personne superstitieuse refuse les coïncidences. La coïncidence est un thème récurrent dans *Bouvard et Pécuchet* où Flaubert évoque des explications diverses : les mystères des nombres, un fluide, les démons, et des explications rationnelles.
Un juge de paix assène un argument qui lui semble définitif : « Nous étions quatorze enfants. Je suis né un 14, mon mariage eut lieu un 14 et le jour de ma fête tombe un 14 ! Expliquez-moi ça. »
La coïncidence est la moins rationnelle des figures intentionnelles.

19. Conformité du fait à la norme.

Le concept de **norme** présuppose deux entités liées par une opération de **comparaison**. Pour l'action par exemple, c'est la comparaison entre l'action que le personnage a faite et celle qu'il aurait dû faire (s'il avait suivi, par exemple, les recommandations parentales). En distinguant la **norme** et le **fait**, l'enfant comprend le pouvoir déontique de la norme et acquiert le sens moral. La relation entre la norme et le fait est une relation de **conformité**. C'est une forme affaiblie de compatibilité parce que la norme recèle toujours un aspect arbitraire et les valeurs résistent en partie à l'analyse rationnelle. Il est donc difficile de penser que le rapport entre la norme et le fait soit exactement le même qu'entre l'esprit et la lettre. Dans sa forme la plus

militaire, la norme ne requiert d'ailleurs pas d'être comprise car ce qui peut fonder l'autorité ce n'est pas qu'elle soit rationnelle, mais qu'elle soit autorité. La compréhension des normes est associée à une étape importante du développement émotionnel car la comparaison systématique des actions, des paroles et des pensées avec les normes fait apparaître un tiers entre l'enfant et l'objet de son émotion, un tiers évaluateur, qui deviendra le Surmoi dans la psychanalyse. Les émotions secondaires (honte, gêne, timidité, fierté, culpabilité, etc.) envahissent l'organisation émotionnelle et en font le système de réponse socio-moral. Lewis a donné une théorie du développement émotionnel en trois étapes qui montre les liens étroits entre les émotions secondaires et la conscience de soi caractéristique de l'intentionnalité (voir e.g. Lewis & Haviland, 1993). Pour la relation de conformité nous retiendrons l'évocation d'un trait particulier d'une situation, d'une personne, etc. qui n'est pas inclut dans la norme et qui apparaît à l'occasion de la comparaison des deux.

20. Réciprocité des relations.

Le concept de **relation** est un précurseur du rapport et il exprime l'idée qu'un objet peut être à la fois « plus que » et « moins que ». Par exemple, dans l'item piagétien de sériation, un jugement scalaire sur un bâtonnet est de la forme : « c'est un petit », petit étant une qualité intrinsèque de l'objet comme le fait d'être rouge ou en bois ; et un jugement relationnel est de la forme : « il est plus grand que celui-ci mais plus petit que celui-là ». Les enfants émettent leurs premiers jugements relationnels vers quatre ans, au moment où ils réussissent les questions d'appartenance et les soustractions logiques des items piagétiens d'inclusion. Piaget analyse d'ailleurs les deux de la même façon en insistant sur le fait que l'enfant doit avoir deux jugements diversement orientés simultanément présents à l'esprit. Ce qui était successif, diachronique, devient simultané, synchronique, c'est la condition de la fusion. L'opération menant d'un jugement à son inverse est une **inversion**. La relation entre les termes inversés est la **réciprocité**. La relation au sens large, ou *les* relations, sont un sujet qui dépasse largement le seul cadre logique et numérique auquel nous nous intéressons. Les premières relations sont à propos de séries unidimensionnelles et c'est une intense activité de comparaison. qui permettra de fusionner « B est plus grand que A » mais « B est plus petit que C ». Cette remarque conclusive est générale et concerne tous les apprentissages, on sous-estime en général considérablement les milliers d'heures que le jeune enfant passe dans tous ses apprentissages, la plupart du temps en solitaire, sans obligation ni contrainte, ni conscience réelle du but poursuivi et même souvent des progrès réalisés. C'est l'école qui va changer tout ça et redistribuer les cartes. Ça sera un plaisir et une facilité pour certains, une souffrance pour beaucoup d'autres.

21. Le prétexte

Le prétexte est une sous-classe du mensonge. Nous avons vu que le mensonge enfantin peut être confondu avec le jeu, en ayant comme lui la ressource de créer une réalité parallèle. Le vrai mensonge est intentionnel, au sens strict, il a fait l'objet de nombreuses analyses philosophiques (Saint Augustin par exemple). Le mensonge est une classe très large qui demande simplement que le menteur ait l'intention de contrarier ce qu'il estime être la vérité. On peut naturellement dire le vrai en croyant mentir. Le mensonge n'est pas nécessairement télique, il peut être gratuit, dans la mythomanie par exemple.

Le prétexte est un mensonge d'un spectre plus étroit. D'une part il énonce quelque chose de plausible et d'autre part il sert un but, il sert à dissimuler une véritable motivation. Il est le produit d'un *héritage multiple* entre le mensonge et l'intention d'action puisque, comme cette dernière, il est un prélude à une action.

La bipolarité du concept de prétexte est la **raison invoquée** vs **la raison réelle**. L'opération en jeu est assez complexe car elle suppose une lecture du mental d'autrui : mon prétexte est-il suffisamment plausible pour qu'il me croie ? L'opération, comme pour le mensonge est une **falsification.** Le concept associé est la **plausibilté** qui doit se transférer de la raison réelle à la raison invoquée.

Le sujet qui énonce intentionnellement un prétexte qu'il sait être incorrect est, comme celui qui falsifie son intention d'action, de mauvaise foi.

Il y a une littérature assez abondante sur les prétextes, très présents dans la psychologie enfantine, souvent mélangée au mensonge et à la tromperie et dans le cadre général de la théorie de l'esprit.

22. La connivence

La connivence a mauvaise presse, elle sous-entend en général une association discrète (voire secrète) entre des personnes avec des buts pas très clairs.

Nous allons en donner ici une interprétation plus restrictive mais conforme à son sens profond de lien entre des personnes. Dans

une situation où un sujet énonce quelques chose, nous appellerons connivence le fait que ce qui est dit doit être évalué non pas en référence littérale à son contenu mais à la personne qui le dit. Tout le monde a vu des préfets ou des généraux se tordre de rire lorsque un président de la république lance une plaisanterie qui ne ferait pas lever un sourcil dans une assemblée de pêcheurs à la ligne.

Nous avons conduit quelques recherches avec des étudiants de second et troisième cycle en usant de situations où un sujet était spectateur d'un petit débat avec deux groupes, par exemple des lapins et des tortues. Le protocole était conçu de façon à ce que les lapins et les tortues soient systématiquement d'accord avec les membres de leur groupe, un peu comme à l'assemblée nationale, mais bien sûr sur des sujets plus futiles... Ce n'est guère avant 5-6 ans que les petits commencent à avoir un soupçon relatif à la connivence. L'opération de la connivence **déplace** l'évaluation du **contenu de l'énoncé** vers celle de la **personne du locuteur**.

La compréhension de la connivence ainsi définie demande une interprétation de forme assez complexe en raison du fait que l'enfant doit détecter une forme de subordination entre celui qui reçoit le message et celui qui l'énonce. Les formes affaiblies et sociales de la connivence sont le respect, la politesse, la courtoisie. Comme toujours dans figures intentionnelles, la prise en compte d'autrui est prépondérante.

23. L'excuse

Le prétexte sert à justifier une action entreprise, l'excuse sert plutôt à justifier une action qui aurait dû l'être mais ne l'a pas été. Les deux ont toutefois un fond commun : la nécessité d'être crédible. L'excuse tente de persuader d'une intention d'action louable mais entravée, elle est donc témoignage de mauvaise foi lorsqu'elle est insincère. Ce qui n'est évidemment pas toujours les cas, vous pouvez vous rendre compte qu'on vous a volé votre voiture quand vous vous prépariez à aller travailler. L'excuse substitue une cause inventée à une cause réelle et falsifie une intention d'action.

24. Le langage indirect

Le langage indirect est un palimpseste. Derrière ce qui est dit il faut chercher ce qui est signifié. Dès quatre ans les enfants peuvent produire des énoncés indirects très lisibles, par exemple si un petit dit à sa mère à la caisse du supermarché : « il y a longtemps que je n'ai pas mangé un Kinder. » elle peut faire semblant de ne pas comprendre mais l'enfant ne sera sans doute pas dupe. L'opération du langage indirect est une réécriture codée d'une demande, sachant que le locuteur suppose qu'il sera entendu sans avoir de requête explicite à formuler. Il s'agit d'un langage implicite qui ne doit pas être confondu avec un autre *pons asinorum* de nos écoles : le style indirect.

25. L'ironie

L'ironie n'a pas bonne réputation parce qu'elle est souvent cruelle : les quatrains de Voltaire à l'adresse de Fréron et de Lefranc de Pompignan sont célèbres. Le philosophe utilise toutefois des procédés plus complexes que celui que nous voulons étudier avec les enfants : l'**antiphrase** qui en est la forme la plus élémentaire. Elle consiste à dire le contraire de ce que l'on pense, c'est-à-dire, comme dans le langage indirect requérir de celui à qui elle est adressée le décodage de ce qui est réellement dit sous le couvert de ce qui est énoncé. Les enfants la comprennent assez tôt dans ses formes simples, en s'aidant beaucoup du contexte, de la prise de conscience de leur comportement qu'elle stigmatise et de l'intonation avec laquelle elles est énoncée. Un enfant qui renverse son assiette et à qui on dit : « Bravo ! » sur un ton courroucé comprend très tôt que ce n'est pas un compliment.

Terminons l'examen de ces 25 figures avec trois remarques.

1. **Phase initiale conflictuelle**

Les premières réponses de l'enfant attestent que les deux termes de chaque figure connaissent d'abord une phase antagoniste qui se traduit par l'écrasement de l'un des termes par l'autre : la croyance du sujet écrase celle de Max ; la réalité écrase l'apparence (ou le contraire); la lettre écrase l'esprit ; le sens littéral écrase le sens métaphorique ; le personnage écrase l'acteur ; l'image écrase l'objet, etc. On a sans doute ici un exemple d'une régularité universelle de la plupart des fusions, une analogie frappante avec l'évolution biologique qui passe du parasitisme à la symbiose, du difficile passage de la compétition à la collaboration.

2. **Prise de conscience du produit de l'opération avant celle de sa structure**

Une des lois de la prise de conscience formulées par Piaget est relative à la prévalence des états sur les transformations et au fait que l'enfant est conscient du produit de ses actions avant de l'être des actions elles-mêmes. Il en résulte que, lorsque le jeune enfant réussit des items mettant en jeu des figures intentionnelles, il applique les opérations transformantes (déplacement, substitution, abstraction, échange, lecture de l'intention, etc.) mais n'en a pas conscience et ne lui est accessible que le résultat final de ces transformations. C'est un premier palier. La prise de conscience des produits de l'opération est antérieure à celle de la structure de l'opération, la première survient vers la cinquième année lors d'un stade de la **réflexion** (Bradmetz & Schneider, 1999) alors que la seconde est concomitante des opérations concrètes (âge de **raison**). C'est, entre autres, cette différence qui est rendue dans l'essai de mise en forme avec les deux niveaux des catégories.

Le terme de *foncteur* est utilisé parce qu'il est le plus approprié pour qualifier la mise en relation de deux catégories dont les objets ont leurs caractéristiques et relations propres. Il s'incarne ici dans l'opération, au sens piagétien du terme c'est-à-dire les actions que le sujet doit mentalement effectuer pour aboutir à la formation du concept. Mais, encore une fois, rien ne dit que ces actions intériorisées sont conscientes et explicites, l'adulte lui-même doit conduire un effort d'introspection pour les percevoir, et encore... Posez des questions autour de vous...

3. Beaucoup de ces figures peuvent être considérées comme des *palimpsestes*, le sens réel est caché sous le sens exprimé et il doit être décodé. C'est transparent dans les cinq dernières qui sont sociales et impliquent des états mentaux : le prétexte, la connivence, l'excuse, le langage indirect et l'ironie.

Publications de l'auteur relatives au développement du jeune enfant et aux figures intentionnelles :

Antoine, F & **Bradmetz, J**. (2008). L'intention d'action chez l'enfant de 3 à 6 ans.*Enfance*, 60, 337-356.

Bradmetz, J. (2008).*Vers une ontologie sémantique des figures intentionnelles*. Rapport de recherche.Université de Reims-Champagne-Ardenne.

Bradmetz, J. (2007).Des tableaux et des arbres : les groupements piagétiens. *Archives de psychologie*, 267-306.

Bradmetz, J., & Mathy, F (2007). Response times seen as decompression times in Boolean concept use. *Psychological Research*, 71, 60-83.

Bradmetz, J. (2006). La psicologia orientata agli ogetti. In Federico Braga Illa (Ed.) *A proposito di rappresentazioni : alla ricerca del senso perduto.* Bologne : Pendragon. pp. 199-216.

Gauthier, C., & **Bradmetz, J.** (2005). Le développement de la compréhension des fausses croyances chez l'enfant de cinq à huit ans. *Enfance*, n°4, 353-362.

Bradmetz, J. & Gauthier, C. (2005). The development of interindividual sharing of knowledge and beliefs in 5- to 9 year-old children. *Journal of genetic psychology*, 45-53.

Mathy, F. & **Bradmetz, J.** (2005). La compréhension de la coïncidence chez l'enfant de 3 à 7 ans. *Enfance*, 109-116.

Mathy, F. & **Bradmetz, J.** (2004). A theory of the graceful complexification of concepts and their learnability. *Current Psychology of Cognition*, 22, 41-82.

Gauthier, C. & **Bradmetz, J.** (2004). Le développement de la compréhension et de la conceptualisation des fausses croyances chez l'enfant de 5 à 9 ans. *Bulletin de psychologie*, 57, 181-189.

Bradmetz, J. & Schneider, R. (2004). The role of the counterfactually satisfied desire in the lag between false belief and false emotion attributions in children aged 4 to 7. *British Journal of Developmental psychology*, 22, 185-196.

Bradmetz, J. & Bonnefoy-Claudet, C.(2003). Do young children acquire the meaning of to know and to believe simultaneously or not? *International Journal of Behavioral Development*, 27, 109-116.

Bradmetz, J. (2002). A topological model of epistemic intentionality. *Axiomathes*, 13, 127-146.

Bradmetz, J. (2002). There is no psychological evidence for an age-related effect of perception vs imagination in false belief tasks. *Current Psychology of Cognition*, 473-491.

Bradmetz, J. (2001). Une conception piagétienne de la construction d'une théorie de l'esprit et des figures de l'intentionnalité. *Archives de Psychologie*, 177-210.

Bradmetz, J. & Schneider, R.(2001). Désir, croyance, émotion : nœud borroméen ou nœud gordien ? *Enfance*, 53,270-280.

Bradmetz, J. & Amiotte-Suchet, H. (2001). The acquisition of a theory of action and the dissociation between action intention and outcome intention in the child aged 3 to 5 years. *International Journal of Behavioral Development*,25, 37-49.

Bradmetz, J., Barillot, S. & Fauvinet, S. (2000). Etude développementale de la compréhension de la gestuelle co-verbale chez l'enfant de trois à cinq ans. *Archives de psychologie*, 68,25-39.

Bradmetz, J. & Schneider, R. (2000). *La théorie de l'esprit dans la psychologie de l'enfant de 2 à 7 ans*. Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises. 410 p.

Bradmetz, J. (2000). L'accès à la troisième personne plénière : l'exemple des croyances modulaires. *Enfance*, 51, 58-66.

Bradmetz, J. & Schneider, R. (1999). Is Little Red Riding Hood afraid of her grandmother? Cognitive vs emotional response to a false belief. *British Journal of developmental psychology*, 17, 501-514.

Bradmetz, J. (1999). Herméneutique spontanée de la fausse croyance chez l'enfant de 3 à 6 ans. *Archives de psychologie*, 67, 71-94.

Bradmetz, J. (1999). Precursors of formal thought: A longitudinal study. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 61-81.

Bradmetz, J. (1999). Narration et fixation des croyances. In M.Bertrand (Ed.) *Stratégies narratives et processus thérapeutiques*, 97-102. Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises.

Bradmetz, J. (1999). Du désir à la croyance. In J-M. Oughourlian (Ed.) *Le désir: énergie et finalité*. Paris: L'harmattan.

Bradmetz, J. (1998). Is the acquisition of a theory of mind linked to a specific competence beyond three years of age? *Intelligence*, 26, 1-8.

Bradmetz, J. (1998). Piaget et les chimères conceptuelles : éloge du constructivisme. *Bulletin de psychologie*, 51,295-311.

Bradmetz (1998). Acquisition of a theory of mind and intellectual development in the child aged three to five. *Current Psychology of Cognition*, 17,95-113.

Bradmetz, J. & Bonnefoy-Claudet, C. (1997). Le développement conceptuel et langagier de *savoir* et de *croire*. *Bulletin de linguistique appliquée et générale*, 22, 291-324.

Bradmetz, J. (1997). La croyance chez l'enfant. Quelques aspects structuraux et développementaux. *Revue Française de Psychanalyse*, 3, 935-946.

Bradmetz, J. & Schneider, R. (1996). Opposition factice entre requêtes conceptuelle et calculatoire : l'exemple d'une simulation connexionniste de la fausse croyance. *Archives de psychologie*, 64, 251-273.

Bradmetz, J. (1996). The form of the development of intelligence in the child from four to nine. *Intelligence*, 22, 191-226.

Bradmetz, J. (1995). Les changements intraindividuels dans le développement intellectuel : approche connexionniste. *Archives de psychologie*, 63, 3-16.

Bradmetz, J. & Calbris, G. (1995). *Eléments pour une approche cognitive de la gestuelle co-verbale.* Ecole normale supérieure de Fontenay-St Cloud: Rapport de recherche.

Bradmetz, J., Coste, D. & Lancien, T. (1994). *L'enseignement du français dans le monde.* In Etat de la francophonie dans le monde. Rapport du Haut Conseil à la Francophonie (pp.77-130). Paris: La Documentation française.

Bradmetz, J. (1993). Y a-t-il des stades dans le développement de l'intelligence opératoire concrète ? *Archives de Psychologie*, 61, 95-125.

Bradmetz, J. (1992) Etude longitudinale du développement des opérations spatiales chez l'enfant de 4 à 9 ans. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 12, 605-632.

Bradmetz, J. (1992). Etude longitudinale du développement des opérations logico-mathématiques chez l'enfant de quatre à neuf ans. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 12, 271-306.

Bradmetz, J. (1992). Les régressions dans le développement de l'intelligence opératoire de l'enfant. *Enfance*, 46, 405-415.

Bradmetz, J. (1992). Les changements intra-individuels dans le développement de l'intelligence opératoire de l'enfant : analyse d'une étude longitudinale conduite de quatre à neuf ans. *Archives de Psychologie*, 60, 93-122.

Bradmetz, J. (1992). *La forme du développement de l'intelligence opératoire chez l'enfant de 4 à 9 ans.* Université de Nancy II :Thèse de doctorat d'Etat microfilmée. 721 p.

Bradmetz, J. (1984). Troubles de la pensée logique chez l'enfant en fin de scolarité primaire. *Psychologie scolaire*, 1984.