

LA DIDACTIQUE A-T-ELLE RAISON DE S'INTERESSER A L'HISTOIRE DES SCIENCES ?

Daniel Raichvarg

La question des relations entre la construction historique et la construction personnelle des connaissances doit nécessairement constituer un champ d'investigations pour la didactique. Cependant, une conception, le récapitulatinnisme, issue du XIXème siècle, apparaît comme une conception-écran qui bloque la question dans son heuristique. Nous nous proposons, en travaillant en historien des sciences sur le modèle récapitulatinniste - c'est-à-dire en analysant les conditions de son émergence, les modifications de son extension et de sa compréhension - de faire sauter cet obstacle. Tout au long de cette histoire épistémologique du concept, nous nous proposons aussi de relever les éléments qui, de Baldwin à Bachelard, en passant par Haeckel, Freud et Piaget, peuvent nous servir de points d'ancrage à des investigations didactiques.

Préambule : Vers la question...

Dans cet article, nous discuterons des conditions de mobilisation de l'histoire des sciences dans le cadre d'une recherche en didactique de la biologie.

Le problème est ardu car sa solution repose précisément sur la rencontre de deux champs qui ont, par ailleurs, leurs difficultés propres. Les concepts et les méthodes de l'histoire des sciences ne sont plus les mêmes que dans une période que nous pourrions qualifier de "post-bernardienne". Certains concepts introduits par Gaston Bachelard, certaines méthodes de travail proposées par Georges Canguilhem ont même été soumises à la critique.

Bref, faire de l'histoire des sciences * n'est pas, actuellement, s'installer dans la certitude ! Quant à la didactique elle-même, dont la récente émergence n'échappe à personne, elle se fraie un chemin tortueux parmi les différentes conceptions sur les... conceptions et leurs origines dans la tête des chères têtes blondes

faire de l'histoire
des sciences (ou de
la didactique) n'est
pas simple

(*) L'enseignement de l'histoire des sciences dans les cursus de spécialités est ... un serpent de mer. Le dernier avatar se trouve dans le Rapport de l'Académie des Sciences pour l'histoire des sciences et des techniques dans l'enseignement scientifique de novembre 1984, p.6.

(ou brunes !).

Le problème est ardu, également, car sa solution repose sur la rencontre de **praticiens** de deux champs qui souvent s'ignorent ou ignorent le travail du champ autre. Cette difficulté tient, en particulier, à l'enseignement de l'histoire des sciences et aux conceptions des enseignants scientifiques non-spécialisés en la matière (1).

des rencontres
pour une thérapeutique
réciproque

Ainsi, le didacticien ne sait pas toujours qu'un certain nombre de questions qu'il se pose peuvent être éclairées par une perspective historique. Ainsi, l'historien des sciences n'imagine pas davantage que son travail est susceptible d'être interrogé par le didacticien, voire serait modifié par ce didacticien, et n'est guère à l'écoute des questions que ce dernier se pose.

Les conditions institutionnelles d'une **thérapeutique réciproque**, pour reprendre une expression déjà ancienne d'Imre Lakatos (2), ne sont donc pas réunies. Si nous en contournons quelques aspects dans ce qui suit, nous trouvons, dans cette remarque préalable, des limites, à l'évidence temporaire, aux conclusions qui pourront, dans le meilleur des cas, en être tirées !

Enfin, le problème est ardu parce que cette tentative de rapprochement est ancienne et présente, assez souvent, une conception dont il faut bien dire qu'elle joue un rôle pervers. Voyons cela de plus près :

la banale idée du
progrès est à l'origine
de la question

- Que le développement mental et l'élaboration des concepts soient unifiés, rapprochés, cela ne peut guère nous surprendre. Tous deux sont en effet liés à l'idée d'**un progrès, d'une évolution dans le temps**. Dès que la question d'une histoire-progrès se pose, cette idée ne peut qu'émerger : à l'époque des Lumières, "l'oeuvre pédagogique d'un Condorcet est profondément marquée par l'idée de l'histoire-progrès" (3) et Condorcet écrit son Esquisse d'un Tableau Historique des Progrès de l'Esprit Humain en étroite collaboration intellectuelle avec son Projet sur l'Organisation Générale de l'Instruction Publique, en 1792. Mais, précisons-le, la correspondance qu'établit Condorcet n'oeuvre pas dans le cerveau des instruits mais dans l'organisation pédagogique qui doit "imiter la marche de l'esprit humain" *. Ainsi est justifiée la distribution de l'enseignement des Sciences et, en particulier, tout progrès des connaissances doit se retrouver dans le contenu

* Le Rapport et Projet de Décret sur l'organisation générale de l'Instruction Publique a été re-publié dans le livre de BACZKO.

de l'enseignement : la prédominance des Sciences Mathématiques * (5).

- Cette recherche de relations conduit très souvent, depuis la deuxième partie du XIXe siècle, à un modèle dérivé de la **loi Biogénétique Fondamentale d'Ernst Haeckel** - autrement dit "l'ontogénie récapitule la Phylogénie". Il faut dire que la naissance de cette loi a représenté un virage important et qui marque très (trop ?) fortement les esprits : sa naissance, faut-il le rappeler, date d'une époque où les sciences et les théories nouvelles allaient bon train et avaient tendance à se télescoper **, ce qui, tout en donnant de l'écho, produisait de nombreuses difficultés comme nous le verrons dans notre cas. Pour des chercheurs acquis à la cause du constructivisme, avec une large part faite aux déterminants sociaux, un tel modèle, une telle "récapitulation", ne peut conduire qu'à une défiance face à toute tentative. Les excès auxquels a pu mener "la transposition de la Loi Biogénétique Fondamentale de l'ordre biologique à l'ordre mental"(6) disqualifient, dès l'abord, aux yeux de certains, la problématique. Des dérives, comme celle du docteur Down - découvreur du "mongolisme" et de son interprétation et inventeur de la relation onto-phylogénique existant entre les peuples orientaux et les idiots mongoliens (7) - font craindre, à tout instant, si quelques garde-fous ne sont pas placés, de tomber dans le syndrome... du syndrome du docteur Down. Toute hypothèse qui rejoint, ou qui semble rejoindre, une forme de récapitulationnisme devient alors déconsidérée par suite de cette conception-écran qui, selon nous, non seulement balaye trop vite toute tentative de rapprochement entre histoire des sciences et didactique mais aussi masque l'analyse du fonctionnement du modèle récapitulationniste.

Ainsi, partant de l'idée qu'écarter d'un geste du cerveau n'est pas suffisant pour se donner les moyens de soutenir une vigilance armée envers des mouvements downiens, nous nous proposons, dans cet article, de mener une analyse serrée du modèle récapitulationniste en vue, soyons clair, d'en faire "cycle bas". Cette analyse devrait permettre de se démarquer définitivement de propositions telles que "l'ontogénèse du développement mental récapitule la phylogénèse des connaissances" de telle sorte que

* Nous demandons au lecteur de se souvenir de cette remarque quand nous aborderons les conceptions de Bachelard sur son profil épistémologique.

** La psychologie, la génétique, l'ethnologie, la théorie de l'évolution, les théories psychanalytiques, en ce qui concerne le domaine de cet article !

hélas, une des formulations, le récapitulationnisme, forme une conception-écran

il nous faut donc travailler sur le récapitulationnisme en historien des sciences...

soient enfin recherchées des relations entre les deux champs - si elles existent ! * -, relations qui ne pourront plus, dès lors, être rendues invalides au nom du modèle-écran.

Pour ce faire, nous travaillerons en historien des sciences ** : c'est, en effet, en usant des nouveaux concepts et des nouvelles méthodes de l'histoire des sciences que ce modèle sera mis à mal, et, plus encore, que des fausses conceptions sur ce modèle, colportées çà et là, pourront être rectifiées, dépassées et vaincues. Ainsi disparaîtra, selon nous, la conception-écran. Tout d'abord, nous verrons la signification du modèle à l'époque-même de sa première grande ampleur et nous devrions comprendre combien par une mauvaise lecture, il est accordé tout à la fois plus ou moins, trop et trop peu, au modèle d'Haeckel. Puis, nous nous pencherons sur l'extension et la compréhension du modèle... telles qu'elles ont été données par Sigmund Freud. Si celui-ci est un récapitulacionniste convaincu, mais non dogmatique, il nous fera pointer deux obstacles majeurs : le déroulement dans le temps sous forme de stades et le problème des analogies-différences. Nous continuerons en opposant Piaget et Bachelard, tant sur la notion de stades et sur celle d'origine des connaissances que sur le plan méthodologique. Nous terminerons par l'énoncé d'un certain nombre de thèses-questions, tirées des trois présentations précédentes, thèses-questions que nous croyons propres à faire avancer la mise à jour d'un modèle opérationnel.

... pour mieux
le comprendre et
l'évacuer

* Et nous le croyons. Ceci pourrait être l'objet d'un autre travail. En effet, dans plusieurs thèses de didactique, dans différents articles - comme celui de Guy RUMELHARD sur "Quelques représentations à propos de la photosynthèse", dans *Aster* n° 1, Paris : INRP. 1985 - l'histoire des sciences commence à être mobilisée. Mais les auteurs mettent, sous cette mobilisation, des attributs bien divers !

** On pourra alors sentir une autre utilité de cet article : mieux comprendre ce qu'est faire de l'histoire des sciences actuellement.

I. LE TRANSFERT ORIGINEL : LE PREFORMATIONNISME D'HAECKEL FACE A L'EPIGENISME DE BALDWIN *

Avec cette conception du rapprochement entre développement mental et élaboration des concepts par l'intermédiaire de la loi "l'Ontogénie récapitule la Phylogénie", nous sommes en présence d'un emprunt de concept comme l'histoire des idées en est friande **. Dans ce cas précis, le concept emprunté a été défini à partir d'un objet de connaissance déterminé dans un champ, l'embryologie, et se retrouve charrié dans un autre champ, celui de la psychogénèse. Au cours de tels emprunts, il y a un double risque : un premier est que le concept ainsi "métaphorisé" ait tôt fait d'oublier son origine disciplinaire et que certaines de ses caractéristiques ne soient pas opératoires dans le nouveau champ, un deuxième est que le charriage s'accompagne de contaminations du champ d'arrivée et conduise à des illusions conceptuelles qui annulent l'heuristique de l'opération.

Nous ne reviendrons pas sur les ambiguïtés actuelles de la Loi à l'intérieur même du champ où elle a été produite - sauf pour signaler que nous pourrions clore tout le travail ici : si nous suivons Stephen Jay Gould (8) qui considère que la théorie de la Récapitulation s'est effondrée en... 1920, sous le poids conjugué de l'évolutionnisme et des découvertes d'animaux néoténiques. Comment pourrions-nous continuer à poser des questions à une théorie qui resterait opératoire hors de son champ d'origine où elle serait, là, complètement insuffisante ? Nous ne reviendrons pas non plus sur ses a priori et ses a posteriori idéologiques, qui en expliquent fort probablement le succès au détour du XIXème et du XXème siècles. Comme précédemment en effet, l'évacuer à grands coups d'arguments ne peut satisfaire une histoire épistémologique des sciences et n'apporte pas à la démarche tout ce qu'elle est susceptible de lui apporter. Canguilhem montre, en particulier, que l'idée d'évolution

le danger de la ballade des concepts entre la biologie (ici l'embryologie) et la psychologie (ici la psychogénèse)

un concept peut cacher deux conceptions :

* Nous prenons le terme de "transfert" malgré sa connotation psychanalytique car tout transfert s'accompagne de déterminismes inconscients et, à ce sujet, le transfert de concept n'échappe pas à la règle !

** Le déplacement de concepts n'est pas nécessairement un mécanisme bloquant de l'évolution de la pensée scientifique. De nombreux cas existent où des déplacements ont eu, même mal maîtrisés, une importance primordiale (on peut se reporter aux déplacements du concept de microbe, voir Histoire de la Biologie).

ainsi, derrière le récapitulatinnisme : le préformationnisme ou l'épigenèse (Haeckel contre Baldwin)

c'est la place de l'enfance qui décide

le poids des hypothèses ad hoc dans la prise de décision

a conduit à deux conceptions assez différentes des relations entre développement mental et élaboration des concepts : **une conception encore toute chargée de "préformationnisme"** - celle de Haeckel - et **une conception nettement plus "épigéniste"** et, donc, plus en relation avec l'embryologie de l'époque - celle de Baldwin. Les deux stratégies s'opposent très clairement dans la façon dont elles mobilisent l'évolution. Canguilhem souligne ainsi que le modèle de Haeckel manque de cohérence puisque, à travers la récapitulation, "l'évolutionnisme haeckelien conserve du temps biologique" (9). Au contraire, en s'appuyant sur des travaux par ailleurs plus anciens, Baldwin "oppose plus nettement l'instinct à l'intelligence" (10) en introduisant un important correctif dans le fonctionnement du modèle. A la prise en compte de ce temps biologique et, dans la même lignée, Baldwin "accorde une place plus importante dans l'ontogénèse à l'apprentissage" utilisant **une nouvelle interprétation de l'enfance** qu'il glisse dans le modèle - "la prématuration de la naissance va avec la longueur de la maturation" (11).

La synthèse est ainsi exprimée par Canguilhem, alors que l'enfance est intégrée dans le processus ontogénèse/phylogénèse : "La phylogénèse biologique est source d'une indétermination croissante qui laisse l'enfant à la naissance à peu près sans équipement" (12).

Cet aspect de la pensée baldwinienne - trop souvent négligée - mérite d'être mis en relation avec des interprétations et les prises de position plus récentes car il est un point très important du dispositif, voire un argument fondamental de la démonstration. Utilisant le concept de néoténie, Montagu puis Katz considèrent que "le passage de l'état de singe à l'état d'être humain fut le résultat de mutations néoténiques qui, pendant les phases de développement de l'adolescent et de l'adulte, provoquèrent le maintien des tendances à la croissance du jeune cerveau et de ses capacités d'apprendre, ce qui lui permit d'échapper à la spécialisation de l'évolution" (13). Il n'y a clairement pas de différence entre Baldwin et les auteurs plus récents, sauf la possibilité qu'ont ces derniers d'y ajouter une dimension "biologique", sous forme de néoténisme !

Une première conclusion s'impose donc à nous, qui concerne **la filiation des idées** : une conception que l'on pourrait qualifier de "haeckelienne stricte" - tout est redevables de l'ontogénie/phylogénie" - ne s'infère pas immédiatement du transfert de Haeckel. Une autre conception, "haeckelienne restreinte", à la Baldwin, peut ne pas être, dès l'abord, exclue, sous réserve de l'accompagner **d'une hypothèse complémentaire quant à la période post-embryonnaire** - l'enfance. Cette dernière hypothèse, assez environnementaliste s'accorderait avec

les débuts de la pensée sur la notion de "stade" avec notamment, un dernier stade indéterminé

nos conceptions plus récentes sur l'intervention des processus sociaux dans le développement psychogénétique des idées.

Les deux conceptions sont cependant en accord sur un deuxième aspect : ce qu'elles mettent en correspondance, ce sont, si l'on peut dire, des comportements phylogénétiquement primitifs ou, à tout le moins, simples. Il s'agit de "s'asseoir, se tenir debout, ramper, courir, marcher, sauter, grimper" (14). En ce sens, toutes deux restent assez près du biologique, près de comportements biologiques. C'est Baldwin encore qui nous précise les choses. Si l'on parle de correspondance, c'est plutôt dans le cours des trois premiers stades de la phylogénèse mentale - "processus sensoriels rudimentaires, époque de la représentation simple (mémoire, imitation), époque de la représentation complexe et de la coordination complète" (15) - **que dans celui du quatrième - celui de la pensée, de la réflexion et de l'affirmation de soi**" (16), ce dernier étant hautement spécifique de l'homme, donc non susceptible de s'intégrer dans le processus de récapitulation.

les conditions de l'évolution du transfert sont déjà dans les idées de Baldwin

Cette précision de Baldwin est très importante, sinon essentielle, pour comprendre notre propos. En effet, c'est Baldwin seul, qui donne du corps à une hypothèse à peine suggérée par Haeckel. Ce dernier en reste à une formulation lâche, souple, floue : "c'est tout-à-fait de la même manière que l'admirable activité intellectuelle de l'homme est sortie graduellement, à travers des milliers d'années, de la grossière intelligence des vertébrés inférieurs, et le développement psychique de chaque enfant n'est qu'une brève répétition de cette évolution phylogénétique" (17). Et mettez sous "développement psychique" ce que vous voulez !

Par conséquent, en même temps que Baldwin prolonge Haeckel en nous précisant ce que lui entend par "développement psychique", il s'en démarque immédiatement par le puissant correctif signalé au-dessus : la place de l'enfance dans le processus. En même temps que Baldwin prolonge Haeckel et s'en démarque, il nous montre bien plus : dans un raisonnement épistémologique très fin, il n'oublie pas les limites que son époque met à la méthode : "Comment pouvons-nous dire quelque chose de la récapitulation consciencielle alors que nous ne savons presque rien de l'ontogénèse mentale et si peu de psychologie individuelle ?" (18).

Une deuxième conclusion s'impose maintenant. C'est une conclusion prospective, pourrions-nous dire : elle concerne les évolutions de ce transfert. Sans anticiper trop, nous pouvons dire qu'elles vont se faire exactement dans l'espace libéré par Baldwin : alors que nos connaissances sur l'ontogénèse mentale et sur la psychologie individuelle progressent, qu'est-ce qui peut, au juste, être concer-

né par le rapprochement, si le rapprochement garde bien évidemment une quelconque heuristique ? Le grand nom qu'il faut rattacher à cette nouvelle façon de voir est celui de Freud.

Mais avant, comme nous l'avions annoncé, il nous faut faire un commentaire du point de vue de l'histoire des sciences. Il est clair que les époques postérieures se sont arrêtées lourdement sur une hypothèse - celle de Heckel - à laquelle il est, par ailleurs, beaucoup plus prêté qu'elle n'a effectivement offert et que tout cela a masqué une autre hypothèse - celle de Balwin -, plus sympathique semble-t-il. Cela est malheureusement classique en histoire des sciences et résulte d'une façon de travailler que nous ne pouvons que récuser *. Il est le fruit d'une **illusion régressive** qui s'explique par deux raisons principales :

- la lecture de l'époque haeckelienne est faite avec une récurrence trop forte et on juge cette époque avec quelques clichés marquants, comme ceux du docteur Down qui en occulte les pistes positives possibles ;
- les textes invoqués sont ceux d'un seul homme, voire d'un seul courant d'idées : Haeckel est massivement connu pour un ensemble de travaux et la Loi Biogénétique Fondamentale porte ailleurs son nom alors que Baldwin, pourtant un des fondateurs de la psychologie, reste relativement peu connu.

La difficulté de l'histoire des sciences est précisément là : travailler progressivement et non régressivement, alors que travailler sans récurrence, sans le regard de l'état actuel d'une notion est, ailleurs, impossible. Il faut prendre garde de bien comprendre, comme l'explique Imre Lakatos, que les raisons et la logique du "contexte de découverte" ne sont pas forcément les raisons et la logique du "contexte de justification". De ce télescope naissent bien des anachronismes et bien des conceptions erronées **. Un usage d'un corpus de textes, entendu dans le sens synchronique - que pensent d'autres auteurs sur le même sujet ? - et diachronique est un moyen d'éviter ces anachronismes et ces conceptions erronées.

* Deux exemples sont analysés dans Histoire de la Biologie (op.cit) : le premier est le cas Thuret (vu par André Giordan en introduction), le deuxième est le cas Pasteur (vu par Daniel Raichvarg dans le chapitre "les infiniment petits", sur deux points : la fondation de la microbiologie médicale et la vaccination contre la rage).

** Dont la fameuse ligne droite !

les erreurs de lecture d'une pseudo-histoire des sciences peuvent...

... expliquer les erreurs d'utilisation du modèle

2. EPISTEMOLOGIE DES POSITIONS FREUDIENNES

éclatement des stades, multiplicité des mises en relation et problème de la mémorisation résumant les apports de Freud

Dans la période qui suit - et dans les autres, comme nous le verrons plus loin - nous assistons à un développement du quatrième stade proposé par Baldwin et, en même temps, à une diversification des éléments constitutifs. Ce développement et cette diversification vont se compléter par une extension progressive des éléments qui peuvent être pris en compte dans le rapprochement, et nous serons amenés à discuter les différents points de vue de Freud. Enfin, nous assistons également à l'émergence d'une nouvelle et très importante question : celle des processus de mémorisation à la fois par les individus et par la société de ces éléments précis de la vie psychique. Et là encore, nous verrons qu'il faut quelque peu rectifier les mauvaises habitudes de l'histoire des sciences.

Freud était-il haeckelien ou baldwinien ?

Résumer en une phrase les caractéristiques du transfert chez Freud n'est pas chose facile car sa pensée évolue et se modifie tout en gardant, tout au long de son oeuvre, un certain nombre de points d'ancrage. Par exemple, Freud peut apparaître comme un récapitulatinniste convaincu mais, selon les textes mobilisés, la teneur de son récapulationnisme change. Un auteur plutôt biologiste et dont nous avons parlé, Stephen Jay Gould, et un auteur plutôt psychologue, Emile Jalley (19), en feraient, à quelques hésitations près pour Jalley, un tenant de l'haeckelianisme strict. Une formulation, dans "Trois essais sur la théorie de la sexualité" est, au contraire, très en faveur de l'haeckelianisme restreint : "Il y a un rapport analogue entre l'ontogénèse et la phylogénèse. L'ontogénèse peut être considérée comme une répétition de la phylogénèse toutes les fois que **cette dernière n'est pas modifiée par une expérience récente** * . La disposition phylogénique transparaît au travers de l'évolution ontogénique mais, au fond, **la constitution n'est que le sédiment d'une expérience antérieure, auquel s'ajoute une expérience nouvelle et individuelle**" (20). Freud dépasse très largement Haeckel, tient compte du temps biologique comme Baldwin. On ne peut donc parler, ainsi que le fait Jalley du "principe de Haeckel-Freud" **, d'autant plus que Freud va intégrer et modifier la conclusion prospective de Baldwin que nous

* C'est moi qui souligne.

** L'expression est d'Emile JALLEY (ibidem). Notons, au passage, que JALLEY tombe dans le piège tendu aux historiens des sciences de compétence insuffisante.

une transformation
du problème de
l'enfance :
l'irruption de la
préhistoire
individuelle

signalions. La citation suivante est très révélatrice de la recherche freudienne :

"La préhistoire à laquelle nous ramène le travail d'élaboration (du rêve) est double : il y a d'abord la préhistoire individuelle, l'enfance ; il y a, ensuite, dans la mesure où chaque individu reproduit en abrégé au cours de son enfance, tout le développement de l'espèce humaine, la préhistoire phylogénique. Qu'on réussisse un jour à établir la part qui, dans les processus psychiques latents, revient à la préhistoire individuelle et les éléments qui, dans cette vie, proviennent de la préhistoire phylogénique, la chose ne semble pas impossible" (21).

Tout se transforme en une difficulté de séparer ce qui est redevable de ce qui ne l'est pas. D'une façon moderne et provocatrice, ce qui est inné et ce qui est acquis. Précisant ainsi le problème, Freud ouvre la porte, comme nous le verrons plus loin, à des recherches ou à des réflexions sur **les processus mnésiques** : comment la préhistoire individuelle peut s'intégrer dans l'organisme, voire dans le phylogénique ? Non seulement on ne peut rapprocher brutalement Freud de Haeckel mais on doit à Freud cette ouverture qui, quand bien même n'obtiendrait-elle pas de réponse claire de la part de son auteur, a le mérite de soulever un lièvre !

on peut "se souvenir"
de l'anatomie ou de
la psychologie
primitives

Donc, **tout** l'ontogénique mental n'est pas redevable du phylogénique. Mais tout se passe comme si, lorsque de l'ontogénique... mental - des processus psychiques qu'il nous faudra préciser - est redevable du phylogénique, il **peut être redevable soit du phylogénique anatomique, soit du phylogénique mental**. Les processus psychiques garderaient des traces du passé anatomique (du corps biologique) de l'espèce et des traces du passé psychologique ! Voyons ces points de plus près.

Du point de vue du premier point, des rapprochements, que nous pourrions considérer comme plutôt douteux et sans autre fondement que la croyance, sont invoqués non seulement par Freud lui-même mais par d'autres auteurs contemporains du maître et aussi par des auteurs tout à fait récents. Par exemple, dans "Trois Essais sur la Théorie de la Sexualité", Freud fait sien un argument d'Abraham pour caractériser le stade sadique-anal en faisant remarquer que "l'anus provient de la bouche primitive (blastopore) de l'embryon, fait biologique qui apparaît le prototype de l'évolution psychosexuelle" (22). Il caractérise de la même façon des événements plus pointus de la vie psychique : à propos des théories infantiles de la naissance conçue "comme lorsqu'on va à la selle", il considère qu'elles rappellent certains faits de la zoologie, ainsi "l'existence des cloaques dans les espèces inférieures" (23).

Un peu plus tard, Geza Roheim, reprenant des propos de Freud tenus dans "Malaise dans la civilisation", réactive

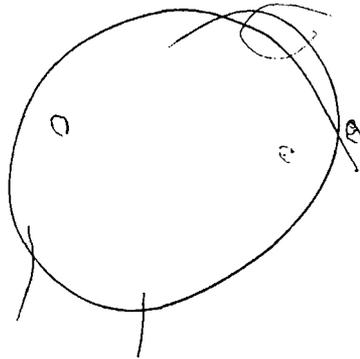
mais l'anatomie
peut conduire à
des rapprochements
douteux

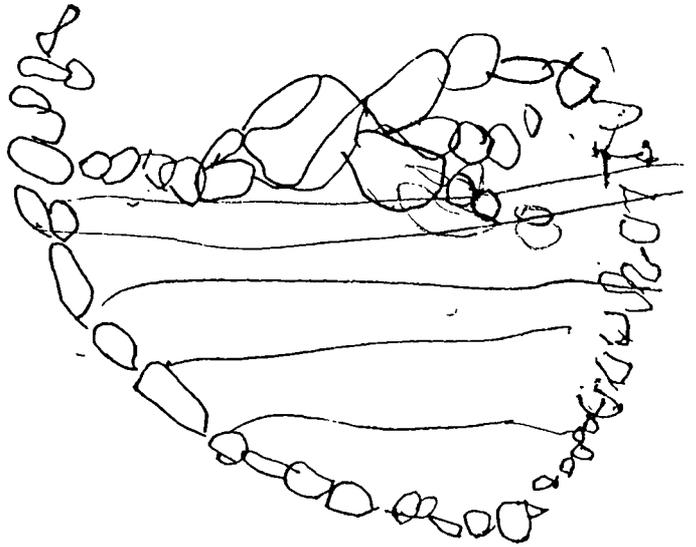
même la pensée balwinienne sur la station debout, en y incluant, tout naturellement, un **sentiment**, la pudeur : "On peut tranquillement affirmer qu'ici joue un parallélisme tout à fait valable entre l'acquisition de la posture debout dans l'histoire de l'espèce et son acquisition dans l'histoire de l'individu. Comme le dit Freud, "le retrait à l'arrière-plan de l'odeur semble être lui-même consécutif au fait que l'homme s'est relevé du sol, s'est résolu à marcher debout, station qui, en rendant visibles les organes génitaux jusqu'ici masqués, faisait qu'ils demandaient à être protégés et engendrait ainsi la pudeur. Par conséquent, le redressement ou la "verticalité" de l'homme serait le commencement du processus inéluctable de la civilisation" (24).

Enfin, des auteurs récents (25) vont même jusqu'à laisser entendre que, par des dessins, l'enfant nous montrerait qu'il se souvient de différentes étapes de son embryogénie - point fondamental si on veut justifier ces rapprochements. Voici quelques-uns des dessins et des figures embryologiques que ces auteurs nous proposent :

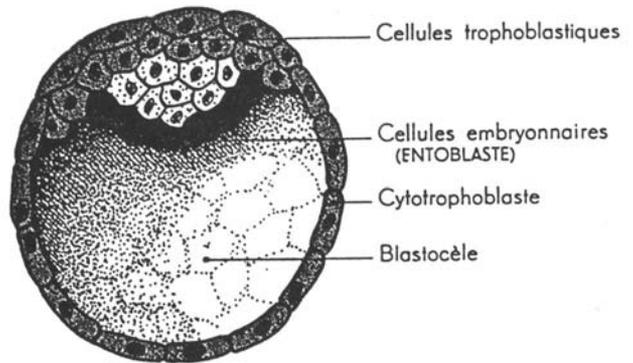


— Phénomènes morphologiques de la fécondation.





Avez-vous reconnu la fécondation et le blastocyste dans les dessins de l'enfant ? Tout commentaire est superflu.



Le blastocyste au 6^e jour

Quant au deuxième point - l'ontogénique mental est redevable du phylogénique mental - il apparaît relativement simple si nous partons de la constatation que la gestion du "mental" mobilise quatre personnages :

un quatuor apparaît :
l'enfant, le primitif,
l'homme et le
névrosé

l'enfant, le primitif, l'homme et le névrosé. Comme le note Emile Jalley, à propos de "Totem et Tabou" par exemple, on relève un agencement "selon un tissu complexe de rapports établis par couples variés ou en trio selon le cas" (26). Les rapports entre ces quatre personnages s'articulent, en effet, **autour d'un nouveau découpage que Freud propose de la quatrième période de la vie psychique**, que Baldwin avait laissé indivise. Freud estime que "le mode d'évolution des conceptions humaines va d'une phase animiste (qui) a procédé une phase religieuse, qui, à son tour, a précédé la phase scientifique" (27). On peut ainsi intégrer dans le processus de récapitulation non seulement des comportements simples - se tenir debout... - mais aussi des comportements psychiques. En plaçant ce nouveau découpage sur la ligne des temps, le primitif et l'enfant sont en-deçà du scientifique et portent en eux une potentielle identité : le primitif récapitule moins, l'enfant ne récapitule pas encore tout, quant au névrosé (pour différentes raisons, nous le verrons plus loin), il récapitule ... mal. Et Freud de clôturer définitivement son discours par ce "névrosé qui constitue le pivot autour duquel s'organise le réseau des conceptions comparatives" (28) : on peut en effet remonter à l'oméga de la théorie psychanalytique - le complexe d'Oedipe - puisque ces comparaisons multiples autorisent l'apparition de l'homme originel et, par suite, le soutien inconditionnel au fait que "le désir parricide doit refléter un événement réel qui se produit chez les ancêtres humains adultes" (29).

l'éclatement de la
notion de "stade" et,
surtout, du dernier
stade qui était
resté indéterminé
chez Baldwin

Epistémologiquement parlant, nous pouvons contester ce modèle par la mise en question de la notion même de primitif. Nous pouvons également nous interroger sur la disposition des personnages sur la ligne des temps. En effet, il n'est pas d'auteurs qui, actuellement et depuis une quarantaine d'années, **n'aient mis en doute le terme de "primitif"**. On considérait, comme simples les modes de pensée des sociétés dites "primitives", proches de la Nature. Levi-Strauss, dans les "Structures élémentaires de la parenté", a montré au contraire (30) que toutes ces sociétés présentent un ensemble idéologique et conceptuel très structuré autour de la Sexualité : cet ensemble leur est propre et éminemment complexe. Le même auteur, dans "La pensée sauvage", continue de développer l'idée que ces structures - et bien d'autres modes de penser (comme les classements) - ne sont pas si élémentaires que cela du point de vue de la pensée scientifique puisque les "indigènes" sont capables d'en établir des diagrammes et des schémas, donc de les conceptualiser avec des qualités manifestement non négligeables de raisonnement. Walter Benjamin, à la même époque, intervient sur le langage du primitif pour contester les idées de Levy-Bruhl fondées sur des langues des "non-civilisés" qui seraient prétendument uniquement

le modèle de Freud
présente deux
ambiguïtés :
le primitif existe-
t-il ?...

comment se placent
les stades sur
l'échelle des temps ?

et une ouverture :
l'inscription dans
la mémoire

Freud formule sa
position dans un
cadre bien déter-
miné

concrètes et pauvres en vocables et en formes (31).
Finalement, il y aurait là une première position de prin-
cipe à soutenir, formulée clairement par Wittgenstein
quand il s'attaque au "Rameau d'Or" de James G. Frazer
(32) :

*"l'explication historique, l'explication qui prend la forme
d'une évolution n'est qu'une manière de rassembler les
données - d'en donner un tableau synoptique. Il est tout
aussi possible de considérer les données dans leurs rela-
tions mutuelles et de les grouper dans un tableau
général, sans faire une hypothèse concernant leur évolu-
tion dans le temps". Comme le conclut Benjamin, la re-
cherche de "symptômes d'un comportement prélogique
risque de cacher au chercheur des conduites plus
significatives" (33).*

Par ailleurs, nous devons insister sur la manière dont le
placement sur une ligne des temps sort renforcé par un
découpage en sous-époques (en sous-stades !) de la qua-
trième époque de Baldwin. **Ce découpage induit et valo-
rise une recherche de correspondance terme à terme** qui,
là-aussi, conduit à négliger les éléments différents de
ceux qui entrent dans le modèle. C'est une difficulté que
nous retrouvons avec Piaget et nous devons, dès à
présent, nous interroger sur cette logique des stades qui
confortent la logique de la récapitulation.

Malgré ces deux difficultés qui nous feront garder quel-
que méfiance par rapport aux évolutions du transfert,
Freud nous pose une question nouvelle qui n'avait pas de
place encore dans le modèle de Haeckel et de Baldwin.
Cette question est **la question double des traces mnési-
ques et des processus d'inscription de ces traces mnési-
ques dans l'appareil "psychique"**. De même qu'on ne pou-
vait faire de Freud un récapitulacionniste intransigeant,
de même nous allons voir qu'on ne peut en faire un lar-
marckien à cent pour cent. Cette analyse épistémologi-
que aboutira, par ailleurs, à l'énoncé d'un deuxième prin-
cipe important, concernant le problème de la réduction
de comportements psychologiques à une approche
physiologique.

Le système de Freud, en apparence ambigu, est très
homogène et rappelle ses positions sur le problème du
récapitulacionnisme. En plein débat avec les disciples de
Charcot - nous sommes en 1896 - sur les causes déter-
minantes des névroses, Freud estime que **"l'hérédité rem-
plit le rôle d'une condition puissante et même indispen-
sable (mais qu') elle ne saurait se passer de la collabora-
tion de causes spécifiques"** (34). Cette double origine - il
y a de l'inné et de l'acquis, pourrait-on dire - se retrou-
ve dans ses conceptions sur les pulsions : si "la source
(en) est corporelle et relativement indépendante des in-
teractions de l'organisme avec son entourage, (...) de par

dans ce cadre, la place de l'entourage est fondamentale mais il se garde bien d'avoir recours à la neurophysiologie

son immaturité, l'enfant humain dépend de son entourage, dont l'action tend à modeler le développement pulsionnel" (35). Il n'y a donc pas de doute possible : une part du développement reviendra à l'entourage, et l'idéal serait bien de déterminer ce qui lui revient... Il faut compléter les idées de Freud en rappelant qu'il revendique toujours une forte indépendance du psychologique par rapport au physiologique. Quand il décrit la paralysie hystérique, il "estime que (cette) lésion doit être complètement indépendante de l'anatomie du système nerveux puisque tout se passe comme si l'anatomie n'existait pas", la paralysie de l'hystérique étant extrêmement localisée et excessivement intense (36). Freud ne cherche jamais à préciser sous quelle forme organique la relation pourrait s'établir *. Et c'est bien un point qui peut tout aussi bien mettre Freud en difficulté qu'instituer une limite fondamentale à la méthode. En difficulté, car penser de la récapitulation va de pair avec penser une forme biologique qui sous-tend et rend possible cette récapitulation : si Freud ne tombe pas dans le piège du réductionniste à la physiologie, comment peut-il alors continuer à argumenter comme un quelconque récapitulationnisme ?

l'impossible réductionnisme était déjà bien décrit par Claude Bernard, Cabanis et bien d'autres

il est repris actuellement

Mais en même temps, Freud nous permet de reformuler un principe que d'autres avaient émis avant lui, comme Claude Bernard sur la recherche - hypothétique - de mécanismes "neuronaux" qui sous-tendent un comportement. Rappelons simplement une phrase de Claude Bernard, citée par le docteur Cabanes : "les phénomènes de l'intelligence et de la conscience, quelque inconnus qu'ils soient dans leur essence, exigent pour se manifester, des conditions organiques ou anatomiques, des conditions physiques ou chimiques, et c'est dans ces limites exactes que le physiologiste circonscrit son domaine" (37). Et Cabanes d'ajouter : "la tentative d'inféodation complète de la psychologie à la physiologie sera, croyons-nous, toujours vouée à un échec". A chaque progrès de la neurophysiologie, a succédé une nouvelle interprétation des relations entre psycho-et physiologie dont on peut a priori dire qu'elles relèvent toutes de la même volonté d'inféodation, comme le montre Merleau-Ponty, avec l'atomisme pavlovien, les théories de localisations cérébrales. Comme le montre aussi, et pour s'en défier tout autant, Pierre Karli dans "L'Homme Agressif", alors que sont apparues l'importance des liaisons avec le sous-cortex et l'incontournable neurochimie (38). Nous avons donc ici notre deuxième principe : **ne pas se laisser aller au réductionnisme qui conforte, à la manière de la logique des stades, la logique récapitulationniste.**

* A la fin de sa vie, il cherchera un modèle énergétique.

qu'en est-il alors de la transmission d'une génération à l'autre ?

est-ce la transmission par les gènes ou bien par le social ? là encore, Freud hésite et évite le réductionnisme lamarckien

Donc, s'il y a des traces mnésiques, elles peuvent interférer avec un fond organique d'une part, elles ne sont pas précisées quant à leur forme organique d'autre part. **Sous quelles formes peuvent-elles se retrouver de génération en génération ?** Là encore, Freud paraît tendu entre deux solutions, "l'une évoquant un facteur organique, un lot de traces héréditaires conçues au sens lamarckien du terme, l'autre privilégiant la voie des transmissions sociales par le langage" (39). Citant le Freud de "Totem et Tabou", Jalley explique que les prohibitions concernant le tabou "se sont ensuite maintenues de génération en génération peut-être seulement à la faveur de la tradition, transmises par l'autorité paternelle et sociale ... il se peut aussi qu'elles soient devenues une partie organique de la vie psychique des générations antérieures" (40). Freud ne dit rien, bien évidemment, de l'organisation de ces "parties organiques", de la même manière qu'il restait silencieux sur la "neuro-physiologie des comportements" *. Cela est donc clair : un comportement psychique peut être transmis par la tradition, terme sous lequel nous ne devons pas seulement mettre le langage mais aussi les coutumes, les façons d'être et de vivre. Cette fois-ci, et au contraire du principe précédent, grâce à cette ouverture, le modèle récapitulonniste devient jouable, sans organicisme exagéré puisqu'une place est effectivement laissée à "l'indétermination croissante de Baldwin" **.

En conclusion de ce passage, nous pouvons dire que Freud laisse le transfert dans un état se caractérisant par les propositions suivantes :

- il y a de la récapitulation dans l'air, et ce qui est ... récapitulable, ce sont des comportements psychiques plus fins que les comportements décrits à la période précédente ;
- on ne sait pas encore bien de quoi est ce récapitulable, (de l'anatomique ou du psychologique) et ce qui est récapitulable de ce qui ne l'est pas ;
- le processus de récapitulation peut être mis en oeuvre de deux façons : par une inscription dans l'organique ou par la tradition ;
- il y a toujours de l'interférence entre ce qui sera récapitulé et ce qui sera vécu comme neuf.

* De la même manière que précédemment, on peut s'interroger sur tous les ouvrages traitant de la mémoire alors que nos connaissances augmentent sur le sujet.

** Moyennant de l'organique, comme les pulsions, par exemple !

le transfert s'est donc considérablement modifié

Nous en avons également sorti deux principes :
 - la mise en place de stades sur la ligne des temps ne fait que conforter une pensée récapitulacionniste : nous devons donc y regarder de très près ;
 - tout réductionnisme de la psychologie à la physiologie va aussi dans le sens de la pensée récapitulacionniste : nous devons, là-aussi analyser de près tout ce qui conforte et révèle un réductionnisme.

Et nous entrons dans l'ère Piaget...

3. PIEGES ET CONTRADICTIONS PIAGETIENNES

deux ouvrages parfois contradictoires nous renseignent sur les positions de Piaget

Jean Piaget aborde massivement le problème dans deux ouvrages qui sont, ici, de référence : "Biologie et Connaissance" (que nous noterons désormais "B et C") et "Psychogénèse et Histoire des Sciences" (que nous noterons "P et H") (41). Le deuxième est dans la lignée du premier et pourtant, nous y reviendrons, il n'y est jamais fait référence au premier, de 16 ans l'aîné !

Piaget va donner une nouvelle compréhension de ce que l'on peut considérer comme redevable du processus de récapitulation - ou, simplement, d'une comparaison. Dans "B et C", il pose le problème ainsi :

"L'enfant de l'homme ne présente-t-il au cours de son développement que des caractères transmis par le langage, la famille et l'école ou fournit-il des productions spontanées ? En un mot, et pour ce qui est des caractères intellectuels, l'homme explique-t-il l'enfant ou l'enfant rend-il compte de l'homme ?

le déplacement des caractères psychologiques vers les caractères intellectuels

"Plus loin, il explicite ce qu'il entend par "caractères intellectuels", en se démarquant de Freud et Baldwin : "le problème avait été soulevé par Baldwin puis par Freud, mais sur le **seul terrain de l'affectivité**" (42). Freud "se contentait" de constater que "l'attitude de l'enfant à l'égard des animaux présente de nombreuses analogies avec celle du primitif" (43), Piaget va s'intéresser à "la genèse des structures logico-mathématiques" (formulation dans "B et C", p. 124) ou "au développement psychogénétique portant sur le contenu même des notions successives et sur les instruments et les mécanismes de leurs constructions" (formulation de "P et H", p. 39). En changeant la compréhension de "la quatrième époque", pour garder la formulation de Baldwin, en **déplaçant et reconstruisant des stades**, Piaget est ainsi amené à chercher ses données comparatives dans un autre domaine que celui des comportements psychiques : il les cherche dans l'histoire des sciences. Cependant, nous devons signaler que ce changement de compréhension, dont on ne peut encore juger de la valeur épistémologique et heuristique, ne rend pas caduc le travail précédent sur

le déplacement du contenu aux mécanismes qui les sous-tendent

mais la position de Piaget sur "préformationnisme" et "épigénisme" n'est jamais nette

et même parfois contradictoire

heuristique, ne rend pas caduc le travail précédent sur Haeckel, Baldwin et Freud, car nous allons voir qu'elle soulève un certain nombre de questions qui prolongent les précédentes et un certain nombre de difficultés que l'on ne peut comprendre qu'en regard des précédentes analyses.

Une première difficulté surgit quand on cherche à comprendre la position de Piaget sur "l'épigénisme ou le préformationnisme". En effet, les formulations dans les deux livres-sources sont différentes. Les choses apparaissent clairement posées dans "B et C" : d'une part, il signale que, comme en histoire de l'embryologie où l'on est passé progressivement du préformationnisme à l'épigénisme, en matière de psychogénèse "on a commencé également par croire que la raison adulte était préformée en l'enfant, sous une forme innée et qu'il suffisait de meubler ce cadre formel, puis Rousseau a été le premier qui ait contesté que l'enfant soit "un adulte en miniature" ("B et C", p. 124-125). D'autre part, il considère que ce "problème de la préformation ou de l'épigénèse se retrouve en toute son acuité dans la discussion de chaque question d'ontogénèse des fonctions cognitives "tout en insistant, comme Freud le fit, sur le fait que "les divers aspects du comportement intellectuel sont des réactions phénotypiques et qu'un phénotype est le résultat d'une interaction entre le génotype et le milieu **mais il reste à comprendre le détail de cette collaboration entre le génôme et le milieu qui permette d'éviter à la fois le préformisme et la notion d'une action exclusive du milieu**" ("B et C", p. 35).

Dans "P et H", les formulations n'ont jamais la même évidence interrogative. Bien plus, une lecture attentive montre des formulations qui s'entrecroisent et s'opposent à quelques pages d'intervalle. Discutant, dans l'introduction, du problème de "la construction et de la préformation" (p. 25-27), Piaget et Garcia voient une preuve de

*la "fausseté de la thèse (selon laquelle) l'enfant n'invente rien et reçoit par éducation tout ce qu'il apprend" dans le développement spectaculaire auquel on assiste au cours des dix-huit premiers mois de la vie, alors que l'enfant ne parle pas encore * et n'est dressé qu'à un petit nombre de conduites, cependant (que) les progrès de son intelligence témoignent d'une surprenante multiplication d'inventions et de découvertes (si bien que) le problème se pose de savoir s'il s'agit là de l'exécution d'un programme héréditaire ou encore de l'actualisation des possibilités impliquées dès le départ en des sortes d'intuitions synthétiques a priori".*

* Mais entend ? (sourire !)

Préformation ? Que nenni ! Quelques pages plus loin, et surtout non présenté comme un argument en regard du précédent, nous apprenons que

*"les très longs et laborieux tâtonnements qui précèdent au cours de la psychogénèse (certaines propriétés opératoires fondamentales) seraient difficilement compréhensibles si ces opérations étaient programmées héréditairement, leur constitution tardive (aux environs de 7 ans) ne tenant alors qu'à la lenteur des maturations nerveuses et cela * d'autant moins vraisemblable que, selon les dispositifs expérimentaux utilisés, on peut accélérer ou ralentir ces constructions".*

sa position sur le réductionnisme n'est pas claire non plus

Une autre différence très importante touche au second principe que nous avons discuté avec Freud, celui du réductionnisme de la psychologie à de la physiologie. Là encore, les modes de traitement sont très contradictoires dans les deux ouvrages. Certes, le titre "Biologie et Connaissance" est plus impliquant quant à la problématique psy-psy, mais il faut noter qu'il n'en est jamais fait mention, dans "P et H", et qu'il n'est pas plus fait référence aux résultats de "B et C" dans "P et H" ! Dans "B et C", Piaget discute longuement du problème dans ses deux composantes : l'intégration dans l'organisme "par fixation dans l'ARN" (p. 155) et "la fixation proprement héréditaire" (P. 155). Se ralliant à une sorte de néo-lamarckisme teintée de néo-darwinisme, Piaget fait la synthèse grâce à une critique de l'empirisme et de l'apriorisme : "les sujets ne construisent pas leurs connaissances uniquement soumis aux contraintes de l'objet" (p. 159) pas plus que les sujets "ne sont pourvus de catégories ou de "formes" variées (causalité, espace...) qui s'imposent à l'expérience à titre de conditions préalables" (p. 168). On reconnaît ici, bien évidemment, la position de Piaget sur l'action (encore qu'il faille faire attention sur ce que Piaget appelle "action", nous y reviendrons plus loin).

l'abandon de la recherche en termes de neuro-physiologie est sans doute révélateur de l'impossible réductionnisme

La séparation entre "l'action" et "l'objet" lui permet, alors, de soutenir un schéma possible, sans que Piaget, il faut bien le reconnaître, ne se lance dans une description fine : si ce qui relève de l'action peut se conjuguer avec "préformisme" et ce qui relève de l'objet se conjuguer avec "épigénisme", la description fine apparaît décidément impossible, même s'il y a eu, de "B et C" à "P et H", des progrès en neuro-physiologie et en génétique **. Conservons l'idée que la gestion de tout modèle évoquant un quelconque parallélisme - onto/phy-

* La conception héréditaire.

** Ou à cause des progrès, peut-être.

Piaget propose un découpage encore plus rigoureux en "stades"

le modèle présente une contradiction aigüe : la notion de "contenus de savoir"

logénique ou non - impose, à un moment ou à un autre, la production d'hypothèses ad hoc sur les mécanismes organiques qui sous-tendent et rendent possibles le passage d'un niveau à l'autre. **Alors l'impossible réduction révélée par l'abandon de ce type de recherche dans "P et H" est bien le talon d'Achille de la méthode ***.

Nous avons vu, plus haut, que le parallélisme nécessitait un **découpage en stades** et un placement de ces stades sur la ligne des temps. Comme précédemment, Piaget modifie l'acceptation de "stade" par rapport à Freud **. Piaget, dans "B et C" par exemple, critique l'usage qui est fait de la notion de "stade" par les psychologues en général et par Freud en particulier. Aux stades dont "la succession n'est pas constante et qui sont caractérisés par un caractère dominant", Piaget oppose, "sur le terrain de l'intelligence et non plus dans le domaine affectif, des stades "plus rigoureux" : il serre les boulons. "Leur succession est constante, ils sont caractérisés par une structure d'ensemble et les structures successives sont telles que chacune est préparée par la précédente et s'intègre dans la suivante" (p. 37). De stades à la définition encore plus précise que précédemment, nous pouvons craindre une sur-punctuation encore plus forte. Ce qui se produit effectivement par le jeu d'une **nouvelle et très forte contradiction et de deux réductions.**

La contradiction concerne le **rôle qu'il assigne aux contenus de savoir**. "Il est possible de dégager certaines analogies de contenus, portant sur les concepts utilisés pour comprendre et indiquer les phénomènes" ("P et H", p. 79). Dont acte. Piaget place les contenus sur la ligne des temps et assigne une position à l'émergence de la scientificité. En conséquence, souligne Piaget, "après qu'une discipline eût été constituée sous une forme scientifique, comme la physique après Newton, il n'est naturellement plus question de chercher de telles parentés de contenus entre ces concepts et ceux qui s'élaborent au cours de la psychogénèse, car ceux-ci, malgré le rôle nécessaire qu'ils jouent à titre pour ainsi dire embryogénétique, n'ont encore aucun des caractères théoriques de la pensée scientifique" ("P et H", p. 79). L'interrogation sur ce que l'on peut entendre par "carac-

* Nous lisons cependant dans "P et H", p. 80 :
"Cela va de soi, il n'est pas le moins du monde question d'invoquer ici un parallélisme onto-phylogénétique au sens d'HAECKEL".

Déclaration d'intention suivie de bien curieux effets !

** Voir début du chapitre 3.

téristiques théoriques de la pensée scientifique" sera un point suivant mais remarquons la contradiction. Piaget et Garcia écrivent un peu plus loin que, pour la psychogénèse des structures géométriques, "contrairement à ce que nous disions de la psychogénèse de l'impetus qui portait sur une notion antérieure à la physique moderne et où l'on peut montrer un parallélisme assez détaillé entre les périodes de l'histoire de ce concept et les phases de sa psychogénèse, l'évolution de la géométrie déborde très largement de ce que l'on observe aux stades élémentaires" (p. 131). **Que se passe-t-il, alors, pour les stades de la géométrie avant qu'elle ne se constitue comme scientifique ?** Ne pourrait-on pas les reconstituer en regardant d'abord, cette fois-ci, les enfants ? Ou alors en nous tournant vers des civilisations (primitives ?) où la géométrie n'est pas encore inventée ?

Cette contradiction, nous le verrons plus loin, a le mérite d'éliminer toute possibilité d'une correspondance pour ainsi dire permanente entre l'histoire et le développement mental mais surtout elle va permettre un passage des contenus de savoir aux mécanismes cognitifs. En attendant, voyons les deux réductions.

la pensée de Piaget
nécessite deux
réductions :

La première réduction concerne **les stades en histoire des sciences**. Piaget et Garcia procèdent très exactement d'une manière qui ne peut que laisser l'historien des sciences moderne circonspect : ils produisent des effets de re-lecture où l'on décerne des bons points aux contenus propres, porteurs en fonction des hypothèses que l'on cherche à valider. Plusieurs fois, la démarche est d'ailleurs avouée : "à schématiser l'histoire de l'impetus, en négligeant les accélérations et les régressions qui ont pu se produire on peut distinguer quatre périodes" ("P et H", p. 80), puis "le choix des étapes est déterminé tant par des raisons pratiques de limitation qu'en fonction des objectifs précédemment annoncés" ("P et H", p. 61). En somme, la technique est celle du survol et l'on scrute l'histoire avec le grand bout de la lorgnette. Les grands stades peuvent apparaître. La même critique a déjà été portée à l'idée de "révolutions scientifiques" et "d'incommensurabilité des théories" *. Nous avons montré (44), pour les microbes par exemple, que les théories se chevauchent, les arguments se télescopent, l'incommensurabilité n'apparaissant qu'après coup que par un gommage de tout ce qui peut porter

une en histoire des
sciences : et il nous
faut réfléchir à
la façon de faire de
l'histoire des
sciences

* Pour la microbiologie, on peut même dire que l'incommensurabilité est à l'oeuvre pendant les oppositions entre les théories mais, qu'après, la nouvelle théorie va revenir sur des points qu'elle récusait - par exemple, les toxines dont Pasteur nie l'"existence".

une sur la
scientificité : et
il nous faut
être clair sur les
attributs que nous
lui prêtons

la part de l'individu
et du social devient
la part de l'objet
et du sujet

atteinte à la séparation. La cause de ces gommages est extrêmement simple : de tels historiens des sciences utilisent uniquement les **résultats de savoir** alors que ceux-ci se sont décantés, ils n'utilisent pas les mêmes objets - se précipitant sur les textes de science-présentée et non sur les textes qui serrent au plus près la science en acte - les cahiers de laboratoire ou les comptes-rendus de l'Académie des Sciences où l'on trouve une science en train de se faire (45). Piaget et Garcia ne rendent donc pas compte des processus qui sous-tendent le passage d'une connaissance à l'autre dans son dynamisme mais des caractéristiques statiques qui séparent et distinguent les connaissances des unes et des autres. La différence est importante.

La deuxième réduction est celle de l'**idée de scientificité**. Cette dernière va présenter des avatars différents selon que l'on se trouve dans le champ de l'histoire des sciences ou dans le champ de la psychogénèse, mais ces avatars sont tout à fait cohérents ensemble. Si nous ne nous intéressons qu'aux simples théories physiques, la scientificité de celles-ci, pour Piaget *, se matérialise par le lourd appareillage qu'elles mobilisent à partir d'un certain moment de leur histoire. Dès que ce seuil est dépassé, Piaget va s'intéresser essentiellement aux mécanismes cognitifs qui sont derrière ces théories. Du côté des enfants, dans B et C, Piaget distingue l'expérience logico-mathématique de l'expérience physique en notant que, dans la deuxième, "la connaissance acquise est tirée de l'objet lui-même, en tant que son poids et son volume (par exemple) lui appartiennent déjà avant l'action du sujet" (p. 428). Cependant cette idée va évoluer entre "B et C" et "P et H". Sur l'idée du mouvement aristotélien que l'on retrouve chez les petits genevois, Piaget estime "qu'elle est due au sens commun des Grecs au temps du Stragirite (faute de toute expérience du machinisme actuel et de tout soupçon du principe d'inertie), et ce sens commun raisonne à la manière des enfants sur ce terrain physique particulier" ("B et C", p. 124). Le même passage sur le mouvement aristotélien reçoit un autre traitement dans "P et H" (p. 93-94) : "ce qui semble en revanche **mystérieux** (c'est moi qui souligne) est l'accélération considérable que manifeste la succession des stades chez l'enfant par rapport à celle des périodes de l'histoire. La raison tient assurément au milieu social adulte dont l'action continuelle se traduit par de multiples incitations et par des problèmes sans cesse renouvelés. Mais cela ne signifie nullement que les réactions de l'enfant lui aient été dictées par un simple ap-

(*) Et pour BACHELARD.

oui, mais quel
objet et quel sujet ?
l'objet biologique
est beaucoup plus
complexe que l'objet
logico-mathématique
et ne s'y laisse pas
réduire

prentissage : que l'atmosphère intellectuelle ambiante le pousse à la quantification ne revient qu'à soulever de nouvelles questions et il reste au sujet la nécessité de construire lui-même ses instruments de solution."

L'harmonie se fait donc puisque, même dans le cas de la connaissance expérimentale, Piaget a maintenant déplacé le problème de l'objet au sujet (certes en action sur l'objet). Ce choix a deux conséquences, là encore en complète harmonie, mais qui pour nous, sont terriblement importantes :

1) En renvoyant l'ensemble à du logico-mathématique, Piaget ne sait que faire, et ne fait rien d'ailleurs, de la connaissance biologique. Deux piagétiens, que l'on peut considérer comme trop dogmatiques, Bernstein et Cowan ont, par exemple, voulu faire entrer de force les conceptions des enfants sur "comment les gens ont des bébés" dans les stades piagétiens (46). Nos travaux montrent au contraire que les enfants ne se répartissent pas dans des statistiques aussi précises que ces auteurs le considèrent. On serait donc bien en peine de décrire les connaissances biologiques en terme de logico-mathématique. Le texte qui suit, sur le passage des microbes à travers le placenta, en est une preuve éloquente.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 10 août 1885.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus*. Note de M. Koubassoff, présentée par M. Pasteur.

« Nous examinons dans cette Note le passage du *vibron septique*, du rouget et des bacilles tuberculeux, de la mère au fœtus.

» Pour prouver la vraisemblance du passage des microbes en général de la mère au fœtus, nous avons fait deux expériences avec le *vibron septique*, lequel est un micro-organisme anaérobie qui ne se développe pas dans le sang oxygéné. A cause de cette circonstance, le passage de ce microbe de la mère au fœtus est le moins vraisemblable. En conséquence, si l'on constate dans les fœtus les bacilles du *vibron septique* inoculés à la mère, on sera conduit à admettre, comme très vraisemblable, le fait général du passage de tous les microbes de la mère au fœtus, et l'on sera conduit à supposer l'existence, dans le placenta, de communications directes entre les vaisseaux de la mère et des fœtus.

» Voici les expériences qui prouvent ce passage :

» Le 30 janvier, à 9^h30 du matin, on a inoculé à une cobaye pleine 3 divisions de la culture anaérobie de *vibron septique*. Elle mourut le lendemain à 10^h30^m du matin; l'autopsie a été faite tout de suite. On a trouvé 5 fœtus de 0^m,08 de longueur. On a fait des cultures anaérobiques de leurs organes et de leurs cavités et les organes furent placés dans l'alcool. On a fait douze ensemencements anaérobiques, dont seulement quatre furent féconds. En examinant les coupes des organes des fœtus on a constaté très rarement les bacilles.

» Le 2 mars, à 9^h du matin, on a inoculé à une cobaye pleine 2 divisions de la culture de *vibron septique*.

» Elle mourut le lendemain à 1^h après-midi. On a fait l'autopsie de l'animal encore chaud et l'on a trouvé trois fœtus à peu près de 0^m,06 de longueur. On constatait dans les coupes de leurs organes relativement plus de bacilles que dans l'expérience précédente.

et si on remplaçait "mécanismes cognitifs et opérations" par "modes de pensée"

quant au sujet, il renvoie, bien sûr, au langage, support de son contact avec l'objet

or Piaget l'élimine !

Le résultat de savoir est bon : certains microbes passent à travers le placenta. Mais c'est l'interprétation qui pose question : il y a des communications vasculaires entre la mère et le fœtus. Comment expliquer cela ?

- D'une part, on a à l'oeuvre les oppositions entre une interprétation mécaniste et une interprétation vitaliste d'un phénomène. Par deux fois, cela joue ici : d'abord le microbe est vécu comme une particule physique, incapable de produire lui-même son trou à travers la membrane placentaire (et cela rappelle les travaux de Flourens avec de la garance), d'autre part, le filtre placentaire est interprété comme le filtre mécanique où seule importerait la grosseur des mailles.

- D'autre part, on a à l'oeuvre la volonté de se servir d'un résultat pour interpréter des hypothèses qui appartiennent à un autre champ de savoir : ici le télescopage entre la science sur les microbes et la science sur le placenta.

On ne peut évidemment pas parler de "mécanismes cognitifs" et encore moins "mécanismes opératoires" dans ce cas comme dans d'autres en biologie. On peut simplement avancer : "modes de pensée".

2) En renvoyant le poids de l'objet dans la construction des connaissances à une simple accélération dans le développement, il diminue le poids du langage (et de "la tradition") dans cette même construction des connaissances. C'est là, on le sait, une dominante dans la pensée piagétienne. Que l'on songe par exemple à "La genèse des structures logiques élémentaires" dont c'est le thème récurrent - avec le fameux exemple de la chauve-souris classée à 9 ans parmi les oiseaux et qui sort du groupe des oiseaux dès l'instant où la connaissance biologique, apportée par d'autres biais, peut enfin contrecarrer la connaissance logique.

On comprend l'importance de ces deux positions, par ailleurs extrêmement liées si l'on considère que l'on parle de biologie aux enfants plus souvent qu'on ne leur parle mathématique (ce qui n'est pas complètement évident!) : la biologie doit être exclue de toute réflexion sur le parallélisme, d'une part, le langage (et la tradition) n'intervient que peu dans tous les mécanismes (y compris les logico-mathématiques) qui font que les enfants construisent leur savoir.

Moyennant ces deux réductions et leurs conséquences, les résultats de Piaget et Garcia apparaissent, au final, comme extrêmement... limités.

Enonçons-les.

- Le premier concerne "le processus général caractérisant tout progrès cognitif" : "le dépassé est toujours intégré dans le dépassant" ("P et H", p. 41). Il n'y a rien de nouveau puisque c'est le résultat auquel arrivait Ba-

deux conclusions,
à portée limitée, de
Piaget, rappellent
Bachelard

chelard avec sa dialectisation des concepts (47).

- Le deuxième concerne "le processus qui fait que l'on passe de l'analyse des objets à l'étude des relations puis à la construction des structures" ("P et H" p. 41). C'est aussi le résultat que Bachelard obtient dans la caractérisation du passage de l'état préscientifique à l'état scientifique puis au nouvel esprit scientifique *.

Les résultats sont faibles, donc. Sont-ils pertinents ou, tout simplement, sont-ils heuristiques ? On ne sait, tant ils proviennent de réductions dont on peut douter du caractère épistémologiquement valide.

Chemin faisant, nous avons cependant glané des pistes pour tenter de sortir de l'impasse dans laquelle nous mène la recherche d'un quelconque parallélisme. Nous devons notamment renoncer à tout réductionnisme à la physiologie, à quelque niveau qu'on la prenne. Mais d'autres pistes nous sont apparues qui sont admirablement résumées dans deux passages de Bachelard trop peu connus.

cependant, nous
avons appris à
renoncer au
réductionnisme

Le premier provient de "la formation de l'esprit scientifique" (48). Bachelard expose sa méthode pour parler des obstacles épistémologiques : tout savoir scientifique étant à tout moment reconstruit, ses "démonstrations épistémologiques auront tout à gagner à se développer au niveau des problèmes particuliers, **sans souci de garder l'ordre historique**". Il considère, par ailleurs, que, s'il faut bien reconnaître une loi des trois états pour l'esprit scientifique, à tout moment, pour tout individu et toute notion, on assiste à une combinatoire complexe de mécanismes. Cette combinatoire complexe est exprimée par l'outil complémentaire de Bachelard, son "profil épistémologique".

mais aussi à
renoncer au pa-
rallélisme en cassant
l'ordre historique
(comme l'écrit
Bachelard)

Et voici le second passage : "un profil épistémologique doit toujours être relatif à un concept désigné, vaut pour un esprit particulier qui s'examine à un stade particulier de sa culture" (49). Ceux qui voulaient faire de Bachelard un "internaliste" en sont pour leurs frais. Si Bachelard reconnaît des contenus à une notion, s'il renvoie ces contenus à ce que l'on ne peut pas appeler des "mécanismes cognitifs" mais, plutôt, des "modes de pensée", avec leurs obstacles, qu'il place sur une échelle progressive, il insiste sur **le particulier, le singulier et la**

* LINNE est un bon contre-exemple : il travaille en même temps sur les objets (la classification) et sur les relations entre les objets (il écrit "la Police de la Nature", voir **l'équilibre de la nature**, Paris : Vrin, 1972).

et en recherchant
le travail social
sur la science
(comme l'écrit encore
Bachelard)

quels sont les
processus réels
de construction
des connaissances ?

comment se constitue
le savoir socialisé
par rapport au
savoir scientifique ?

culture, "à des processus de formation sociale des concepts dans la psychogénèse". Il n'y a aucune ambiguïté à ce sujet. Non seulement Bachelard casse l'ordre historique mais nous propose de penser que la culture intègre et dépasse la croissance historique des idées.

Ce sont, en définitive, quatre questions sur lesquelles nous devons continuer à apporter des réponses pour avancer dans le sens d'une mise en relation opératoire entre "la construction historique des connaissances" et "la construction personnelle des connaissances :

1) Quels sont les processus réels de construction des connaissances dans un cas comme dans l'autre ? Souvenez-vous de ces phrases d'Abraham Moles :

"On ne saurait trop insister sur la différence entre la science mise en forme, celle des traités, des cours, des publications, et la science en train de se faire, les processus heuristiques du raisonnement et de la création intellectuelle. Non seulement l'échelle des valeurs y est changée (rôle de la rigueur, par exemple), mais le mécanisme même des raisonnements, le sens attribué aux termes : vérité, déduction, croyance, etc...y est différent. Cette différence passe généralement sous silence, les scientifiques accréditant la forme achevée et péremptoire de la connaissance mise en forme et laissant les divergences, le rôle des opinions, les sous-structures provisoires, les embardées de la création rationnelle ou les procédés dont ils n'ont pas toujours conscience nette et qui font jaillir la découverte" (50). Mais gardons aussi à l'esprit l'idée qu'il ne faut pas confondre deux situations d'apprentissage différentes : une première qui consiste "à construire un savoir à partir des données immédiates de l'expérience, exactement comme un chercheur au laboratoire" et une deuxième qui consiste "à construire un savoir à partir d'un savoir socialisé", comme l'indique Victor Host (51). Si la première renvoie au questionnement de Moles, l'autre ouvre notre deuxième question :

2) Comment se construit le savoir socialisé qui va servir de base à la construction du deuxième savoir ? Pour chaque notion, il convient d'analyser les transformations qu'elle subit dans ses différents niveaux d'exposition : du cahier de laboratoire au... cahier de classe, pourrait-on dire, via la communication aux Académies, les cours puis les outils de vulgarisation. Peu de travaux existent en la matière. A cette deuxième question s'ajoute tout naturellement une troisième :

3) Quel impact la Société peut-elle avoir sur cette construction au deuxième degré. Le problème était déjà soulevé par Piaget et Garcia : une différence reste maintenue entre "les mécanismes de l'acquisition de la connaissance qu'un sujet à sa disposition" et "la façon dont l'ob-

la société peut-elle
mieux intégrer
le savoir scientifique
et comment ?

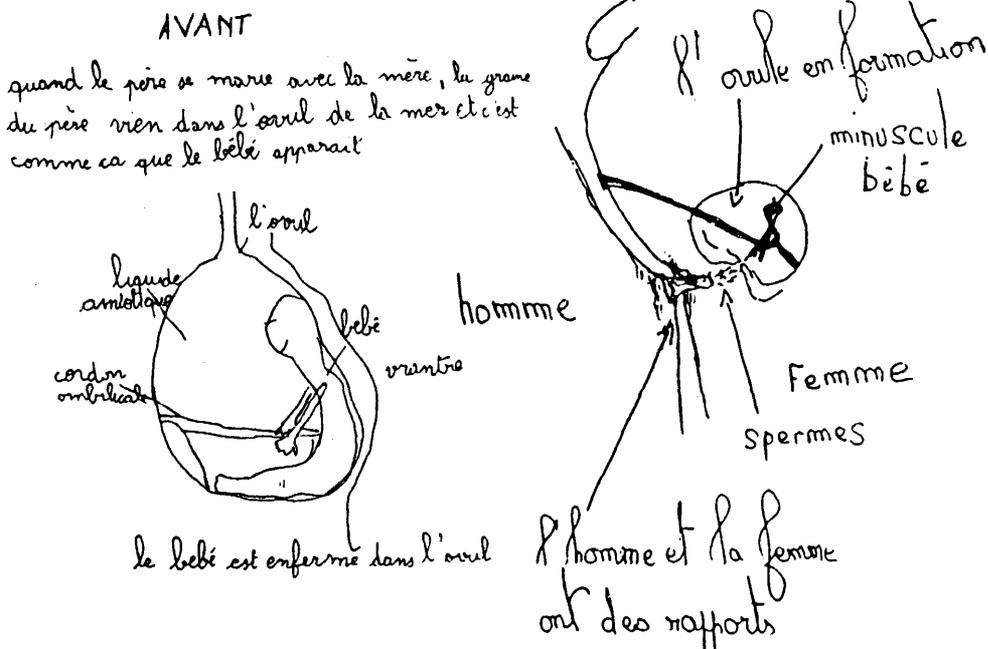
jet à assimiler est présenté à un tel sujet", la société pouvant modifier "les relations entre l'objet et le sujet" ("P et H", p. 295). C'est tout le sens qu'il faut attribuer à ce que les mêmes auteurs appelaient "la mystérieuse accélération". Quand il décrit son profil épistémologique de la notion de masse, Bachelard reconnaît les reliquats des étapes passées, des formulations anciennes qui correspondent, selon lui, à l'enracinement dans l'individu des présentations culturelles du concept qu'on lui a faites. Cela signifie qu'à chaque étape de sa vie de concept, un concept est socialisé et que cette socialisation vient s'ajouter aux socialisations précédentes et que toutes ces socialisations différentes viennent se fondre dans sa vie à lui, Bachelard. La société peut alors avoir à démêler l'écheveau ... pour aller plus vite !

peut-on mieux
comprendre la fonction
du langage et
des autres modes
de communication,
de re-présentation ?

4) Enfin la quatrième question est très exactement dans la ligne opposée d'une phrase de Piaget dans "La genèse des structures logiques élémentaires. Quand il tente de "serrer au plus près ce rôle du langage", il estime que "le langage articulé, socialement transmis par l'éducation, ne semble pas ainsi nécessaire à la formation des structures opératoires" (52). Ainsi donc cette quatrième question est : quel type d'intervention à la langue ou, beaucoup plus généralement, quels types d'intervention ont les différents modes de communication sur les mécanismes opératoires, les fonctions cognitives, les modes de pensée ? Non seulement Bruner, par exemple, estime avoir démontré que les mécanismes opératoires eux-mêmes ne s'acquièrent que par l'intériorisation du langage (53), mais d'autres auteurs nous entraînent dans de nouvelles et riches directions. Dans "La raison graphique", Jack Goody montre le rôle d'autres modes de présentations : l'invention de l'écriture, le tableau, la liste, les recettes, ces "changements de mode de communication par rapport au simple langage" ont grandement influé "dans le développement des structures et des processus cognitifs, dans l'accroissement du savoir et des capacités qu'ont les hommes à la stocker et à l'enrichir" (54).

En particulier, ils rendent possible une nouvelle façon d'examiner le discours par rapport à la forme semi-permanente que lui donnait le message oral. Ce sont de véritables "moyens d'inspection" qui accroissent tout à la fois "le champ de l'activité critique, la rationalité, la pensée logique en faisant des dichotomies, des éléments autres".

- "- Et du côté de la maman, que fait-elle pour le bébé ?
- Comment ça ?
 - Bien, le papa donne les graines, les spermatozoïdes. De l'autre côté, le bébé est bien dans le ventre de la maman ?
 - Ouais.
 - Quel est le rôle de la mère ?
 - Elle doit mettre dans l'ovule, un truc comme ça.
 - L'ovule, qu'est-ce que tu appelles "l'ovule" ?
 - Le truc, là.
 - La poche ?
 - Ouais.
 - Alors, c'est le rôle de la maman : fournir la poche, c'est ce que tu veux dire ?
 - Et puis elle donne à manger et l'air pour respirer."



"L'oeuf ou la vésicule fournie par la femme comprend tout l'arrière-faix, c'est-à-dire le placenta et les enveloppes du foetus. Le ver fourni par l'homme fait proprement le foetus et la femme fournit le nid".
De Lignac, De l'Homme et de la Femme dans l'Etat du Mariage, 1772, p.443.

La femme est-elle condamnée à n'être qu'un hôtel-restaurant ? On remarquera ici le jeu des enfants sur le langage : jeu sur le sens (la graine va DANS l'ovule) et jeu sur le son (assonance ovule-bulle), et le résultat final : la graine du papa donne le bébé et l'ovule de la maman l'enveloppe...

Peut-être la recherche d'un modèle unifiant n'est-elle, après tout, qu'une tentative pour se rassurer en se convaincant que tous les hommes partagent "certains sentiments, désirs et envies" (55). Hélas, le simple est toujours complexe.

Daniel RAICHVARG
Ecole Normale de Livry-Gargan
LDES, Université de Genève

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) André GIORDAN et al. **Histoire de la biologie**. tome 1. Paris : éd. Lavoisier. 1987. Voir l'introduction générale que nous avons écrite avec A. GIORDAN.
- (2) Imre LAKATOS. "The Teaching of History of Science", in **Mathematics, science and epistemology**. Cambridge University Press. 1980. p. 254. (texte original de 1963).
- (3) Bronislaw BACZKO. **Une éducation pour la démocratie**. Paris : Collection "Les classiques de la politique". Textes et projets de l'Epoque Révolutionnaire. P. 180.
- (4) Ibid. P. 190.
- (5) Ibid. p. 192 et 205. notamment.
- (6) Georges CANGUILHEM et al. **Du développement à l'évolution au XIXème siècle**. Paris : PUF. 1985. 2ème édition. p. 48. Ouvrage de référence.
- (7) Stephen Jay GOULD. **Le pouce du Panda**. Paris : Grasset. 1982. p. 154-161.
- (8) On peut aussi lire de GOULD "**La Mal-mesure de l'Homme**". Paris : Editions Ramsay. University Press. 1977, sur lequel nous reviendrons pour, très légèrement, le contester dans son interprétation du récapitulationnisme de Freud.
- (9) Georges CANGUILHEM et al. op. cit. p. 44. Par la suite, nous le désignerons dans le texte sous la forme de "CANGUILHEM" seulement.
- (10) Ibidem. p. 51.
- (11) Ibidem. p. 50.
- (12) Ibidem. p. 47.
- (13) Solomon KATZ. "Anthropologie sociale/culturelle et biologie". in **L'Unité de l'Homme**. Paris : Seuil. 1974. p. 534-535.
- (14) CANGUILHEM et al. op. cit. p. 47.
- (15) Ibidem. p. 49.

(16) Ibidem. p. 49.

(17) Ibidem. p. 44.

(18) J. BALDWIN **Mental development in the child and the race**. 1985. cité par CANGUILHEM et al., op. cit. p. 50.

(19) Voir, pour Stephen Jay GOULD, notamment. **La Mal-mesure de l'Homme**. op. cit. p. 122. GOULD ignore (volontairement ?) la façon dont FREUD tient compte, à l'image de BALDWIN, de la place de l'enfance. Voir, pour Emile JALLEY. **Wallon, lecteur de Freud et Piaget**. Paris : Terrains/Editions sociales. 1981. nombreux passages.

(20) Sigmund FREUD. **Trois essais sur la théorie de la sexualité**. Paris : Galimard. Edition de 1962. p. 9.

(21) Sigmund FREUD. **Introduction à la psychanalyse**. Paris : Petite bibliothèque Payot. Edition de 1971. p. 184.

(22) Sigmund FREUD. **Trois essais...**, op. cit. p. 182.

(23) Ibidem. p. 93.

(24) Geza ROHEIM. **Origine et fonction de la culture**. Paris : Gallimard. 1972 (1ère éd. 1943) Collection Idées. p. 145. Les cinéphiles en concluront qu'il faut habiller Max.

(25) Olivier et Varenka MARC. **L'Enfant qui se fait naître**. Paris : Buchet-Chastel. 1981. La décence intellectuelle obligerait pourtant à taire leurs noms.

(26) Emile JALLEY. op. cit. p. 61.

(27) Sigmund FREUD. **Totem et tabou**. op. cit. p. 103.

(28) Emile JALLEY. op. cit. p. 75-76.

(29) Stephen Jay GOULD. op. cit. p. 122-123.

(30) Claude LEVI-STRAUSS. **Les structures élémentaires de la parenté**. Paris : Mouton. 1967. 2e édition. voir notamment. p. 146-150.

(31) Walter BENJAMIN. "Problèmes de sociologie du langage", in **Essais 2. 1935-1940**. Paris : Denoël-Gonthier. 1971. p. 10-12.

(32) Luwig WITTGENSTEIN. **Remarques sur le rameau de Frazer**. Paris : l'Age d'Homme. Collection le Bruit du Temps. 1981. p. 21. Comme BENJAMIN contre LEVI-BRUHL. il ne s'agit pas de critiquer les faits rapportés par FRAZER - tous extrêmement intéressants - mais l'interprétation qu'en donne l'auteur.

(33) Walter BENJAMIN. op. cit. p. 12.

(34) Sigmund FREUD. "L'hérédité et l'étiologie des névroses". in **Névrose, psychose et perversion**. Paris : PUF. 1973. p.51.

- (35) Daniel LAGACHE. **La psychanalyse**. Paris : PUF. Collection Que sais-je ?. p. 29-32. 1976.
- (36) Sigmund FREUD. **Extracts from the Fliess Papers**. trad. D. RAICHVARG. FREUD y met tout simplement en cause le couple structure-fonction.
- (37) Claude BERNARD. cité par Docteur CABANES. in **L'Histoire éclairée par la clinique**. Paris : Albin MICHEL. 1920. p. 49 et p. 53.
- (38) Maurice MERLEAU-PONTY. **La Structure du comportement**. Paris : PUF. 1967 et Pierre KARLI. **L'Homme agressif**. Paris : Odile Jacob. 1987. p. 64 à 74 notamment. On peut ajouter l'ambigu (au niveau du titre) Homme Neuronal.
- (39) Emile JALLEY. op. cit. p. 105.
- (40) Ibidem. p. 106.
- (41) Jean PIAGET. **Biologie et Connaissance**. Paris : Gallimard. Collection Idées. 1967. Jean PIAGET et Rolando GARCIA. **Psychogénèse et histoire des sciences**. Paris : Flammarion. Nouvelle Bibliothèque Scientifique. 1983.
- (42) Jean PIAGET. **Biologie et Connaissance**. p. 124. Pour la suite.
- (43) Sigmund FREUD. **Totem et tabou**. op. cit. p. 147.
- (44) Daniel RAICHVARG. "Vers la compréhension des êtres infiniment petits", in **Histoire de la Biologie** sous la direction d'A. GIORDAN. Paris : Lavoisier. 1987.
- (45) Voir sur ce sujet l'ancien mais fort intéressant livre d'Abraham MOLES : **La création scientifique**. Genève : Kister. 1957.
- (46) BERNSTEIN and COWAN. "Children's concepts of how people get babies", in **Enfance et Sexualité. Actes du Symposium International**. Montréal : Etudes Vivantes. 1979. p. 320-343 et Daniel RAICHVARG. **Représentations enfantines sur quelques concepts de la Sexualité**. Mémoire de DEA. UER de Didactique des disciplines. Université Paris VII. 1983. non publié.
- (47) Voir par exemple, la belle analyse qu'en fait Olivier ROY (**Le Nouvel esprit scientifique**. Paris : Pédagogie Moderne. 1979. Lectoguide. p. 25-26).
- (48) Gaston BACHELARD. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris : PUF. 1970. p. 8. C'est moi qui souligne.
- (49) Gaston BACHELARD. **La philosophie du Non**. Paris : PUF. 1970. p. 43. 5e édition.
- (50) Abraham MOLES. op. cit. p. 28.
- (51) Victor HOST. Conférence faite à l'école normale de Guéret. 1982. non publiée.
- (52) Jean PIAGET. **La genèse des structures logiques élémentaires** DELACHAUX et NIESTLE. p. 11-12.
- (53) Maurice REUCHLIN. **Psychologie**. Paris : PUF. 1981. p. 236.

(54) Jack GOODY. **La raison graphique ou la domestication de la pensée sauvage.** Paris : éditions de minuit. 1979. p. 86.

(55) Bruno BETTELHEIM. **Les blessures symboliques.** Paris : Gallimard. 1971. p. 10. collection Tel.