

Étude parue dans *Acta psychologica*, 15, 1959, pp. 51-62
 puis reproduite dans *Six études de psychologie*
 (Paris: Denoël-Gonthier, 1964)
 La pagination du présent document
 est celle des *Six études*.
 Version électronique réalisée par les soins de la
 Fondation Jean Piaget pour recherches
 psychologiques et épistémologiques.

LE RÔLE DE LA NOTION D'ÉQUILIBRE DANS L'EXPLICATION EN PSYCHOLOGIE

Presque toutes les écoles psychologiques font appel à la notion d'équilibre et lui font jouer un rôle dans l'explication, des conduites. C'est ainsi que P. Janet invoquait cette notion dans sa théorie des régulations affectives et que Freud l'utilise également en ce même domaine. Claparède considérait le besoin comme l'expression d'un déséquilibre et la satisfaction comme l'indice d'une rééquilibration : la succession des conduites lui apparaissait ainsi comme une suite de déséquilibres momentanés et de rétablissements d'équilibre. La théorie de la Gestalt a étendu le mode d'interprétation aux structures cognitives (perception et intelligence) et K. Lewin l'a développée en psychologie sociale, notamment par l'emploi de la théorie des graphes. Les théories de l'apprentissage et du conditionnement rencontrent naturellement le problème de l'équilibre à propos de la stabilisation des conduites. Quant à la théorie du développement en général, nous avons nous-même constamment fait appel à la notion d'équilibre pour expliquer la genèse des structures opératoires et le passage des régulations préopératoires aux opérations proprement dites.

Il se pose donc deux grands problèmes en ce qui concerne la notion d'équilibre : 1) ce qu'explique la notion d'équilibre, ou le rôle de ce concept dans l'explication psychologique ; et 2) comment s'explique l'équilibre lui-même, c'est-à-dire quel est le modèle le plus adéquat pour rendre compte d'un processus d'équilibration.

Ce sont ces deux problèmes que nous allons examiner

successivement. Mais pour prévenir tout malentendu et au risque d'anticiper sur la deuxième partie de cet exposé, il est utile de préciser dès maintenant que nous ne concevons nullement l'équilibre psychologique à la manière d'une balance de forces en un état de repos, mais le définirons très largement par la compensation due aux activités du sujet en réponse aux perturbations extérieures. Il s'ensuit que l'équilibre ainsi défini est compatible avec la notion de système, ouvert et qu'il vaudrait peut-être mieux parler avec L. v. Bertalanffy d'un « état stable dans un système ouvert ». Mais le terme d'équilibre paraît cependant préférable, en tant qu'impliquant l'idée de compensation. Seulement, il faut alors insister avec force sur le fait que la perturbation extérieure ne saurait être compensée que par des activités : au *maximum* d'équilibre correspondra donc, non pas un état de repos mais un *maximum* d'activités du sujet qui compenseront, d'une part, les perturbations actuelles, mais aussi, d'autre part, les perturbations virtuelles (ceci est essentiel, et il importe de le souligner dès maintenant, en particulier dans le cas des systèmes opératoires de la pensée, où le sujet atteint l'équilibre dans la mesure où il est capable d'anticiper les perturbations en se les représentant par des opérations dites alors « directes » et de les compenser d'avance par un jeu d'opérations « inverses »).

L'important, pour l'explication en psychologie, n'est donc pas l'équilibre en tant qu'état, mais le processus même d'équilibration. L'équilibre n'est qu'un résultat, tandis que le processus comme tel présente un plus grand pouvoir explicatif.

Dans ce qui suit nous ne nous occuperons que des mécanismes cognitifs, en négligeant les facteurs affectifs (motivation), non pas par principe mais pour nous en tenir à ce que nous avons étudié.

Ce qu'explique la notion d'équilibre

Il est d'abord à noter que l'équilibre n'est pas un caractère extrinsèque ou surajouté, mais bien une propriété intrinsèque et constitutive de la vie organique et mentale. Un caillou, par rapport à son entourage, peut se trouver en états d'équilibre stables, instables ou indifférents et cela ne change rien à sa nature. Un organisme, par rapport à son milieu présente au contraire de multiples formes d'équilibre, depuis celui des postures jusqu'à l'homéostasie, et ces formes sont nécessaires à sa vie : il s'agit donc de caractères intrinsèques, et les déséquilibres durables constituent des états pathologiques, organiques ou mentaux.

Bien plus, il existe dans l'organisme des organes spéciaux d'équilibre. Il en est de même pour la vie mentale, dont les organes d'équilibre sont constitués par des mécanismes régulateurs spéciaux, et cela à tous les niveaux : des régulations élémentaires de la motivation (besoins et intérêts) jusqu'à la volonté, pour ce qui est de la vie affective, et des régulations perceptives et sensori-motrices jusqu'aux opérations, proprement dites, pour ce qui est de la vie cognitive. Nous verrons, en effet, que le rôle des opérations est d'anticiper les perturbations modifiant tout système représentatif et de les compenser grâce à la réversibilité entière qui caractérise précisément les mécanismes opératoires par opposition à la semi-réversibilité des régulations de niveaux antérieurs.

La considération des problèmes d'équilibre est donc indispensable aux explications biologiques et psychologiques. Nous n'insisterons pas sur cette nécessité en ce qui concerne les théories de l'apprentissage, car elle va de soi pour autant que l'on caractérise l'apprentissage comme une modification durable (donc équilibrée) du comportement en fonction des acquisitions dues à l'expérience. Comme il n'est pas certain, d'autre part, que les modèles actuels de l'apprentissage s'appliquent aux acquisitions

cognitives supérieures et comme il est évident que l'apprentissage constitue seulement l'un des aspects, parmi d'autres, du développement, c'est de ce dernier domaine que nous aimerions partir.

La théorie du développement est malheureusement beaucoup moins élaborée que celle de l'apprentissage, parce qu'elle s'est heurtée à la difficulté fondamentale de dissocier les facteurs internes (maturation) des facteurs externes (actions du milieu), mais cette difficulté même est instructive pour nous comme nous allons le voir. Les trois facteurs classiques du développement sont l'hérédité, le milieu physique et le milieu social. Mais on n'a jamais observé une conduite due à la maturation pure, sans élément d'exercice, ni une action du milieu qui ne se greffe sur des structures internes. La situation est la même en biologie : il n'existe pas de génotype, même en culture pure, qui ne s'incarne en des phénotypes variés (car le génotype est ce qu'il y a de commun à tous les phénotypes correspondants et ne constitue donc pas une réalité à mettre sur le même plan que les phénotypes), et il n'existe pas de phénotype qui ne soit relatif à un génotype (ou à un mélange de génotypes). Si l'on tient compte de cette interaction fondamentale des facteurs internes et externes, alors toute conduite est une *assimilation* du donné à des schèmes antérieurs (avec à des degrés divers de profondeur, assimilation à des schèmes héréditaires) et toute conduite est en même temps *accommodation* de ces schèmes à la situation actuelle. Il en résulte que la théorie du développement fait nécessairement appel à la notion d'équilibre, puisque toute conduite tend à assurer un équilibre entre les facteurs internes et externes ou plus généralement entre l'assimilation et l'accommodation.

Mais il y a plus. Le facteur d'équilibre est à considérer en réalité comme un quatrième facteur s'ajoutant aux trois précédents (de maturation et de milieu physique ou social).

Il ne s'y ajoute pas additivement, puisqu'il agit à titre de coordination nécessaire entre des facteurs élémentaires dont aucun n'est isolable. Mais il constitue un quatrième facteur, d'abord parce qu'il est plus général que les trois premiers, et ensuite parce qu'il peut être analysé d'une manière relativement autonome. Cette autonomie ne signifie donc pas qu'il soit indépendant des trois autres, puisqu'il y a interférence continue, mais qu'il relève de modes d'interprétation propres fondés sur des considérations purement probabilistes. Par exemple, pour autant que le deuxième principe de la thermodynamique s'applique aux phénomènes vitaux (et Bertalanffy a montré que ce n'était contradictoire ni avec la notion d'un système ouvert ni avec la différenciation croissante des structures organiques), on ne pourra considérer l'accroissement d'entropie ni comme un mécanisme inné, ni comme une acquisition (physique ou surtout sociale) : il s'agira d'une forme particulière de causalité statistique ou probabiliste, fondée sur l'interdépendance même des phénomènes. Sans doute les explications de ce genre seront-elles plus arbitraires que celles relevant de la causalité classique linéaire, mais elles seront indépendantes de l'analyse selon les trois autres facteurs.

Une grave objection demeure cependant possible. A soutenir que le développement consiste en une équilibration progressive on se heurte à cette double difficulté que ce développement apparaît cependant comme une succession d'états non stables, jusqu'au terme final, et que même au terme des séries génétiques, les états stables demeurent exceptionnels. On pourrait donc soutenir que l'explication par l'équilibre ne recouvre qu'un domaine extrêmement limité, se réduisant en fait à celui des structures logico-mathématiques. Ces dernières, une fois construites, demeurent en effet stables la vie durant : par exemple la suite des nombres entiers, les structures logiques de classes, de

relations et de propositions ne se modifient plus chez le sujet bien qu'elles puissent être intégrées en des structures plus complexes ; tirant leurs racines de la vie mentale et s'achevant dans la vie sociale, elles constituent, une fois élaborées, des modèles frappants d'équilibre dans l'histoire comme dans le développement individuel. On pourrait alors supposer que la notion d'équilibre cognitif ne s'applique qu'à de tels cas particuliers par opposition à la grande masse des processus intellectuels en perpétuel déséquilibre (puisque chaque problème, théorique ou pratique, manifeste l'existence d'une lacune, c'est-à-dire d'un déséquilibre).

Mais l'objection n'est réelle que si l'on se donne une certaine interprétation limitative des opérations logico-mathématiques, en les considérant comme à la fois tardives et d'application restreinte. Il en va tout autrement si l'on reconnaît en elles l'aboutissement final d'un processus général d'équilibration à partir de structures prélogiques (régulations sensori-motrices, perceptives et représentatives de niveau préopératoire), mais partiellement isomorphes à la logique.

Or, il existe deux interprétations psychologiques possibles des structures logico-mathématiques. Selon la première (qui est d'inspiration empiriste), ces structures relèvent de coordinations venues après coup et s'appliquant à des contenus découverts indépendamment d'elles : il s'élaborerait en premier lieu un ensemble de connaissances dues à la perception, etc., et dont l'acquisition ne comporterait l'exercice d'aucune logique ; après quoi, et en second lieu, interviendraient les coordinations logico-mathématiques de ces contenus préalables. Selon la seconde interprétation (qui est d'inspiration rationaliste ou dialectique), il serait impossible de découvrir aucun contenu sans une structuration comportant un isomorphisme au moins partiel avec la logique : en ce cas les structures logico-mathé-

matiques, ainsi que les structures prélogiques et pré-mathématiques qui en sont les ébauches, constitueraient des instruments d'acquisition des connaissances et non pas seulement des coordinations après coup.

On voit alors les conséquences de ces deux sortes d'interprétations en ce qui concerne le problème de l'équilibre. Selon la première interprétation les structures logiques, en tant que coordinations tardives et d'origine étrangère aux processus formateurs des connaissances, expliquent leur propre équilibre : en ce cas la notion d'équilibre serait donc subordonnée à celle de structure coordinatrice et perdrait sa valeur explicative. Selon la seconde interprétation, au contraire, les structures logiques résulteraient de l'équilibration progressive de structures prélogiques qui en sont les ébauches, et c'est cette équilibration comme telle qui expliquerait le passage des unes aux autres, donc la formation et surtout l'achèvement des structures logico-mathématiques.

Or, toutes nos recherches, depuis des années, ont abouti à montrer, non pas qu'il y a de la logique partout, ce qui serait absurde (les premières « opérations concrètes » portant sur les classes, les relations et les nombres ne débutent que vers 7-8 ans et les opérations propositionnelles ou formelles vers 11-12 ans seulement), mais qu'il existe à tous les niveaux des structures qui ébauchent la logique et qui, en s'équilibrant progressivement aboutissent aux structures logico-mathématiques. C'est ainsi que dès les schèmes sensori-moteurs on trouve des préformations annonçant les classifications, les mises en relation et les inférences (transitivité, etc.) et que dès la perception on discerne des structures semblables (d'où le retour à Helmholtz qui se manifeste dans le « new look » de Bruner et Postman, dans la « transaction theory », etc.).

Nous nous sommes entre autres posé, à notre Centre d'épistémologie génétique de Genève, la question de savoir

s'il existe chez le sujet une frontière définie et stable entre la constatation et l'inférence et nous ne sommes jamais parvenus à atteindre une constatation pure, qui serait antérieure à toute structure logique ou prélogique. C'est ainsi qu'en présentant à des enfants de différents niveaux deux rangées de quatre jetons, rangées parallèles mais inégalement longues et avec ou sans traits reliant les éléments de l'une à ceux de l'autre, on constate que la perception de l'égalité des deux collections (en présentation rapide) varie selon le niveau de développement : selon que le sujet possède déjà ou non un schème de correspondance, et selon le degré d'élaboration de ce schème, la perception est modifiée grâce à des sortes de « préinférences » analogues à celles qu'invoquait déjà Helmholtz. C'est donc jusque sur le terrain de la perception et à l'intérieur de ses propres mécanismes que le problème se retrouve de distinguer le donné et les éléments inférentiels permettant de l'interpréter¹.

En bref, les structures logiques sont préfigurées à tous les niveaux par des structures plus faibles, mais qui leur sont partiellement isomorphes et qui en constituent les ébauches. Si l'on distingue les structures proprement logiques à leur réversibilité complète, c'est-à-dire à ce que les opérations directes et inverses se compensent exactement et réalisent ainsi un équilibre permanent, le fait fondamental qui caractérise alors leur situation génétique est que, grâce à ces ébauches reconnaissables dès les niveaux élémentaires, les structures réversibles sont préparées par un ensemble de structures semi-réversibles, c'est-à-dire semi-équilibrées et à compensations seulement approchées. Ces structures semi-réversibles qui annoncent les structures logiques ne sont autres que l'ensemble des rétroactions et

1. Voir à ce sujet *Logique et perception*, vol. VI des « Etudes d'Épistémologie génétique », Paris, P.U.F., chap. III.

anticipations sensori-motrices, donc l'ensemble des processus régulateurs dont les formes progressives de compensations assurent une équilibration graduelle aboutissant en fin de compte à la réversibilité logique. C'est ainsi que les « feedbacks » ou réafférences constituent déjà des processus d'équilibration dont les compensations préfigurent la réversibilité. Les anticipations résultant elles-mêmes de ces rétroactions préparent de leur côté la mobilité opératoire et l'union des rétroactions et des anticipations réalise une ébauche de ce que seront les opérations réversibles lorsque les compensations seront à la fois complètes et permanentes.

En conclusion, le développement des fonctions cognitives est caractérisé par une succession d'étapes dont seules les dernières (à partir de 7-8 et de 11-12 ans) marquent l'achèvement des structures opératoires ou logiques, mais dont chacune, et dès les premières, s'oriente dans cette direction. Un tel développement consiste donc avant tout en un processus d'équilibration, la différence entre les structures prélogiques et logiques tenant essentiellement au caractère approché ou complet des compensations en jeu, donc au degré de réversibilité atteint par les structures, car la réversibilité ne relève pas d'une loi de tout ou rien mais comporte une infinité de degrés à partir des régulations les plus élémentaires.

Il n'est donc nullement exagéré de parler du rôle explicatif central de la notion d'équilibre dans les questions de développements des fonctions cognitives. Mais le problème demeure par contre entier d'expliquer le passage des structures peu équilibrées ou instables (sensori-motrices et perceptives) aux formes équilibrées supérieures (opérations logiques) et c'est ce qui nous conduit maintenant à chercher comment rendre compte de l'équilibre lui-même.

Les modèles d'équilibre

Il existe un grand nombre de modèles d'équilibre, en mécanique, en thermodynamique, en chimie physique, en biologie, en économétrie, etc. et tous les langages ont été utilisés à leur sujet. Nous n'en retiendrons que trois, parce qu'ils ont été appliqués ou qu'ils sont applicables à la psychologie.

Le premier auquel on songe est naturellement celui d'un équilibre des forces au sein d'une structure de champ, l'équilibre se définissant alors par une balance exacte des forces (somme algébriquement nulle des travaux virtuels). C'est dans cette direction que se sont orientés les travaux gestaltistes dans les domaines de la perception et de l'intelligence. Mais, dans l'état actuel des connaissances, on sait qu'un tel modèle soulève déjà des objections sur le terrain biologique : l'homéostasie ne comporte en réalité pas de balances exactes, mais témoigne fréquemment d'excès par protection, et comme par précaution, en cas de perturbations. Sur le terrain perceptif il en va *a fortiori* de même : l'image que suggèrent les faits n'est pas celle d'une balance précise, mais d'une protection contre l'erreur. C'est ainsi que les constances perceptives qui devraient être, par leur nature de conservation au travers des transformations, le siège de « balances » rigoureuses, témoignent au contraire de surcompensations remarquables : par exemple la constance des grandeurs (dont nous avons repris l'étude génétique avec Lambercier par des techniques variées) donne lieu chez les jeunes enfants à une sous-constance systématique en moyenne, chez les grands et les adultes à une surconstance non moins systématique en moyenne et ne passe par une balance momentanément exacte (en moyenne) que vers l'âge de 9-10 ans.

Sur le terrain des fonctions cognitives supérieures, l'image d'une balance des forces est encore plus inadéquate,

à cause du jeu des redondances qu'utilise précisément la logique. Si les sur-constances perceptives témoignent déjà d'une attitude de précaution contre l'erreur, on peut considérer la logique entière, du point de vue de la théorie de l'information, comme un système de précorrection des erreurs, comme l'a montré L. Apostel à notre Centre ¹, ce qui comporte un ensemble d'activités anticipatrices dont la réversibilité (la structure de « groupe », etc.) est inhérente à ces activités comme telles. On ne saurait donc parler de balance des forces en un sens actuel ou statique, mais bien et seulement d'un système de compensations intéressant les transformations elles-mêmes.

Un second modèle d'équilibre est le modèle probabiliste pur utilisé par exemple par Ashby dans sa lumineuse étude sur la dynamique cérébrale (*Psychometrica*, 1947). Il existe des processus nerveux d'équilibration se manifestant par les habituations pour les petites compensations et par les adaptations nouvelles pour les perturbations plus complexes. Ashby les explique par une probabilité croissant indéfiniment en un système commutatif (représenté ici par l'organisme et son milieu). Un tel modèle est à retenir pour la psychologie, mais à traduire en termes d'activités différenciées.

Le troisième modèle sera donc celui de l'équilibre par compensation entre les perturbations extérieures et les activités du sujet. Ces activités pourront, par exemple, être décrites en termes de stratégies, dans le langage de la théorie des jeux, ces stratégies ayant pour intention de diminuer les pertes et d'augmenter les gains d'information, soit selon le critère habituel (Bays), soit en minimisant des pertes supposées maximales (*minima*). L'équilibre correspondra alors au col de la matrice d'imputation et n'ex-

1. Voir *Logique, langage et théorie de l'information*, Paris, P.U.F., chap. II.

primera nullement ainsi un état de repos mais un jeu de compensations comportant un maximum d'activités de la part du sujet.

Mais ce langage des stratégies comportera naturellement lui-même une traduction probabiliste : chaque stratégie est, en effet, à caractériser par une probabilité, objective, de telle sorte que l'on peut, dans les cas où la construction de la matrice d'imputation est douteuse, s'en tenir à la simple description probabiliste des réactions successives. C'est ce que nous allons faire dans les exemples qui vont suivre.

Il convient à cet égard de fournir un ou deux exemples d'explication de l'équilibre, pour insister d'abord sur le fait qu'un équilibre cognitif est toujours « mobile » (ce qui n'exclut en rien sa stabilité éventuelle), et pour souligner ensuite cet autre fait qu'il consiste toujours en un système de compensations probables des perturbations par les activités du sujet. Notre premier exemple sera d'ordre perceptif, car si les structures perceptives sont fort peu stables comparées aux structures logiques, cette comparaison est intéressante du double point de vue des différences et des ressemblances. Lorsque l'on présente une illusion optico-géométrique en tachistoscope à des temps de présentation variant entre 0,02 et 1 sec., on constate comme nous l'avons fait avec V. Bang et B. Matalon, que l'illusion en général très faible pour les temps très courts, passe ordinairement par un *maximum* vers 0,1 à 0,5 sec., puis décroît lentement jusqu'à un plateau stable. Ce *maximum* dépend du point de fixation (et demeure absent pour certains points), et peut traduire une illusion en positif ou en négatif (par exemple pour l'illusion de Delboeuf, chez les adultes, comme si l'anneau compris entre les deux cercles était surestimé aux petites durées, tandis que le maximum est positif chez les enfants comme si le cercle intérieur lui-même était surestimé, peut-être par in-

différenciation relative avec le cercle extérieur). Or, ce *maximum* temporel, qu'il ne faut pas confondre avec le *maximum* spatial des illusions lié à certaines proportions de la figure (selon la loi des centrations relatives que nous avons formulée ailleurs), est intéressant du point de vue de l'équilibre perceptif : il confirme, en effet, la dualité des facteurs en jeu, l'un de perturbation dû aux caractères de la figure et l'autre de compensations dû aux activités du sujet. Si l'on admet qu'à une centration du regard sur un point de la figure correspond un ensemble de « rencontres » entre les parties de celle-ci et les éléments des organes récepteurs, la longueur apparente de l'un des traits de la figure sera proportionnelle au nombre de ces rencontres (d'où une estimation absolue pouvant varier avec le temps de présentation). Si l'on appelle, d'autre part, « couplage » la correspondance entre les rencontres sur l'un des traits et celles qui se produisent sur un autre, le couplage sera complet si les rencontres sont homogènes sur les deux traits (il n'y aura pas alors de surestimation relative quelle que soit l'estimation absolue) et incomplet si les rencontres sont hétérogènes (il y aura alors surestimation relative du trait favorisé). En règle générale la probabilité est faible pour que le couplage soit complet, c'est-à-dire pour que les rencontres soient homogènes : d'où la grande probabilité des déformations ou « illusions ». Mais deux situations augmentent au contraire la probabilité de couplages plus complets, donc de rencontres homogènes et de diminution de l'illusion : celle où les rencontres sont très peu nombreuses, comme aux temps très courts de présentation, et celle où les rencontres sont très nombreuses et tendent à saturation, comme lors de l'exploration détaillée en vision libre, ou aux temps longs de présentation tachistoscopique. Si l'on représente l'accroissement des rencontres avec la durée par une courbe logarithmique (et non pas par une droite, car un point déjà rencontré

n'ajoute rien lors d'une seconde rencontre), les estimations des deux traits à comparer sur une figure s'exprimeront par deux courbes logarithmiques à origine commune, voisines au départ, s'écartant de plus en plus, puis tendant à se rejoindre à nouveau aux longues durées de présentation : le *maximum* temporel correspond alors à l'écart *maximum* entre les deux courbes (par exemple en conférant une probabilité de 0,5 et de 0,6 à l'accroissement des rencontres sur les deux traits, le calcul donne un *maximum* temporel pour 0,2 à 0,3 sec., ce qui correspond bien à l'ordre de grandeur observé).

En un tel cas, l'équilibre (qui ne correspond naturellement pas au *maximum*, demeurant instable, mais au plateau final où les deux courbes logarithmiques présentent un faible écart relativement constant répondant à l'illusion moyenne en vision libre) est bien dû à un système de compensations entre les perturbations dues à la figure (s'opposant à l'homogénéité des rencontres et se traduisant par les déformations dues à la centration) et une activité du sujet tendant au couplage complet (décentration) par homogénéisation des rencontres. On pourra parler à cet égard de stratégies perceptives consistant à choisir les meilleurs points de centration pour minimiser les déformations dues aux couplages incomplets (= rencontres hétérogènes) : preuve en soit qu'après n répétitions l'adulte peut parvenir à des illusions nulles. L'équilibre perceptif, quoique instable, est donc déjà dû aux activités du sujet tendant à compenser les perturbations aux facteurs de déformation.

Un autre exemple d'équilibre cognitif s'expliquant de façon analogue sera celui des processus aboutissant aux notions de conservation (telle que la conservation de la matière lors de la transformation d'une boulette d'argile en boudin). La stratégie la plus probable au départ est la centration (représentative et non plus perceptive) sur l'un

seulement des caractères transformés ¹ : par exemple, la quantité augmente parce que l'objet s'allonge. Ce résultat atteint, la stratégie devenant alors la plus probable consiste à remarquer le second caractère transformé, et à supposer que la quantité diminue parce que le boudin s'amincit. Cet état atteint une nouvelle stratégie devenant la plus probable en fonction des deux précédentes (la seconde pouvant être très rapidement dépassée) consiste à osciller entre elles et à remarquer la solidarité (sans proportions exactes) de l'allongement du boudin et de son amincissement. Cette troisième réaction conduit alors à mettre l'accent sur les transformations, par opposition aux configurations statiques seules considérées au début : il s'ensuit en ce cas une quatrième stratégie, par découverte des compensations entre les transformations et par acceptation de la conservation.

Cet exemple est très représentatif de l'équilibration progressive conduisant à une structure logique ou « nécessaire » : à part la première stratégie qui est la plus probable au départ, chacune des suivantes *devient* la plus probable en fonction des résultats de la précédente par une suite de contrôles séquentiels. L'équilibre final est bien alors le produit d'une compensation des perturbations par des activités du sujet, elles-mêmes caractérisées par leurs probabilités successives.

Il serait facile de donner une explication analogue de la découverte des méthodes opératoires de sériation, les stratégies successives étant fondées sur les méthodes ascendantes et descendantes, fusionnées finalement en un seul tout dans le système opératoire. La même explication vaut également pour la construction des inclusions,

1. Pour cette raison que si la considération de l'un des caractères est de probabilité $1/n$ et celle de l'autre de probabilité $1/m$, celle des deux à la fois pour un sujet qui les suppose indépendantes sera de $1/nm < 1/n$ et $< 1/m$.

propres aux classifications hiérarchiques qui comportent de même une synthèse progressive des méthodes ascendantes ($A < B < C < \dots$) et descendantes ($\dots C > B > A$). Mais tout ceci a déjà été exposé dans notre étude sur *Logique et équilibre* ¹.

Conclusion

De façon générale, l'équilibre des structures cognitives est donc à concevoir comme une compensation des perturbations extérieures au moyen des activités du sujet constituant les réponses à ces perturbations. Mais ces dernières peuvent se présenter de deux manières différentes.

Dans le cas des formes inférieures d'équilibre, sans stabilité (formes sensori-motrices et perceptives), les perturbations consistent en modifications réelles et actuelles du milieu, auxquelles les activités compensatrices du sujet répondent alors comme elles le peuvent, sans système permanent (telles sont les formes d'équilibre décrites plus haut à propos de la loi du *maximum* temporel des illusions).

Dans le cas des structures supérieures ou opératoires, par contre, les perturbations auxquelles répond le sujet peuvent consister en modifications virtuelles, c'est-à-dire que, dans les cas *optimum* elles peuvent être imaginées et anticipées par le sujet sous la forme des opérations directes, d'un système (opérations exprimant des transformations en un sens initial quelconque). En ce cas, les activités compensatrices consisteront également à imaginer et à anticiper des transformations, mais dans le sens inverse (opérations réciproques ou inverses d'un système d'opérations réversibles).

En un mot, les compensations commencent par s'effec-

1. Apostel, Mandelbrot et Piaget, *Logique et équilibre*, Etudes d'Epistémologie génétique, Paris, P.U.F., chap. II.

tuer de proche en proche, mais finissent par pouvoir consister en pures représentations des transformations, les perturbations comme les compensations se réduisant alors à certaines opérations du système. Entre les deux cas extrêmes, on trouve naturellement tous les intermédiaires (organisations sensori-motrices telles que le schème de l'objet permanent, constances perceptives, induction des probabilités représentatives, etc.).

A considérer les structures opératoires (logico-mathématiques), donc les structures les plus équilibrées, on constate d'abord qu'elles constituent chacune le système de toutes les transformations possibles pour une certaine classe de transformations (par exemple les groupements de classification ou la combinatoire de la logique des propositions, etc.). On constate ensuite que, parmi les transformations, certaines peuvent être envisagées comme des modifications du système (cf. les perturbations) : de ce seul fait, les transformations inverses consisteront alors en compensations virtuelles des premières. Le système opératoire est ainsi comparable à ce qu'est en physique un système de travaux virtuels dont la somme algébrique est nulle. Mais, dans le cas du système physique, les travaux virtuels, n'étant pas « réels » par définition, n'existent que dans l'esprit du physicien. Dans le cas du système opératoire, au contraire, les transformations virtuelles existant dans l'esprit du sujet et celui-ci constituant l'objet d'études propre du psychologue, les transformations virtuelles correspondent à des opérations réelles du sujet : c'est pourquoi la notion d'équilibre est explicative en psychologie.

En bref, l'équilibre psychologique stable et final des structures cognitives se confond identiquement avec la réversibilité des opérations, puisque les opérations inverses compensent exactement les transformations directes. Mais alors se pose un dernier problème : est-ce la

réversibilité constitutive de la nature des opérations, qui engendre alors leur équilibre, ou est-ce l'équilibration progressive des actions (passant par les stades de simples régulations, avec leurs rétroactions et anticipations) qui finit par engendrer leur réversibilité terminale? C'est ici précisément que les résultats de l'analyse génétique nous paraissent décisifs : les « compensations » répondant aux perturbations ne s'ajustant que de manière très progressive (incomplète d'abord, etc.), la réversibilité opératoire qui exprime les compensations complètes constitue donc le résultat et non pas la cause de cette équilibration graduelle. Mais cela n'empêche pas les structures opératoires, une fois constituées, d'accéder au rang d'instruments ou d'organes des équilibrations ultérieures.