

Études d'épistémologie génétique
publiées sous la direction de Jean Piaget

XXXIII

L'ÉQUILIBRATION
DES STRUCTURES
COGNITIVES

PROBLÈME CENTRAL
DU DÉVELOPPEMENT

PAR

JEAN PIAGET

Fondation Jean Piaget

(Version originale : Presses Universitaires de France 1975)

Version électronique réalisée sous l'égide de la
Fondation Jean Piaget
pour recherches psychologiques et épistémologiques.
La pagination correspond à l'édition originale.

Avant-propos

Cet ouvrage constitue une refonte complète du volume II des « Etudes d'Epistémologie génétique » qui s'intitulait Logique et équilibre. En effet, les modèles utilisés alors se sont montrés nettement insuffisants et il importait donc de reprendre le problème en son ensemble, d'autant plus qu'il domine toutes les questions du développement des connaissances. L'idée centrale en est que celles-ci ne procèdent ni de la seule expérience des objets, ni d'une programmation innée préformée dans le sujet, mais de constructions successives avec élaborations constantes de structures nouvelles. En ce cas, les mécanismes à invoquer ne peuvent être que ceux des régulations aboutissant alors, non pas à des formes statiques d'équilibre, mais à des rééquilibrations améliorant les structures antérieures. C'est pourquoi nous parlerons d'équilibration en tant que processus et non pas seulement d'équilibres, et surtout d'équilibrations « majorantes » en tant que corrigeant et complétant les formes précédentes d'équilibres.

Ce nouveau volume des « Etudes » résulte comme les précédents des activités du « Centre international d'Epistémologie génétique » rendues possibles grâce à l'appui continu du Fonds national suisse de la Recherche scientifique et de la Fondation Ford que nous tenons à remercier vivement.

PREMIERE PARTIE

*LES PROCESSUS
DE L'ÉQUILIBRATION*

CHAPITRE PREMIER

Position des problèmes
et hypothèses explicatives

Chapitre extrait de
L'équilibration des structures cognitives
Problème central du développement.
Etudes d'épistémologie génétique
Volume XXXIII

(Version originale : Presses Universitaires de France 1975)

Version électronique réalisée sous l'égide de la
Fondation Jean Piaget
pour recherches psychologiques et épistémologiques.
La pagination correspond à l'édition originale.

Le but de cet ouvrage est de chercher à expliquer le développement et même la formation des connaissances en recourant à un processus central d'équilibration. Nous entendons par là, non pas l'application à toutes les situations et à tous les niveaux d'une même structure générale d'équilibre, donnée une fois pour toutes, comme l'est celle de *Gestalt* (inspirée par les lois de « champ ») pour la psychologie de la forme, mais bien un processus (d'où le terme « d'équilibration ») conduisant de certains états d'équilibre approché à d'autres, qualitativement différents, en passant par de multiples déséquilibres et rééquilibrations. Les problèmes à résoudre sont donc ceux des diverses formes d'équilibre, de la raison des déséquilibres et surtout du mécanisme causal des équilibrations et rééquilibrations. Il convient en particulier d'insister dès le départ sur le fait que les rééquilibrations ne constituent qu'en certains cas des retours à l'équilibre antérieur : celles qui sont les plus fondamentales pour le développement consistent au contraire en formations non seulement d'un nouvel équilibre, mais encore en général d'un meilleur équilibre, ce qui nous fera parler d'« équilibrations majorantes » et ce qui soulèvera la question de l'auto-organisation. C'est à préciser nos hypothèses sur ces divers sujets que sera consacré ce premier chapitre.

§ 1 | L'ÉQUILIBRE DES SYSTÈMES COGNITIFS. – Sauf en ce qui concerne l'existence de travaux virtuels, les équilibres

cognitifs sont bien différents d'un équilibre mécanique, lequel se conserve sans modifications, ou, en cas de « déplacement », ne donne lieu qu'à une « modération » de la perturbation et non pas à une compensation entière. Ils diffèrent plus encore d'un équilibre thermodynamique (exception faite de la réversibilité), qui est un état de repos après destruction des structures. Ils sont, par contre, plus voisins de ces états stationnaires, mais dynamiques, dont parle Prigogine ⁽¹⁾, avec échanges capables de « construire et maintenir un ordre fonctionnel et structural dans un système ouvert », et surtout plus proches parents des équilibres biologiques, statiques (homéostasies) ou dynamiques (homéorhésies).

Comme les organismes, les systèmes cognitifs sont, en effet, à la fois ouverts en un sens (celui des échanges avec le milieu) et fermés en un autre, en tant que « cycles ». Appelons A, B, C , etc., les parties constituantes d'un tel cycle et A', B', C' , etc., les éléments du milieu nécessaires à son alimentation ; on est alors en présence d'une structure, dont la forme schématisée est :

$$(A \times A') \rightarrow B; (B \times B') \rightarrow C; \dots; (Z \times Z') \rightarrow A, \text{ etc. } (2).$$

Il convient, en outre, d'y adjoindre une différenciation du système total en sous-systèmes hiérarchisés, dont les structures sont analogues et qui sont reliés les uns aux autres par des connexions également cycliques ⁽³⁾. On voit alors l'originalité de telles formes d'équilibre, puisque celui-ci tient aux actions conservatrices que les éléments ou les sous-systèmes exercent les uns sur les autres, par opposition aux forces de sens contraires qui sont en balance en un équilibre mécanique (notons qu'en un système logique même les affirmations et les négations s'impliquent ou se conservent mutuellement). En particulier une telle action conservatrice est appliquée au système total par les sous-systèmes ou leurs éléments, et réciproquement, ce qui revient à dire que l'équilibre tient entre autres à une solidarité de la différenciation et de l'intégration. Il en résulte qu'en

⁽¹⁾ GLANSDORF et PRIGOGINE, *Structure, stabilité et fluctuations*, Paris, Masson, 1971, p. 271.

⁽²⁾ Avec naturellement la possibilité de courts circuits variés, ou d'intersections, etc.

⁽³⁾ On aurait par exemple deux sous-systèmes AM et NZ ou KZ formant chacun un cycle, mais coordonnés l'un à l'autre avec ou sans interaction, et subordonnés au cycle total.

cas de perturbation extérieure, revenant par exemple à une substitution de B'' à B' , ou bien cette conservation du tout devient impossible et il y a mort de l'organisme (ou, s'il s'agit d'un système cognitif, il doit être rejeté), ou bien il y a modification compensatrice (B se modifiant en $B2$, qui reste inséré dans le cycle) et il y a adaptation avec survie dans le cas d'un organisme ou nouvel équilibre du système cognitif (avec possibilité que le système antérieur reste valable à titre de sous-structure pour la classe d'objets B' et engendre une nouvelle sous-structure pour les objets B'').

Mais la différence entre les systèmes biologiques et cognitifs est que les premiers ne parviennent pas à l'élaboration de formes sans contenus exogènes : autrement dit la conservation mutuelle des éléments du cycle A, B, C , etc., n'est pas possible sans leur alimentation continue au moyen des éléments extérieurs A', B', C' , etc. Or, si la plupart des systèmes cognitifs s'appliquent à la réalité, leur forme A, B, C, \dots , s'assimilant alors aussi un contenu extérieur A', B', C', \dots , il existe en revanche des systèmes formels tels que le sujet ne considère, comme objets thématiques de pensée, que les premiers de ces éléments avec leur structure, mais sans leur fournir de contenus extérieurs. Par exemple, un enfant utilisera spontanément dès 7-8 ans une table à double entrée pour classer en ses casiers des carrés et des ronds, rouges ou blancs, les quatre classes ainsi construites et leurs contenus formant donc un cycle d'éléments formels interdépendants A, B, C, D , mais appliqués aux objets A', B', C', D' , tandis qu'un logicien ou un mathématicien faisant la théorie du produit cartésien s'en tiendra aux formes seules pour en dégager les propriétés algébriques. Il va de soi, de même, qu'au niveau des schèmes sensori-moteurs, les divers mouvements et indices perceptifs constitutifs d'un schème se relieront en un cycle d'éléments en interaction ABC , etc., indissociable du contenu matériel des actions et de leurs objectifs, donc des $A'B'C'$, etc., tandis qu'un même schème (par exemple un groupe de déplacements), lorsqu'il se traduit, mais beaucoup plus tard, en opérations, peut donner lieu à des considérations purement formelles.

Rappelons encore (car ce qui précède a déjà été dit ailleurs), que de tels cycles épistémiques et leur fonctionnement tiennent à deux processus fondamentaux qui constitueront les composantes

de tout équilibre cognitif. Le premier est l'assimilation, ou incorporation d'un élément extérieur (objet, événement, etc.) en un schème sensori-moteur ou conceptuel du sujet. Il s'agit donc, d'une part, de la relation entre les $A' B' C'$... et les ABC ..., mais on peut parler en outre d'assimilation réciproque lorsque deux schèmes ou deux sous-systèmes s'appliqueront aux mêmes objets (par exemple regarder et saisir) ou se coordonnent sans plus avoir besoin de contenu actuel. On peut même considérer comme une assimilation réciproque les relations entre un système total, caractérisé par ses lois propres de composition, et les sous-systèmes qu'il englobe en leur différenciation, car leur intégration en un tout est une assimilation à une structure commune et les différenciations comportent des assimilations selon des conditions particulières mais déductibles à partir des variations possibles du tout.

Le second processus central à invoquer est l'accommodation, c'est-à-dire la nécessité où se trouve l'assimilation de tenir compte des particularités propres aux éléments à assimiler. Dans le cas des relations entre les ABC ... et les $A'B'C'$... les différenciations dues à l'accommodation vont de soi : le schème de saisir, par exemple, ne s'applique pas de la même manière à de très petits et à de grands objets. Mais, ici encore, il convient de généraliser ce processus aux relations entre les sous-systèmes et à celles qui unissent leur différenciation et l'intégration en une même totalité : si les assimilations réciproques ne s'accompagnaient pas d'accommodations également réciproques, il y aurait fusion déformante et non plus coordination entre les systèmes à relier. Par exemple, la synthèse des structures numériques et spatiales, à laquelle aboutit toute métrique, suppose la partition du continu en unités, mais qui n'abolissent pas pour autant la continuité, etc. Mais il est clair que si l'accommodation est sans cesse subordonnée à l'assimilation (car elle est toujours l'accommodation d'un schème d'assimilation), cette subordination est plus étroite et surtout plus prévisible dans le cas de ces accommodations réciproques que dans celui des adaptations aux objets extérieurs $A' B' C'$, etc., lorsque de nouveaux observables surgissent de façon inattendue sous la pression de l'expérience.

Cela dit il est donc nécessaire, pour élaborer une théorie de l'équilibration, de recourir au départ à deux postulats déjà

énoncés à propos de nos recherches sur l'abstraction réflé-chissante ⁽¹⁾.

Premier postulat : Tout schème d'assimilation tend à s'alimenter, c'est-à-dire à s'incorporer les éléments extérieurs à lui et compatibles avec sa nature. Ce postulat se borne à assigner un moteur à la recherche, donc à considérer comme nécessaire une activité du sujet, mais il n'implique pas par lui-même la construction de nouveautés, car un schème assez large (comme celui d' « êtres ») pourrait s'assimiler tout l'univers sans modifier celui-ci ni s'enrichir lui-même en compréhension.

Deuxième postulat : Tout schème d'assimilation est obligé de s'accommoder aux éléments qu'il assimile, c'est-à-dire de se modifier en fonction de leurs particularités, mais sans perdre pour autant sa continuité (donc sa fermeture en tant que cycle de processus interdépendants), ni ses pouvoirs antérieurs d'assimilation. Ce second postulat (déjà valable au plan biologique avec la formation des « accommodats » phénotypiques) affirme la nécessité d'un équilibre entre l'assimilation et l'accommodation pour autant que l'accommodation réussit et reste compatible avec le cycle, modifié ou non. Mais si l'on exprime ainsi la possibilité de modifications des cycles on n'en prévoit pas la nature, car, selon qu'il y a accommodation à des objets extérieurs ou à d'autres schèmes (lors des assimilations réciproques), ces changements peuvent être exogènes ou endogènes et comporter des parts très variables de transformations.

Notons surtout que, si le second postulat conduit à exiger la formation d'un équilibre entre l'assimilation et l'accommodation, cela n'implique rien de plus que d'affirmer 1) la présence nécessaire d'accommodations dans les structures de cycles, et 2) la conservation de telles structures en cas d'accommodations réussies. Nous en restons ainsi au palier de la description et ne préjugeons pas de l'explication de ces équilibres ni des régulations ou compensations éventuelles qui pourront être invoquées à cet effet. L'équilibre cognitif n'est caractérisé jusqu'ici que par ses conservations mutuelles, ce

⁽¹⁾ Nous parlons de postulats dans le sens d'hypothèses générales tirées de l'examen des faits.

qui est une simple donnée d'observation : d'attribuer ces conservations à l'assimilation (postulat 1) et d'y englober les processus complémentaires d'accommodation (postulat 2) ne préjugent donc pas des mécanismes structuraux en jeu, car ces deux notions ne relèvent que de la description fonctionnelle.

§ 2 | LES TROIS FORMES D'ÉQUILIBRATION ET LA CORRESPONDANCE DES NÉGATIONS ET DES AFFIRMATIONS. – La considération des cycles décrits au § 1 montre d'emblée la nécessité de trois sortes d'équilibrations et cela en continuant de nous en tenir à la première approximation d'une définition par les conservations mutuelles :

1° En fonction de l'interaction fondamentale de départ entre le sujet et les objets, il y a d'abord l'équilibration entre l'assimilation de ceux-ci à des schèmes d'actions et l'accommodation de ces derniers aux objets. Notons qu'il y a déjà là un début de conservation mutuelle, car l'objet est nécessaire au déroulement de l'action et, réciproquement, c'est le schème d'assimilation qui confère sa signification à l'objet en le transformant (déplacement, utilisation, etc.) grâce à cette action ; assimilation et accommodation (lorsqu'elle est réussie) forment alors un tout dont les deux aspects A et A' , B et B' , etc., s'impliquent l'un l'autre, tandis qu'elles ne correspondent à deux facteurs de sens contraire qu'en cas d'échecs conduisant à l'abandon de l'action.

2° Il y a en second lieu une équilibration à assurer aux interactions entre les sous-systèmes. Or, elle est loin d'être automatique ni donnée dès le départ, car les sous-systèmes peuvent relever de schèmes d'abord indépendants. En effet, l'incorporation à un schème de tous les éléments qui s'y prêtent telle que la décrit le postulat 1 du § 1 ne fonctionne que progressivement, surtout dans le cas des assimilations réciproques, et, d'autre part, les sous-systèmes se construisent ordinairement à des vitesses différentes, avec des décalages temporels plus ou moins importants : il y a donc là des raisons de déséquilibres possibles et la nécessité d'une équilibration. Mais celle-ci est d'un autre type que la première, car si l'accommodation des schèmes à la réalité extérieure est exposée à l'intervention de multiples obstacles inattendus, dus à la résistance des objets, l'assimi-

lation réciproque de deux sous-systèmes valables et leur accommodation réciproque réussissent tôt ou tard et conduisent alors à une conservation mutuelle.

3° Il faut en outre considérer à part l'équilibre progressif de la différenciation et de l'intégration, donc des relations unissant des sous-systèmes à une totalité qui les englobe. Cette troisième forme d'équilibration ne se confond pas avec la seconde, puisqu'elle ajoute une hiérarchie aux simples rapports entre collatéraux. En effet, une totalité est caractérisée par ses lois propres de composition, constituant un cycle d'opérations interdépendantes et de rang supérieur aux caractères particuliers des sous-systèmes. Par exemple, la synthèse en une totalité de deux systèmes de coordonnées (le référentiel extérieur à un mobile tel qu'un train et le référentiel interne au cas où un voyageur circule dans le train en marche) comporte des lois de composition (groupe de quaternarité) autres que celles des sous-systèmes (groupes de déplacement avec les deux seuls aller et retour). En ce cas l'intégration en un tout est affaire d'assimilation et la différenciation exige des accommodations ; il y a néanmoins conservation mutuelle du tout et des parties et en ce sens assimilations et accommodations réciproques, mais selon une dimension de hiérarchie et non plus seulement collatérale.

Les trois sortes d'équilibrations que nous venons de distinguer présentent en commun ce double aspect d'être toutes relatives à l'équilibre entre l'assimilation et l'accommodation et de porter sans plus sur les caractères positifs appartenant aux schèmes, sous-systèmes ou totalités en jeu : même en cas de structure comportant des opérations inverses, celles-ci constituent des propriétés comme les autres (et en ce sens positives) du système considéré. Mais il faut ajouter, car cette remarque sera essentielle dans la suite, que l'équilibration de chacune des structures considérées comporte en outre une certaine correspondance, dont il s'agira de déterminer la nature, entre les affirmations et les négations, ou les caractères positifs et négatifs, ceux-ci étant nécessaires à la délimitation des caractères positifs :

1° Dans le cas de l'équilibration entre les schèmes du sujet A , B ou C et les objets extérieurs A' , B' , etc., sur lesquels portent

les actions, prévisions, jugements, etc., il faut non seulement qu'ils possèdent certains caractères a' , mais encore que le sujet les distingue de caractères différents x, y , considérés comme $non-a'$. De même, en présence d'objets A' de caractères a' , il faut pour les utiliser ou les juger (classer, situer dans une série, etc.) recourir au schème A et non pas à d'autres, considérés alors comme $non-A$. Il est donc évident que n'importe quel terme s'oppose, en extension comme en compréhension, à ceux qui s'en distinguent, ce qui comporte autant de négations que d'affirmations, cette correspondance pouvant rester implicite mais exigeant souvent une explicitation plus ou moins systématique.

1° *bis* Mais il y a plus. Il arrive constamment qu'un schème A ne trouve pas ses aliments ordinaires A' , mais puisse s'accommoder à des termes A'' de caractères voisins a'' . Si cette accommodation réussit, le schème A est alors modifié en $A2$, mais cette nouveauté n'abolit pas l'existence de A sous son ancienne forme $A1$, le schème initial A comportant alors simplement la présence de deux sous-schémes $A1$ et $A2$, d'où $A = A1 + A2$. Seulement pour que cette subdivision se stabilise sous une forme équilibrée ($A2$ n'utilisant que les A'' et $A1$ les A'), les négations partielles $A2 = A.non-A1$ et $A1 = A.non-A2$ sont indispensables (et sont constitutives des classes secondaires des groupements, donc des complémentaires sous la classe emboîtant la plus proche). On voit ainsi la nécessité fonctionnelle des négations.

2° En ce qui concerne l'équilibration par assimilation et accommodation réciproques de deux sous-systèmes $S1$ et $S2$, on retrouve naturellement les mêmes mécanismes. Mais il s'y ajoute une structure d'intersection qui exige pour elle-même de nouvelles négations. En effet, coordonner les deux sous-systèmes $S1$ et $S2$ c'est leur découvrir une partie opérative commune, $S1.S2$, qui s'oppose à $S1.non-S2$ et à $S2.non-S1$, et cela implique à nouveau des négations partielles, mais indispensables à la stabilité cohérente de cette coordination.

3° Quant à l'équilibration de l'intégration et de la différenciation, le rôle nécessaire des négations est tout aussi clair. D'une part, différencier une totalité T en sous-systèmes S , c'est non seulement affirmer ce que chacun de ceux-ci possède

en propre, mais encore et tout autant exclure donc nier les propriétés qu'il ne comporte pas et qui appartiennent à d'autres. En second lieu, constituer un système total T , c'est dégager positivement les propriétés communes à tous les S , mais c'est aussi distinguer, et cette fois négativement, les propriétés communes des caractères particuliers n'appartenant pas à T . En un mot la différenciation repose sur des négations et l'intégration les implique à son tour, en attendant que la totalité T soit elle-même dépassée et devienne un sous-système $T1$ de rang supérieur aux S , à côté d'une seconde structure $T2$ et au sein d'une nouvelle totalité élargie.

Au total, les trois sortes d'équilibrations 1 à 3, que nous avons d'abord décrites en leurs caractères positifs résultant de l'ajustement progressif de l'assimilation et de l'accommodation (postulats 1 et 2), peuvent s'effectuer de manière spontanée et intuitive, par tâtonnements successifs, éliminant les échecs et retenant les réussites ; mais, dans la mesure où le sujet en recherche un réglage, c'est-à-dire tend à obtenir une stabilité cohérente, il devient alors nécessaire d'utiliser les exclusions de façon systématique, seule assurant l'équilibre une correspondance exacte des affirmations et des négations.

§ 3 | LA RAISON DES DÉSÉQUILIBRES ET DE LEUR FRÉQUENCE INITIALE. — Ces remarques purement descriptives conduisent à soulever le problème initial de toute théorie de l'équilibration : si la prégnance des « bonnes formes » cognitives et le caractère obligé de l'équilibre ne sont pas donnés dès le départ, ni avec une même force à tous les niveaux, pourquoi se produit-il des déséquilibres ? Et ceux-ci jouent-ils un rôle préalable inévitable ? Il est en effet clair qu'en une perspective d'équilibration l'une des sources de progrès dans le développement des connaissances est à chercher dans les déséquilibres comme tels, qui seuls obligent un sujet à dépasser son état actuel et à chercher quoi que ce soit en des directions nouvelles. Seulement il n'en est pas moins évident que, si les déséquilibres constituent un facteur essentiel, mais en premier lieu motivationnel, ils ne sauraient jouer tous le même rôle formateur et ils n'y parviennent qu'à la condition de donner lieu à des dépassements, donc d'être surmontés et d'aboutir ainsi à des rééquilibrations spécifiques. Mais alors le déséquilibre est-il inhérent

aux actions mêmes du sujet ou ne tient-il qu'à des situations historiques contingentes et, si oui, quelles sont les diverses formes possibles de celles-ci ? Il s'agit donc d'établir si les déséquilibres, autrement dit les contradictions, sont inhérents, par une sorte de nécessité intrinsèque, à la constitution des objets, d'une part, ou des actions du sujet, d'autre part, ou s'ils ne résultent que de conflits momentanés, tels qu'en suppose tout déroulement historique en ce cas ils seraient simplement dus à la diversité des systèmes et sous-systèmes d'observables et de coordinations, au fait qu'aucun d'entre eux n'est d'emblée achevé (et les systèmes causaux ne le sont même jamais) et qu'ils se développent à des vitesses différentes ; en un mot au fait qu'aucune forme de pensée, à quelque niveau qu'on la considère, n'est capable d'embrasser simultanément en un tout cohérent la totalité du réel ni de l'univers du discours.

Il convient d'ailleurs d'insister sur le fait que dans les deux interprétations le rôle des déséquilibres et des conflits demeure le même quant au mécanisme du développement. Dans les deux cas, en effet, ce sont ces déséquilibres qui constituent le moteur de la recherche, car sans eux la connaissance demeurerait statique. Mais dans les deux cas également les déséquilibres ne jouent qu'un rôle de déclenchement, puisque leur fécondité se mesure à la possibilité de les surmonter, autrement dit d'en sortir. Il est donc évident que la source réelle du progrès est à chercher dans la rééquilibration, au sens, non pas naturellement d'un retour à la forme antérieure d'équilibre, dont l'insuffisance est responsable du conflit auquel cette équilibration provisoire a abouti, mais d'une amélioration de cette forme précédente. Néanmoins, sans le déséquilibre, il n'y aurait pas eu de « rééquilibration majorante » (en désignant ainsi la rééquilibration avec l'amélioration obtenue).

Mais, si le rôle du déséquilibre est le même dans les deux solutions, il est néanmoins intéressant de se demander si cet état conflictuel résulte nécessairement des lois du réel et des actions du sujet ou s'il ne constitue qu'un résultat inévitable en fait, mais non pas en droit, des insuffisances initiales ou durables de ces actions en leurs coordinations internes et en leurs rapports avec les objets. Selon que l'on résout ce problème en un sens ou en un autre, c'est en effet la notion même d'équilibration progressive qui est sous-estimée en faveur de celle du

déséquilibre, ou au contraire sa pleine signification qui se trouve restituée en tant que formatrice du développement.

Or, la « dialectique de la nature » a voulu avec quelque exagération trouver des « contradictions » jusqu'au sein des opérations de sens contraire en jeu dans le monde physique, ou dans les situations d'actions et de réactions, etc., mais dont les modèles causaux sont en fait exempts de toute contradiction logique ou normative ⁽¹⁾. Sur le terrain biologique, par contre, il semblerait que les perturbations possibles dont l'action relève des catégories du « normal » et de l'« anormal » (ébauches éventuelles du « normatif » au sens cognitif) parlent en faveur de déséquilibres inhérents aux lois mêmes de la vie (car en un tel domaine la mort n'est pas l'opération inverse de la survie, comme peut être considérée la dissociation d'une molécule par rapport à la combinaison chimique correspondante). Sur le terrain sociologique la dialectique marxiste insiste également sur le rôle fondamental des conflits et des déséquilibres, mais nous n'avons pas de compétence pour en juger. Au plan du développement cognitif, en revanche, la thèse des déséquilibres ou contradictions inhérents aux caractères mêmes de la pensée semble difficile à soutenir, du moins en l'état actuel du savoir, puisque l'on n'est jamais parvenu jusqu'ici à fournir une élaboration formelle de la « logique » dialectique : la « contradiction » dialectique apparaît par conséquent comme une notion dont la signification demeure psychogénétique, sociogénétique ou historique, et non pas inhérente aux structures opératoires qui tendent à un état de fermeture ⁽²⁾.

Mais si les déséquilibres et contradictions ne sont pas inhérents aux structures formelles de la logique du sujet, il reste que nous avons toujours parlé d'une prélogique ou de niveaux préopératoires. Or, si les défauts d'équilibre qu'ils présentent

⁽¹⁾ Il est vrai qu'il subsiste un problème à propos duquel on pourrait parler de contradiction ou de perturbations de nature physique c'est celui des raisons de l'irréversibilité de certains phénomènes. Mais, même à invoquer la probabilité croissante des mélanges ou l'interférence entre séries causales indépendantes (au sens de Cournot), il reste qu'ainsi le désordre comme tel serait interprété par des opérations nullement contradictoires qui sont celles des théories de la probabilité : la causalité statistique est donc elle aussi le résultat d'opérations logico-mathématiques attribuées au réel de façon exempte de toute contradiction.

⁽²⁾ Cela n'empêche en rien que le développement même des théories logiques a pu se présenter sous une forme dialectique, comme Greniewski l'a montré à un de nos symposiums, mais il s'agit là d'un développement historique de la logique, et non pas de la logique elle-même.

tiennent bien, comme suggéré tout à l'heure, aux difficultés d'ajustement entre le sujet et les objets ou de coordination entre les sous-systèmes et entre la différenciation et l'intégration, il doit y avoir à cela une raison tenant peut-être davantage à la psychologie de la pensée en ses stades initiaux qu'à sa structure logique générale, mais expliquent la lenteur de la structuration logique et les obstacles qu'elle rencontre. En effet, à se limiter à ce que nous appelions plus haut contingences historiques, on comprend l'existence de déséquilibres momentanés, mais on ne saisit nullement pourquoi ils seraient plus nombreux aux stades élémentaires que dans la suite, car, à tous les niveaux (y compris ceux de la pensée scientifique), il se produit de nouveaux conflits entre le sujet et les objets, entre les sous-systèmes (cf. ceux de la micro- et de la macrophysique) et souvent même il se pose des problèmes plus graves d'intégration (cf. l'histoire des théories « unitaires »).

Or, les occasions historiques ou psychogénétiques de conflits sont beaucoup plus fréquentes aux stades initiaux et surtout ces déséquilibres sont beaucoup plus difficilement surmontés. Il y a donc à cela une raison et celle-ci ne saurait tenir à la nature des problèmes rencontrés, puisqu'ils sont élémentaires et qu'à des questions simples devraient ne correspondre que des conflits également simplifiés. La raison à trouver doit alors être d'ordre très général et relever des méthodes courantes de raisonnement du sujet (ou de ses « stratégies » selon le terme à la mode) plus que du contenu des solutions à trouver.

La réponse nous est fournie par les remarques précédentes sur la négation et surtout par nos recherches antérieures sur la contradiction : c'est que la démarche spontanée de l'esprit consistant à se centrer sur les affirmations et les caractères positifs des objets, des actions ou même des opérations, les négations sont alors négligées ou ne sont construites que secondairement et laborieusement ; comme elles sont nécessaires à toutes les formes d'équilibration (§ 2), celles-ci ne se réalisent qu'au travers de multiples difficultés, et leur élaboration occupe de longues périodes. Nous n'avons donc pas à postuler l'existence de profonds déséquilibres initiaux comme nous postulons, pour que la raison fonctionne, la nécessité d'un équilibre par conservations mutuelles entre éléments différenciés : les déséquilibres de départ sont un fait, et, comme la recherche de la cohérence

en est un autre (que la logique exprime normativement), il reste à expliquer le passage des premiers à la seconde, ce qui est la tâche propre d'une théorie de l'équilibration. Mais, pour y introduire, il convient encore de préciser pourquoi la construction des négations soulève des problèmes pour le sujet.

Rappelons d'abord qu'en logique mathématique la question de la négation est loin d'être résolue ⁽¹⁾. Si on définit celle-ci par la table de vérité classique on néglige la différence linguistique entre le rejet d'une proposition et l'acceptation de sa négative. Si, comme dans les systèmes de logique dite naturelle on définit *non-p* par « *p* implique *f* », où *f* est un énoncé faux ou bien il y a autant de négations que d'énoncés faux, ou bien on considère tous ceux-ci comme équivalents, ce qui n'est plus naturel. Quant aux systèmes de Griss ou de Nelson, ils définissent la négation comme une simple différence, mais il y a là une très notable distinction au point de vue psychologique, tandis qu'au point de vue logique la différence présuppose la négation. En outre, nous aurions besoin d'un quantificateur dont le domaine de variation soit l'ensemble des propositions.

On nous permettra donc du point de vue opératoire de nous borner à lier la négation à la réversibilité et aux quantificateurs courants « tous », « quelques », « un » et « aucun ». D'où $non-p = (0 \cdot p)^{[3]}$, par identité de la négation et du rejet, mais avec inversion, car $p \cdot (non-p) = 0$ et $non(non-p) = p$. Ou encore si *P* est la classe des valeurs vraies de *p*, son annulation (classe vide) donne $P - P = 0$. Ces formulations rejoignent la thèse principale de notre ouvrage sur la contradiction, selon laquelle celle-ci serait à concevoir comme une compensation incomplète $p \cdot (non-p) > 0$.

Du point de vue psychologique rappelons (voir les *Recherches sur la contradiction*) que les seuls cas où la négation est précocée sont ceux où le sujet n'a pas à la construire, parce qu'elle est imposée du dehors : par exemple un démenti des faits en réponse à une prévision fautive (ou effectivement un refus, lors d'un conflit avec une volonté contraire). Mais, même lorsqu'un événement infirme une prévision, ou d'une façon générale lorsqu'il y a échec dans les essais d'accommodation à un objet, il reste que pour comprendre les raisons de l'insuccès et surtout pour le changer en réussite, il faut distinguer les propriétés positives *a* et leur absence *non-a* avec justification de cette négation. Quant au schème *A* utilisé lors de la prévision, il importe de dissocier *A* en *A1* et en *A2*, selon que *a* est donnée ou non, bref il faut substituer à la classe simple initiale une classe *B* et ses sous-classes *A1* et *A2*, chacune

⁽¹⁾ Mes remerciements à L. Apostel pour ses indications sur le sujet.

[* Note édition FJP : le texte original contient "(0,p" à la place de "(0.p)".]

comportant ses caractères positifs, mais aussi la négation des autres. Or les recherches sur *La prise de conscience* et sur *Réussir et comprendre*, autant que celles sur *La contradiction* nous ont assez montré la lenteur de ces constructions, car elles ne trouvent leurs assises qu'en s'accompagnant d'un réglage des quantifications ($B = A1 + A2$ signifie « tous les $A1$ sont des B », mais seuls « quelques B sont des $A1$ »), celles-ci étant solidaires de la réversibilité ($B - A2 = A1$, etc.) qui est l'aboutissement opératoire de la coordination des négations et des opérations positives. Il faut donc en de nombreux cas attendre la formation des « opérations concrètes » (début à 7-8 ans) pour parvenir à cette élaboration des négations. Il en va *a fortiori* de même pour les coordinations entre sous-systèmes et celles des différenciations et des intégrations : en tous les cas les négations sont à construire par le sujet et ne sont nullement données comme celles qui résultent des résistances de l'objet. Or, cette construction est bien plus lente et difficile que les compositions, plus ou moins directes, des caractères positifs.

Quant à ces derniers, il est inutile d'insister sur les raisons de leur primat initial. Perceptivement on n'enregistre que des observables positifs, et la perception de l'absence d'un objet ne se produit que secondairement et en fonction d'attentes ou de prévisions qui relèvent de l'action entière et dépassent la perception. Pour ce qui est des actions, elles sont centrées sur le but à atteindre et non pas sur l'éloignement à partir de leur point d'origine. Les déplacements en général sont d'abord conçus en fonction du point d'arrivée plus que de l'espace laissé vide par le mobile en marche (d'où les erreurs bien connues quant à la non-conservation des longueurs, etc.). Les conceptualisations débutent par une organisation des caractères positifs et le langage lui-même en porte la trace éloquente : « plus ou moins lourd » signifie n'importe quel poids, tandis que « plus ou moins léger », ce qui logiquement est exactement équivalent, mais en termes négatifs, ne se réfère qu'aux valeurs inférieures. En un mot tout concourt au primat du positif, durant les stades élémentaires, en tant que correspondant à ce qui, au plan du vécu, représente les « données immédiates », tandis que la négation relève ou de constatations dérivées, ou de constructions de plus en plus laborieuses selon la complexité des systèmes.

Au total on voit que l'équilibration qui, en ses diverses formes, nous paraît constituer le facteur fondamental du développement cognitif, n'est pas simplement l'un des aspects, en quelque sorte surajouté ou tout au moins secondaire, des constructions caractéristiques de chaque stade, et un aspect dont le degré d'importance ou de nécessité demeurerait plus ou moins constant à tous les niveaux : nous constatons au contraire que durant les périodes initiales il existe une raison systématique de déséquilibre, qui est l'asymétrie des affirmations et des négations, ce qui compromet et l'équilibre entre le sujet et les objets, entre les sous-systèmes et entre le système total et les parties. Il en résulte que l'équilibration progressive est bien un processus indispensable du développement et un processus dont les manifestations se modifieront de stade en stade dans le sens d'un meilleur équilibre en sa structure qualitative comme en son champ d'application, du fait qu'avec la construction et l'affinement des négations et avec les quantifications qu'elles supposent, les diverses coordinations distinguées au § 2 se précisent et se consolident sans discontinuer. Le rôle des négations, longuement exposé en nos recherches antérieures sur la contradiction, va donc nous servir maintenant à essayer de dégager le mécanisme de l'équilibration, en passant de la première approximation d'une conservation mutuelle à l'analyse des régulations et des compensations.

§ 4 | LES RÉGULATIONS. – Nous avons donc admis jusqu'ici à titre de faits d'observation l'existence de plusieurs formes d'équilibre, mais en ne les caractérisant que par leurs aspects de conservations mutuelles, ce qui n'est encore qu'une description et non pas une explication. Nous avons, d'autre part, insisté sur l'importance des négations et sur leur carence au début du développement, décrites et expliquées ailleurs mais qu'il importait de rappeler ici pour rendre compte des déséquilibres initiaux. Il s'agit maintenant de préciser le « comment » de l'équilibration et des rééquilibrations en faisant appel au processus des régulations.

1° On parle de régulation, de façon générale, lorsque la reprise A' d'une action A est modifiée par les résultats de celle-ci, donc lors d'un effet en retour des résultats de A sur

son nouveau déroulement A' . La régulation peut alors se manifester par une correction de A (feedback négatif) ou par son renforcement (feedback positif), mais en ce cas avec possibilité d'un accroissement de l'erreur (comme l'illustre le modèle matériel d'un incendie) ou de la réussite (formation des habitudes, etc.). Rendre compte de l'équilibration reviendra donc à faire appel à certaines régulations, mais pas à toutes, et il restera en plus à expliquer ce choix ainsi qu'à préciser la formation des régulateurs qui commandent le guidage des régulations.

Il s'agit d'abord de montrer en quoi consistent ces régulations, du point de vue du sujet, puis de préciser en notre langage ce qu'elles introduisent quant à la symétrie des affirmations et des négations. La notion d'assimilation fusionne en un seul tout l'utilisation d'un objet ou d'un élément quelconque et ce que la psychologie classique appelait une « association ». Du point de vue du sujet, cela revient à dire qu'un schème d'assimilation confère une certaine signification aux objets assimilés et qu'il assigne ainsi des buts définis aux actions qui s'y rapportent (tels que saisir, balancer, etc., au plan de la réussite pratique, ou comprendre une relation, etc., au plan de la représentation). Si l'on définit une perturbation comme ce qui fait obstacle à une assimilation, telle que l'arrivée à un but, toutes les régulations sont, du point de vue du sujet, des réactions à des perturbations. Mais il reste à préciser les variétés de celles-ci et à insister sur le fait que la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que toute perturbation n'entraîne pas une régulation (donc une équilibration).

Pour ce qui est des variétés de perturbations, il en faut distinguer deux grandes classes. La première comprend celles qui s'opposent aux accommodations : résistances de l'objet, obstacles aux assimilations réciproques de schèmes ou de sous-systèmes, etc. Ce sont en un mot les causes d'échecs ou d'erreurs, pour autant que le sujet en devient conscient, et les régulations qui leur correspondent comportent alors des feedback négatifs. La seconde classe de perturbations, sources de déséquilibres, consiste au contraire en lacunes, qui laissent les besoins insatisfaits et se traduisent par l'insuffisante alimentation d'un schème. Mais il convient de préciser, et ceci est essentiel, que n'importe quelle lacune ne constitue pas une perturbation :

même un homme de science n'est nullement motivé par le champ considérable de ses ignorances, pour autant qu'il s'agit de domaines qui ne le concernent pas. Par contre la lacune devient une perturbation lorsqu'il s'agit de l'absence d'un objet ou des conditions d'une situation qui seraient nécessaires pour accomplir une action, ou encore de la carence d'une connaissance qui serait indispensable pour résoudre un problème. La lacune en tant que perturbation est donc toujours relative à un schème d'assimilation déjà activé, et le type de régulation qui lui correspond comporte alors un feedback positif, en prolongement de l'activité assimilatrice de ce schème (postulat n° 1 du § 1).

Mais il importe en outre de rappeler que si toute régulation est une réaction à une perturbation, la réciproque ne se vérifie que partiellement : on ne saurait parler de régulation lorsque la perturbation provoque simplement une répétition de l'action, sans aucune modification et avec l'espoir illusoire de mieux réussir (comme c'est si souvent le cas chez l'enfant) ; encore moins lorsque l'obstacle aboutit à une cessation de l'action, ni même lorsque le sujet, intéressé par un aspect imprévu de la perturbation, engage son activité dans une autre direction. En ces différents cas on ne saurait, en effet, parler d'une reprise de A' de l'action A avec modification de A' sous l'effet du résultat de A , et en l'absence de cette régulation il n'y a pas rééquilibration. En d'autres termes, pour qu'il y ait régulation, il faut l'intervention d'un régulateur et il conviendra de chercher en quoi il consiste. Mais auparavant examinons les diverses variétés de régulations.

2° Notons d'abord que la dualité classique des feedback positifs et négatifs n'est dichotomique en réalité que s'il s'agit de secteurs isolables (par analyse) d'un comportement d'ensemble, tel que la formation d'une structure, mais qu'en cette formation comme telle ils interviennent l'un et l'autre. En effet, le premier consiste en renforcements et le second en corrections : or, ces deux processus sont en général nécessaires au fonctionnement d'une conduite tant soit peu complexe. Par exemple l'acquisition d'une habitude est couramment citée comme comportant des feedback positifs, mais il va de soi qu'elle suppose en plus de nombreux tâtonnements : or ceux-ci relè-

vent de feedback négatifs. En un tel cas, comme en de multiples autres, renforcements et corrections sont constamment complémentaires.

Une dichotomie intéressante par contre les conduites envisagées chacune en sa totalité est celle des régulations visant à conserver un état et celles qui interviennent dans les cheminement vers un état non encore atteint, ce qui correspond en termes biologiques aux homéostasies et aux homéorhésies (ces dernières comportant le mélange, signalé à l'instant, de feedback positifs et négatifs).

Une autre dichotomie essentielle est celle des régulations portant sur les rapports du sujet avec les objets auxquels il doit s'adapter (assimilation et accommodation visant la possession pratique ou noétique de ces objets) et celles qui concernent les relations entre schèmes ou entre systèmes de schèmes (sous-systèmes de l'ensemble des instruments d'action ou de pensée dont dispose le sujet à son niveau). En effet, ces relations, qui aboutissent à des assimilations et accommodations réciproques, n'y parviennent pas toujours d'emblée, même si chacun des sous-systèmes considérés est en lui-même cohérent. B. Inhelder, H. Sinclair et M. Bovet ont donné de beaux exemples de ces conflits dans leurs études sur l'apprentissage cognitif ⁽¹⁾ : c'est ainsi que la comparaison de deux longueurs, lorsque les trajets sont représentés par de petites tiges alignées bout à bout peut donner lieu à des conflits durables selon que les longueurs sont évaluées spatialement ou par le nombre des éléments composants (surtout si les unités ne sont pas égales). En de tels cas il s'agira donc de compléter les sous-systèmes à relier, ou de les modifier jusqu'au dépassement des conflits ou contradictions, et il va de soi que de multiples régulations sont alors nécessaires. Or, tout en portant à nouveau sur des rapports entre le sujet et des objets, ceux-ci ne servent que de supports à des relations plus complexes, qui sont celles des sous-systèmes entre eux. Autrement dit il s'agira là d'une régulation non plus des abstractions empiriques, mais des abstractions pseudo-empiriques (c'est-à-dire portant sur des propriétés que les opérations du sujet introduisent dans les objets, comme l'ordre ou

⁽¹⁾ B. INHELDER, H. SINCLAIR et M. BOVET, *Apprentissage et structures de la connaissance*, P.U.F., 1974.

le nombre, etc., et non pas sur des propriétés physiques). Il y a donc là un type plus complexe de régulations.

La troisième dichotomie porte sur les moyens employés et nous distinguerons à cet égard les régulations quasi automatiques et les réglages actifs. Les premières se présentent dans les cas sensori-moteurs simples, lorsque les moyens sont peu sujets à variations, sinon dans la précision des accommodations ou ajustements (par exemple chercher à saisir un objet en tenant compte des distances ou de sa taille nécessite une ouverture plus ou moins grande des mains). Nous parlerons par contre de réglage actif dans le cas où le sujet est conduit à changer de moyens ou peut hésiter entre plusieurs (par exemple lorsque l'enfant construit un château de cartes) et où intervient donc une nécessité d'effectuer des choix. Bien que la frontière soit difficile à tracer entre les deux catégories, leur distinction est importante parce que les régulations automatiques n'entraînent pas sans plus de prise de conscience, tandis que les réglages actifs la provoquent et sont donc à la source d'une représentation ou conceptualisation des actions matérielles, ce qui conduira à subordonner leurs régulations à un guidage d'instance supérieure, ce qui constitue un début de régulation au second degré.

D'où un nouveau principe de classification des régulations, selon leur hiérarchie : régulations simples, régulations de régulations, etc., jusqu'à des autorégulations avec auto-organisation susceptibles de modifier et d'enrichir leur programme initial par différenciation, multiplication et coordination des buts à atteindre, et intégration des sous-systèmes dans un système total. Nous y reviendrons au § 6.

Il va de soi que l'on pourrait classer les régulations selon d'autres critères, par exemple selon leurs contenus (régulation des observables, des coordinations, etc.). Mais, à cet égard, une répartition du type précédent est plus significative : régler l'enregistrement des observables consiste, en effet, à adapter une forme à un contenu matériel (= l'assimiler à un concept), et la suite du développement revient à construire de nouvelles formes sur cette forme de premier degré, etc., ce qui ramène à la question des régulations de régulations et finalement à celle de l'auto-organisation avec équilibre des différenciations et des intégrations.

3° Mais cela conduit au problème fondamental du ou des régulateurs, car une régulation suppose un guidage programmé comme en une machine (cf. un thermostat pour les températures). Une première interprétation pourrait alors consister à identifier ce programme à la nature des choses, c'est-à-dire aux propriétés, d'abord inconnues, des objets, mais dont le sujet se rapproche asymptotiquement et dont il subit la pression au cours de ses expériences et tâtonnements. Cette hypothèse pourrait paraître correcte en ce qui concerne la lecture des observables physiques, mais, déjà en ce cas, nous avons montré ailleurs ⁽¹⁾ que cette abstraction empirique n'est rendue possible, à tous les niveaux, que grâce à des cadres assimilateurs (cf. les instruments logico-mathématiques grâce auxquels le physicien, non seulement énonce ses lois mais encore enregistre les faits), qui sont tirés des coordinations des actions du sujet par abstraction réfléchissante. Quant aux structures logico-mathématiques en général, il serait inconcevable de leur attribuer comme régulateur, la nature physique des objets, puisqu'elles les dépassent de toutes parts. S'il y a accord entre les mathématiques et le réel c'est donc à travers les opérations du sujet, dont les caractères tiennent à leurs racines organiques : en effet, l'organisme est un objet physique parmi les autres, mais plus actif qu'eux, d'où à la fois l'accord et le dépassement.

Cela dit, le seul régulateur que nous puissions assigner aux régulations cognitives est un régulateur interne. Or, comme leur programmation n'est pas héréditaire, il ne reste qu'à invoquer les conservations mutuelles inhérentes au processus fonctionnel de l'assimilation. Ceci peut paraître un inquiétant cercle vicieux, puisque le cycle des interactions serait ainsi à la fois cause et résultat des régulations. Mais, en tout système biologique et cognitif, il faut caractériser le tout comme primordial et ne procédant pas de l'assemblage des parties, celles-ci résultant de différenciations à partir de celui-là. De ce fait, le tout présente une force de cohésion, donc des propriétés d'autoconservation qui le distinguent des totalités physico-chimiques non organiques. Le Dantec, qui n'avait certes rien d'un vitaliste, disait que contrairement aux réactions

⁽¹⁾ Voir notre étude sur *L'abstraction réfléchissante*, à paraître ultérieurement.

chimiques, où la composition de deux corps détruit ou modifie l'un et l'autre pour en engendrer de nouveaux, la réaction caractéristique de la vie en son assimilation peut s'écrire $A + A' = \lambda A + A''$ où A = la substance de l'organisme, A' = les substances ingérées, A'' = les substances rejetées, et $\lambda > 1$; ce que nous traduirons (nous avons à cet effet utilisé les lettres de notre symbolisme habituel) en A = un système cognitif, A' = les objets qui l'alimentent, et A'' = ceux qu'il n'assimile pas. L'essentiel de cette équation est donc la conservation de la totalité comme telle, qui conserve sa structure au cours de l'assimilation au lieu d'être modifiée par les éléments assimilés. C'est, en effet, une circonstance significative qu'en tous les domaines vitaux et cognitifs, la forme totale paraît plus stable que ses composantes. Non seulement un organisme maintient donc la sienne malgré un métabolisme continu, mais encore P. Weiss a noté que dans une cellule, le comportement d'ensemble « est infiniment moins variable d'un instant à l'autre que les activités momentanées de ses éléments » ⁽¹⁾. En un système cognitif quelconque les lois de totalité l'emportent sur les propriétés changeantes des composantes et Pressburger, cité par Tarski, a même pu montrer l'existence de systèmes complets et entièrement décidables, alors que leurs sous-systèmes laissent une part à l'indécidable. Rappelons également qu'en mathématiques « une théorie plus « générale » qui « contient » des théories moins générales, *explique* davantage que celles-ci, qu'on les prenne d'une façon isolée ou conjointe » (G. Henriques) ⁽²⁾.

Il n'y a donc aucun cercle (ou plus précisément il existe, mais n'a rien de vicieux) à admettre que la totalité d'un système joue le rôle de régulateur à l'égard des régulations partielles, car il leur impose une norme extrêmement contraignante se soumettre à la conservation du tout, donc à la fermeture du cycle des interactions, ou être entraînées en une dislocation générale, comparable à la mort d'un organisme. Comme le jeu continu des assimilations et des accommodations provoque sans cesse des renforcements et des corrections, tous deux prennent la forme de régulations ou feedback sitôt qu'ils se

⁽¹⁾ Voir P. Weiss, The living system, in *Beyond reductionism* (Alpbach Symposium, 1968), Londres, Hutchinson, 1969, p. 12.

⁽²⁾ Dans *L'explication dans les sciences*, Paris, Flammarion, 1973, chap. 11.

prolongent (et le mécanisme assimilateur les y oblige) en processus rétroactifs et proactifs, mais sous le contrôle dynamique permanent de la totalité qui exige sa conservation. Ce n'est certes là qu'une programmation fonctionnelle, mais qui s'adapte à toutes les situations.

4° A en revenir à la question essentielle des affirmations et des négations, on constate que les régulations jouent un rôle important à cet égard, bien que le sujet n'en prenne pas toujours conscience. En effet, en son mécanisme même, toute régulation fait intervenir deux processus de sens contraires l'un rétroactif, conduisant du résultat d'une action à sa reprise, et l'autre proactif, conduisant à une correction ou à un renforcement. Ces deux mouvements de directions opposées ne constituent pas encore des opérations directes et inverses puisque leurs trajets diffèrent ; c'est donc avec raison qu'on les qualifie de « boucles », mais pour ce qui est de leurs orientations l'une est bien la négation de l'autre et il y a donc là une préparation à la réversibilité. Mais c'est surtout en leur téléonomie qu'interviennent les négations. Le feedback négatif, comme son nom l'indique, consiste en une correction suppressive, qu'il s'agisse soit d'écarter des obstacles, soit de modifier les schèmes en éliminant un mouvement au profit d'un autre, en diminuant sa force ou son étendue, etc. Quant au feedback positif, il est un renforcement et semble donc étranger à toute négation. Mais ce en quoi il diffère, dans le domaine cognitif, de la simple activité assimilatrice visant à généraliser son alimentation (postulat 1, § 1), c'est précisément qu'il tend à la renforcer en remédiant à une lacune (faiblesse, etc.) en tant qu'un but ou sa stabilisation ne sont pas aisément atteints : or, une lacune est un caractère négatif, et combler la lacune par un renforcement, c'est encore une suppression, mais portant sur cette insuffisance comme telle. Ce n'est donc pas jouer sur les mots que de voir dans le feedback positif la négation d'une négation, par exemple lorsqu'il s'agit de supprimer la distance spatio-temporelle qui sépare de l'arrivée au but.

Encore une remarque sur le caractère constructif des régulations. D'une part elles aboutissent presque toutes à des compensations, comme nous allons y venir. Mais, d'autre part, ces compensations sont indissociables d'un problème de

construction : ou bien, en effet, la régulation aboutit à dépasser l'action initiale dans la direction d'un équilibre plus large et plus stable, et l'équilibration est alors majorante, ou bien elle se borne à stabiliser cette action initiale, mais en y ajoutant de nouveaux circuits rétroactifs et proactifs et en augmentant le pouvoir des négations, qui est systématiquement déficitaire aux niveaux initiaux, et cela constitue donc aussi un progrès constructif, puisque les déséquilibres de départ sont essentiellement dus à ce déficit des caractères négatifs (§ 3).

§ 5 | LES COMPENSATIONS. – L'intention d'une théorie cherchant à expliquer le développement des structures cognitives par l'équilibration est évidemment de rendre compte de la réversibilité finale des opérations logico-mathématiques (inversion et réciprocity) par des mécanismes qui ne la présupposent pas dès le départ, mais qui y conduisent par étapes successives en faisant d'elle un résultat nécessaire des constructions psychogénétiques, tout en conservant son statut terminal de norme intemporelle et générale. Pour réaliser ce dessein, deux conditions sont alors à remplir : montrer en quoi la réversibilité est préparée par des systèmes de compensations de différents niveaux ; et trouver pourquoi ces compensations sont indissociables de constructions proprement dites de même que, réciproquement, toute construction nouvelle est, non seulement orientée dans le sens de compensations ou de compléments, mais encore dirigée par leurs exigences.

1° Un nouveau pas consiste donc à établir maintenant en quoi les régulations aboutissent à des compensations. Mais notons d'abord que, si toute réaction à une perturbation (obstacle ou lacune) n'engendre pas une régulation (celle-ci n'intervenant que sous la pression des systèmes d'ensemble), toute régulation ne produit pas non plus une compensation. L'exception est constituée par certains feedback positifs, lorsqu'ils conduisent à un renforcement de l'erreur. Mais sur le terrain cognitif cette exception n'est que momentanée : tôt ou tard l'erreur conduit à des contradictions, et celles-ci, comme nous l'avons vu ailleurs ⁽¹⁾, consistent en compensations

(1) Voir nos *Recherches sur la contradiction*.

incomplètes ($a \times \text{non-}a \neq 0$), leur dépassement revenant alors à les compléter.

Si nous appelons compensation une action de sens contraire à un effet donné et qui tend donc à l'annuler ou à le neutraliser, il va de soi que les feedback négatifs jouent un tel rôle en tant qu'instruments de correction. Lorsqu'il s'agit de corriger l'action propre, comme dans les conduites d'un cycliste à ses débuts, ces sortes de négations motrices sont évidentes : se redresser en cas d'inclinaison conduisant à la chute ou au contraire s'incliner dans un tournant lorsqu'une position trop verticale menace l'équilibre. Quant aux perturbations dues à des obstacles extérieurs, ceux-ci sont écartés ou contournés, ce qui revient à compenser la perturbation par une négation entière ou partielle, cette dernière correspondant alors à une différenciation du schème en sous-schémas, selon que le but peut être atteint par un itinéraire direct ou non. De même, s'il s'agit d'assimilations représentatives et non plus seulement sensori-motrices, donc de perturbations provoquées par des objets inassimilables au moyen des schèmes à disposition ou par des faits contraires aux prévisions, on retrouve des variétés analogues : ou bien l'événement extérieur est nié en tant que perturbant (par négligence ou parfois même par une sorte de refoulement) ou bien il y a modification des schèmes, donc différenciation en sous-schémas avec les négations partielles qu'ils comportent ; et en tous ces cas il y a compensation (mais plus ou moins stable).

De façon générale les régulations par feedback négatifs aboutissent ainsi toujours à des compensations, mais au sein desquelles on peut distinguer deux classes : les compensations par « inversion », consistant à annuler la perturbation, et les compensations par « réciprocité » consistant à différencier le schème pour l'accommoder à l'élément initialement perturbant. Les premières impliquent donc des négations entières et les secondes des négations partielles, mais cette fois internes au sein du nouveau système ainsi restructuré. Dans le cas des perturbations pouvant se produire lors de l'assimilation réciproque de schèmes ou de sous-systèmes, il va de soi que les régulations aboutissent alors à des compensations par réciprocité.

2° Quant aux feedback positifs, la situation semble plus complexe, mais elle n'exclut nullement l'aboutissement à des compensations (sauf le cas, mais donc momentané, des renforcements d'une erreur), sinon l'on ne comprendrait pas pourquoi il y a régulation. Rappelons d'abord le fait essentiel que l'acquisition de toute conduite où interviennent des renforcements suppose de ce fait même des corrections : en effet, dans les cas où les renforcements sont inutiles, c'est qu'il y a réussite ou compréhension immédiate, tandis que le recours à des renforcements implique la présence de difficultés, donc de corrections. Cela revient à dire que les feedback positifs sont, de façon générale, liés à d'autres négatifs, et aux compensations que ceux-ci comportent : c'est en particulier le cas dans ce que nous avons appelé au § 4 les « réglages actifs », car changer de moyens tient à la fois du renforcement et de la correction. Mais il y a plus, puisque le renforcement dû au feedback positif est destiné à combler une lacune (pouvoir insuffisant de l'action, distance spatio-temporelle séparant d'un but trop éloigné, etc.) : or, combler une lacune est une compensation, selon la définition adoptée (et sans revenir sur la double négation). Mais là n'est pas encore l'essentiel : le facteur principal, lors de la formation d'un feedback positif est la valeur que le sujet attribue au but poursuivi et qui lui fait juger indispensable la satisfaction du besoin (pratique ou purement cognitif) auquel il correspond. Or, tous les auteurs qui se sont occupés des besoins, et en particulier ce pur fonctionnaliste qu'était Claparède (et il a bien vu les relations entre les besoins en général et la « question » en tant que moment initial et nécessaire de l'acte d'intelligence), ont présenté le besoin comme un déséquilibre momentané et sa satisfaction comme une rééquilibration : c'est assez dire que le renforcement dans la recherche (et quel que soit son caractère positif) joue un rôle de compensation par rapport au déficit d'un « budget » (pour parler comme cet autre fonctionnaliste qu'était Janet), qui sans lui se solderait en négatif. Nous reviendrons d'ailleurs au § 27 sur le problème du choix des buts, en relation avec l'assimilation réciproque des sous-systèmes et surtout avec l'équilibre des différenciations et de l'intégration et nous verrons que ce choix en lui-même est déjà conditionné par des nécessités de compensation. Il s'ajoute le problème des régulations de régu-

lations. Or, là encore, si une régulation est insuffisante, c'est-à-dire échoue à annuler toutes les perturbations ou à combler les lacunes, il deviendra nécessaire de la subordonner à d'autres, qui joueront un double rôle de correction et de renforcement : on retrouve alors les mêmes questions et des compensations analogues, sauf qu'il nous reste une fois de plus à expliquer la possibilité de tels perfectionnements (voir au § 6). Mais les compensations en jeu étant alors plus complexes, puisque portant en ce cas sur des mécanismes déjà compensateurs, les négations qu'elles engendrent sont également d'un type plus élaboré et commencent à se rapprocher des opérations inverses. Les aspects négatifs des compensations élémentaires peuvent, en effet, facilement ne pas être appréhendés par la conscience du sujet, dans la mesure où celui-ci raisonne en termes de simples différences, comme c'est la tendance propre aux jugements en « compréhension » et un long chemin est à parcourir jusqu'au maniement des négations opératoires ou opérations inverses. Les compensations propres aux régulations de régulations marquent une étape nouvelle dans cette direction, en particulier du fait que, au lieu de s'opposer à des perturbations initialement extérieures, elles s'intériorisent de plus en plus.

3° Examinons maintenant les caractères communs à ces diverses compensations régulatrices. Le premier est celui qui a été décrit jusqu'ici : toute compensation s'oriente en direction inverse ou réciproque de celle de la perturbation (obstacle ou lacune), ce qui revient, soit à l'annuler (inversion), soit à la neutraliser en tant que perturbation (réciprocité), tout en pouvant en tirer des informations utiles (on le verra au § 6) en plus du développement des négations qu'entraînent, palier par palier, les couples perturbation-compensation.

Le second caractère général des compensations cognitives est de comporter une évaluation terminale de leur succès ou de leur insuffisance, et qui est lié à la source de la régulation elle-même. Cette source étant *constituée* par un déséquilibre de l'assimilation et de l'accommodation dû à la présence d'une perturbation empêchant d'atteindre le but fixé par le schème de départ, l'évaluation finale consiste en un jugement portant sur cette accession (entière, partielle ou manquée), par assimilation réognitive dans les cas sensori-moteurs les plus simples,

mais ensuite avec possibilité de compréhension des relations nouvelles dues à la rééquilibration de l'assimilation et de l'accommodation, et aux informations tirées des éléments initialement perturbateurs et finalement intégrés dans la conduite réadaptée (on y reviendra au § 13).

Le troisième caractère commun à toutes les compensations est de tendre à des conservations au travers des transformations : conservation d'un état ou d'un cheminement, d'un schème ou d'un sous-système, etc. Ces tendances conservatrices sont loin d'aboutir d'emblée à la construction de notions ou principes structuraux de conservation (substance, etc.) car il reste pour en arriver là à constituer une quantification des compensations, mais, sous leur forme qualitative initiale, celles-ci fournissent dès le départ des ébauches fonctionnelles de ces performances ultérieures, de même que les négations implicites qu'elles supposent à tous les niveaux préparent les opérations inverses également nécessaires aux conservations opératoires.

Une dernière remarque s'impose. Si les régulations et les compensations qu'elles provoquent rendent compte du mécanisme de l'équilibration, il importe de souligner avec force le fait que ces processus formateurs sont déjà à la fois constructifs et conservateurs. En elle-même une régulation est déjà une construction, puisque, à la trajectoire linéaire d'une action, elle ajoute des rétroactions ou trajets en boucles : même si le résultat n'est alors que de stabiliser cette action, il y a cependant déjà enrichissement par construction de relations nouvelles, qui comportent entre autres la formation de négations implicites. Mais, de façon beaucoup plus générale, l'intervention d'éléments perturbateurs et les accommodations résultant des compensations engendrent des connaissances nouvelles, relatives les unes aux objets et les autres aux actions mêmes du sujet, de telle sorte que la rééquilibration devient indissociable de constructions, celles-ci étant en outre façonnées par le pouvoir anticipateur qui résulte tôt ou tard des rétroactions.

§ 6 | L'ÉQUILIBRATION MAJORANTE. – L'examen des régulations nous a montré comment s'effectue l'équilibration sous ses trois formes d'équilibre entre le sujet et les objets, entre les schèmes ou les sous-systèmes de même palier hiérarchique et

entre leur différenciation et leur intégration en totalités supérieures. Mais ce qui reste à préciser est que l'équilibration cognitive ne marque jamais un point d'arrêt, sinon à titre provisoire ; et qu'il n'y a pas là une situation à déplorer, ni surtout l'indice d'une sorte de péché originel comme le serait la contradiction que certaines dialectiques voudraient installer au cœur même de l'intelligence. Le fait que les états d'équilibre soient toujours dépassés tient au contraire à une raison très positive. Toute connaissance consiste à soulever de nouveaux problèmes au fur et à mesure qu'elle résout les précédents. Cela est évident dans les sciences expérimentales, où la découverte de la causalité d'un phénomène soulève la question du pourquoi des facteurs invoqués, et ainsi de suite. Mais cela reste encore vrai dans les domaines logico-mathématiques où pourtant l'équilibre est maximal, puisqu'une vérité acquise par démonstration se conserve indéfiniment : il ne constitue cependant nullement un point d'arrêt, puisqu'une structure achevée peut toujours donner lieu à des exigences de différenciations en nouvelles sous-structures ou à des intégrations en des structures plus larges. La raison de cette amélioration nécessaire de tout équilibre cognitif est alors que le processus comme tel de l'équilibration entraîne de façon intrinsèque une nécessité de construction, donc de dépassement, par le fait même qu'il n'assure une certaine conservation stabilisatrice qu'au sein de transformations dont cette dernière constitue seulement la résultante autrement dit compensation et construction sont toujours indissociables.

En effet donc, un système ne constitue jamais un achèvement absolu des processus d'équilibration et de nouveaux buts dérivent toujours d'un équilibre atteint, instable et même stable, chaque aboutissement, même s'il est plus ou moins durable, demeurant gros de nouveaux cheminements. Il serait donc très insuffisant de concevoir l'équilibration comme une simple marche vers l'équilibre puisqu'elle est constamment en plus une structuration orientée vers un *meilleur* équilibre, aucune structure équilibrée ne demeurant en un état définitif même si elle conserve dans la suite ses caractères spéciaux sans modifications. C'est pourquoi il convient de parler, en plus des équilibrations simples, toujours limitées et incomplètes, d'*équilibrations majorantes* au sens de ces améliorations et nous parle-

rions même d'une loi d'optimalisation, si ce terme ne comportait pas de significations techniques que nous ne sommes pas encore en état de préciser quantitativement.

Cette majoration se traduit de deux manières, selon que les améliorations résultent simplement du succès des régulations compensatrices, donc de l'équilibre momentanément atteint, ou que les nouveautés soient tirées (par abstractions réfléchissantes) du mécanisme même de ces régulations. En effet, toute régulation ajoute de nouvelles transformations au système à régler et ces transformations ont leur propre structure, notamment quant aux négociations, ce qui peut enrichir en sa forme le système qu'il s'agissait d'équilibrer.

1° Parmi les améliorations de la première catégorie (résultats de l'équilibration en son contenu) il faut d'abord signaler un élargissement du champ du système en son extension dans la mesure où les éléments perturbateurs sont assimilés au schème qui ne pouvait jusque-là s'y accommoder, l'extension du schème est par cela même accrue. Dans nos *Recherches sur la contradiction*, nous avons déjà noté que son dépassement s'accompagnait (à titre de condition ou d'effet) d'un élargissement du référentiel (par exemple considérer les poids non plus seulement en leurs pressions mais encore en leurs positions, etc.), ce qui correspond au même processus.

2° En second lieu, le succès des régulations compensatrices aboutit à des différenciations en compréhension et non pas seulement en extension (cela quant aux feedback négatifs par rapport aux objets perturbateurs, tandis que les feedback positifs sont orientés dans la direction intégrative) : leur résultat en est, en effet, que les éléments initialement inassimilables deviennent ensuite constitutifs d'un nouveau sous-schème, ou sous-classe, du schème d'abord inopérant. Cette différenciation est naturellement déjà un enrichissement, mais, en plus elle appelle à titre de complément nécessaire une intégration de degré variable, mais proportionnel à celui de la différenciation, si l'on appelle intégration l'assimilation réciproque (en tant qu'interactions et conservation mutuelle) entre systèmes qui ne sont pas de même rang mais dont l'un englobe l'autre (totalement ou partiellement) selon des relations de subordination. En effet, toute différenciation constitue une nouvelle sorte

de perturbation possible, mais par rapport à la cohésion du système cyclique total dont le sous-système fait partie ou bien alors le cycle est rompu ou bien cette cohésion (interactions conservatrices) exerce son pouvoir assimilateur sur les sous-systèmes différenciés et la différenciation est compensée par une intégration, nouvel enrichissement dû à l'équilibration.

Mais il faut bien comprendre que ce pouvoir intégrateur des totalités n'est pas un *deus ex machina* surgissant sans nouveau travail à l'occasion d'une différenciation : il tient aux propriétés de l'assimilation (laquelle, si elle est le *deus*, est alors celui de la vie en général, en toutes ses manifestations et non pas seulement des fonctions cognitives). En effet, tout processus d'assimilation est nécessairement cyclique et auto-conservateur, d'où la résistance d'un système total (de n'importe quel rang) à ses différenciations, et ses réactions compensatrices sous forme d'intégrations. Rappelons, à ce propos que toutes les régulations cognitives tiennent à la bipolarité assimilation-accommodation, commune aux schèmes et à tous les systèmes, ainsi qu'à leur caractère cyclique (cette propriété constituant elle-même une condition nécessaire de l'assimilation) ⁽¹⁾. L'équilibre, en tant que conservation mutuelle, des différenciations et des intégrations n'est donc qu'un cas particulier de celui des accommodations (ou compensations élémentaires) et des assimilations.

⁽¹⁾ Il est essentiel de souligner la différence qui oppose les compensations relatives aux cycles caractérisant les schèmes du comportement (ainsi que les organisations biologiques) et celles qui interviennent en un équilibre physique ou en une « modération » au sens du principe de Le Châtelier-Braun. Lorsqu'en une balance l'action d'un poids compense celle de l'autre, le fléau ne sert que de médiateur transmettant ces actions opposées. Lorsqu'en un récipient dont l'ouverture est munie d'un piston, la pression accrue de celui-ci comprime un gaz qui s'échauffe et tend alors à se dilater en modérant de ce fait l'action du piston, les parois du récipient ne servent à leurs tour que de médiateurs passifs, etc. En un schème d'assimilation de forme $(A \times A) \rightarrow (B \times B) \rightarrow \dots \rightarrow (A \times A)$, les liaisons entre chaque couple et les autres constituent par contre elles-mêmes des sources d'actions en ce sens que le cycle comme tel tend à se conserver : les actions et réactions entre A et A' si l'on modifie A' en A'' , n'intéressent donc pas que ces deux éléments à eux seuls (comme s'il s'agissait des deux poids opposés sur une balance), mais sont solidaires de l'ensemble du cycle, la résistance de A à la modification de A' en A'' ne dépendant donc pas de A seulement, mais de l'ensemble des autres éléments B, C, \dots , et des liaisons actives reliant chaque couple $(A \times A) \rightarrow (B \times B)$ à chacun des autres (voir le § 1). C'est cette stabilité relative du tout, en tant que cycle ou système, qui joue le rôle principal dans les accommodations nouvelles ou compensations, la force de cohésion due aux liaisons cycliques intervenant à titre de facteur endogène lorsque la modification exogène de A' en A'' transforme A en A_2 sans détruire la cohésion du schème ainsi modifié sur tel ou tel point.

3° Mais on se trouve à cet égard en présence d'un problème essentiel. Chaque schème d'assimilation comporte une certaine capacité d'accommodations, mais en certaines limites, qui sont celles de la non-rupture du cycle dont il est formé, et l'on pourrait parler à cet égard d'une « norme d'accommodations » dans le même sens qu'en biologie on appelle « norme de réaction » l'ensemble des phénotypes possibles pour un certain génotype par rapport à des variations données du milieu. Cette norme d'accommodations dépend alors naturellement de la résistance et de la plasticité conjointes du cycle assurant l'assimilation, mais de ce premier facteur nous ne pouvons juger dans l'état actuel des connaissances qu'au vu des résultats observables, sans pouvoir fournir de lois ni de modèle détaillé. Par contre, un second facteur est plus accessible : c'est le nombre des schèmes élémentaires ou des sous-systèmes (schèmes reliés) déjà construits dans le système total, car plus ce nombre est élevé et plus s'élargit la norme d'accommodations du schème considéré ⁽¹⁾, puisque ses probabilités de liaisons augmentent et qu'en ce cas le nombre des régulations augmente également avec celui des accommodations possibles. Mais la réciproque est également vraie, c'est-à-dire que plus s'élargit la norme d'accommodations d'un schème élémentaire (on pourrait la nommer aussi bien « norme d'assimilation ») et plus il y a de chances d'entrer en relation d'assimilation réciproque avec d'autres et de constituer ainsi de nouveaux sous-systèmes au sein de la totalité.

La troisième catégorie des enrichissements dus aux régulations et aux équilibrations qui en résultent est alors tout à la fois d'élargir les normes d'accommodations et de favoriser la formation de nouveaux sous-systèmes, avec ce qu'ils comportent de nouvelles connexions et de relativisations nécessaires (en nos recherches sur la contradiction, nous avons vu que son dépassement ne tenait pas seulement à l'extension du référentiel, mais aussi et cela en « compréhension » à la relativisation des prédicats initialement considérés sous des formes absolues).

4° Venons-en maintenant aux variétés d'équilibration majeure dont les améliorations qu'elles constituent ne sont plus

⁽¹⁾ Cf. la loi de Zipf dans le modèle qu'en a donné Mandelbrot et dont une des conséquences est que le nombre des espèces s'accroît avec celui des genres.

simplement des résultantes du succès des régulations, mais sont tirées de la structure même de ces régulations. Le progrès le plus général à cet égard est celui de la construction graduelle des négations de divers ordres, et c'est là sans doute l'enrichissement le plus important, car nous avons vu (§ 2) qu'elles constituaient une condition nécessaire de l'équilibre, et (§ 3) que leur carence initiale, par rapport à un primat systématique des affirmations, constituait la raison des déséquilibres si nombreux, profonds et difficiles à surmonter, propres aux stades préopératoires (cf. les non-conservations, etc.).

Or, les régulations compensatrices constituent en leur structure même des instruments formateurs de négations. Pour les feedback négatifs cela va sans dire puisqu'ils consistent à annuler des perturbations ou à les compenser par réciprocité (accommodation du schème) avec les négations partielles que cela comporte. Quant aux feedback positifs nous avons vu qu'ils compensent un déficit, ce qui revient à une sorte de négation de la négation. Seulement rien, en de tels mécanismes, ne se traduit directement dans la conscience du sujet, puisqu'il ne s'agit au début que des dimensions négatives de l'action et puisque les observables en jeu ne sont d'abord conçus qu'en termes de différences. Mais ces négations pratiques et en quelque sorte motrices n'en ont pas moins une grande importance, car elles sont à la source des négations conceptualisées ultérieures. C'est ici que l'analyse, alors purement descriptive, que nous avons donnée au § 2 du rôle des négations en une équilibration, peut venir s'insérer à titre d'essai d'explication psychogénétique : la conceptualisation des schèmes, par exemple en une classification telle que $A + A' = B$; $B + B' = C$; etc. ⁽¹⁾, suppose, en effet, autant de négations qu'il y a d'éléments positifs car $A' = B.(non-A)$ et $A = B.(non-A')$, etc., et l'ensemble des opérations inverses qui s'élaborent aux stades opératoires constitue l'aboutissement de ces conceptualisations fondées en leur point de départ sur les négations dans l'action exigées par les régulations compensatrices, dès leurs formes sensori-motrices initiales. C'est donc l'équilibration en ses formes fondamentales de compensations entre les

⁽¹⁾ Sans rapport avec le symbolisme des cycles du § 1 repris au § 2.

affirmations et les négations qui est ainsi dirigée par la structure même des régulations.

5° Mais ce réfléchissement des négations pratiques en négations conceptuelles est l'expression d'un processus de construction lié de près au jeu des régulations et dont il constitue d'ailleurs un aspect inséparable : c'est l'abstraction réfléchissante, étudiée ailleurs ⁽¹⁾ et dont le mécanisme interfère sans cesse avec la formation des régulations de régulations, si bien qu'il semble s'agir là d'un seul et même mécanisme analysé en deux langages et à deux points de vue différents.

L'abstraction réfléchissante comporte deux moments indissociables : un « réfléchissement » au sens d'une projection sur un palier supérieur de ce qui est emprunté au palier précédent (nous venons d'en voir un exemple) et une « réflexion » au sens d'une reconstruction ou réorganisation cognitives (plus ou moins consciente ou non) de ce qui a été ainsi transféré. Il faut seulement préciser que cette abstraction ne se borne pas à utiliser une succession de paliers hiérarchiques dont la formation lui serait étrangère : c'est elle qui les engendre par interactions alternées de « réfléchissements » et de « réflexions », mais précisément en liaison si intime avec l'affinement des régulations qu'il s'agit d'un seul et même mécanisme d'ensemble.

a) Rappelons d'abord que par son exercice même, toute régulation progresse dans les deux sens de la rétroaction et de l'anticipation (d'où les variations d'amplitude des corrections ou des renforcements). Or, les anticipations reposent sur des indices (dont les formes initiales sont très précoces et se reconnaissent dès les régulations de la tétée du nouveau-né pendant la première semaine), et les indices se coordonnent selon une loi qu'on a appelée de « transfert » ou mieux de « récurrence » : a annonce x puis b précédant a annonce a et x , puis c encore antérieur annonce b , a et x , etc. (cf. les indices sonores annonçant le repas d'un nourrisson). Il est alors clair que cette organisation des indices constitue déjà un nouveau palier par rapport aux régulations initiales ne procédant que par corrections ou renforcements après coup. Dans l'évolution des sériations, par exemple, il existe entre le niveau des couples ou

⁽¹⁾ Ouvrage à paraître sur l'abstraction.

trios et celui des sériations opératoires systématiques un niveau de réussites par tâtonnements où les corrections après coup se coordonnent peu à peu grâce à des progrès anticipateurs et rétroactifs jusqu'à devenir de plus en plus rares et finalement inutiles : ce qui signifie la formation d'un palier représentatif intermédiaire entre la simple action matérielle tâtonnante et l'opération programmée. On voit donc le rôle des régulations dans l'élaboration du « réfléchissement » sur un palier qu'elles engendrent par leurs coordinations mêmes.

b) Or chaque nouveau palier donne lieu, sous la forme que nous avons appelée « réflexion », à de nouvelles équilibrations par régulation (des indices, etc.) et ces régulations de rang quelque peu supérieur (à des degrés variés) prolongent naturellement celles du niveau de départ par « abstraction réfléchissante ».

c) Mais réciproquement il va de soi que le système supérieur constitue alors un régulateur exerçant son guidage sur les régulations du palier inférieur. C'est le cas à tous les niveaux, partout où intervient une « réflexion », celle-ci constituant un réglage par sa nature même de réflexion « sur » l'acquis précédent : la « réflexion » représente donc le prototype d'une régulation de régulations, puisqu'elle est par elle-même un régulateur et qu'elle règle ce qui est insuffisamment réglé par les régulations antérieures. C'est ce que l'on voit dans le cas des réglages actifs ou lorsque la conceptualisation en vient à diriger l'action, mais ce mécanisme se renouvelle à tous les stades ⁽¹⁾, l'union d'un nouveau réfléchissement et d'une nouvelle réflexion étant ce qui caractérise la formation de toute nouvelle étape du développement.

d) Cette formation des régulations de régulations, qu'on l'exprime en ce langage ou dans celui des réfléchissements ou

⁽¹⁾ Par exemple, dans les expériences sur la conservation de la matière d'une boulette modifiée en boudin (voir le § 19), la découverte (par régulation progressive des observables d'abord mal enregistrés) d'un amincissement non prévu de cette saucisse se prolongera en anticipation des variations de la longueur et du diamètre. Mais cette anticipation engendre un nouveau palier de « réfléchissement », qui permettra alors une « réflexion » sur les transformations comme telles, par opposition aux états initiaux et finals : d'où la compréhension du caractère solidaire de ces variations en (+) et en (-) et finalement celle de la conservation. Ce sont de tels mécanismes de régulations et de « réfléchissements » combinés qui engendrent les régulations ultérieures dont il vient d'être question.

réflexions propres à l'abstraction réfléchissante, constitue ainsi un processus très général et apparemment paradoxal, selon lequel tout système cognitif s'appuie sur le suivant pour en tirer un guidage et l'achèvement de sa régulation. C'est à cette condition (correspondant d'ailleurs à maints exemples dans les mathématiques contemporaines) ⁽¹⁾ que se constitue peu à peu une autorégulation, c'est-à-dire un jeu de différenciations et d'intégrations, tel que les totalités servent de régulateurs par leur action sur les sous-systèmes et les schèmes particuliers, au sens décrit au § 4 (sous 3°).

6° Cette collaboration (sinon identité) des régulations et de l'abstraction réfléchissante, toutes deux évoluant ainsi de paliers en paliers, rend alors compte du processus central du développement cognitif, c'est-à-dire de la formation indéfinie d'opérations sur des opérations. En effet, s'il existe, comme on vient de le rappeler des régulations de régulations et si, comme montré ailleurs ⁽²⁾, il existe de même des réflexions de diverses puissances, il va de soi que sur un système opératoire donné il sera toujours possible d'appliquer de nouvelles opérations, tirées d'autres systèmes et surtout tirées des précédentes au sein du même système, mais élevées à une puissance supérieure (comme les additions d'additions, source de la multiplication numérique). Mais deux remarques s'imposent à cet égard.

La première est que de telles constructions sont indissociables de compensations en ce sens que les adjonctions visent à combler une lacune qui est source de déséquilibres. Par exemple les « fonctions constituantes » qui se forment dès 5 ans environ sont des applications à sens unique (univoques « à droite ») et il reste à les compléter dans l'autre sens, d'où la réversibilité opératoire du niveau de 7-8 ans. Ou encore en une table à 9 casiers selon deux relations en +, = et -, par exemple (\pm d'espace) \times (\pm de temps), 7 de ces associations donnent univoquement « \pm vite », mais les deux cas ++ et -- n'aboutissent qu'à l'indécidable : pour compenser cette lacune il reste à construire les systèmes de proportions, solidaires du

⁽¹⁾ Pour ce processus consistant à s'appuyer sur les structures en voie de construction, voir dans l'Etude sur *La généralisation* (à paraître) les mécanismes de la « généralisation constructive », en particulier dans l'exemple de la récurrence.

⁽²⁾ Voir *L'abstraction* (« Etude » à paraître).

groupe *INRC*, et celui-ci lui-même résulte d'une intégration des inversions et réciprociétés, compensatrice de la différenciation des groupements non coordonnables entre eux jusque-là en un système unique.

7° Mais il y a plus. Si les constructions décrites sous 3° et 4° sont déjà tirées de la structure même des régulations et non pas seulement de leurs résultantes en cas de compensations réussies, la principale des nouveautés créatrices dont témoigne le développement cognitif à partir de cette structure régulatoire générale (et qui constitue donc le plus important exemple d'équilibration majorante) est la formation même des opérations : en effet, celles-ci, en tant que comportant toujours les couples d'opérations directes et inverses (ou réciproques), constituent le point d'aboutissement des régulations en leurs améliorations, et représentent ainsi des régulations « parfaites » (selon le terme de Ashby) tant par la généralisation des rétroactions que par la compensation exacte des affirmations et des négations (nous y reviendrons au § 13).

§ 7 | CONCLUSION. – En résumé, si l'équilibration cognitive est, dans le plus grand nombre des cas, une marche vers un meilleur équilibre, il est alors impossible de distinguer ce qui, en ces équilibrations majorantes, relève des compensations, c'est-à-dire de l'équilibration comme telle, et ce qui excipe de constructions proprement dites, celles-ci se manifestant par les compositions nouvelles ou l'extension du domaine et pouvant en principe procéder d'initiatives spontanées du sujet (inventions, etc.) ou de rencontres aléatoires avec les objets du milieu (découvertes, etc.). Ces deux aspects du développement sont, en effet, constamment complémentaires et même solidaires, et cela pour deux raisons : d'une part, toute construction nouvelle fait appel à des compensations parce qu'en son but elle vient s'insérer en des processus de rééquilibration (remédier à certains défauts ou limitations des constructions antérieures, ou s'insérer dans le processus des différenciations et intégrations) ⁽¹⁾ et de plus parce qu'elle comporte elle-même

⁽¹⁾ Voir à cet égard le mécanisme des généralisations constructives » qui, sous leurs formes synthétisantes » aussi bien que « complétives », sont toujours compensatrices en même temps que constructrices (« Étude » à paraître sur *La généralisation* avec développements nouveaux sur l'équilibre des différenciations et des intégrations).

ses propres régulations (corrections compensatrices des moyens par rapport au nouveau but poursuivi) ; d'autre part et réciproquement, toute équilibration majorante entraîne la nécessité de nouvelles constructions, comme on vient de le voir au § 6.

Il convient d'insister sur le fait qu'une telle thèse ne résulte pas simplement de l'analyse théorique des notions de base (en particulier des rapports entre l'assimilation et l'accommodation) que nous ont imposées nos travaux antérieurs sur le développement cognitif, mais qu'elle reçoit aujourd'hui une confirmation expérimentale plus précise avec les belles recherches de B. Inhelder, H. Sinclair et M. Bovet sur l'apprentissage ⁽¹⁾. Désirant étudier les relations entre celui-ci et le développement, ces auteurs ont montré que les facteurs d'acquisition les plus féconds étaient constitués par les perturbations engendrant des situations de conflits (par exemple entre longueurs ordinalement évaluées et nombres cardinaux, etc.), lesquelles une fois dosées de façon systématique entraînent les dépassements et les constructions nouvelles. Un intérêt particulier des résultats obtenus est entre autres qu'un même dispositif, n'est générateur de conflits qu'à certains niveaux donnés, pour la structure considérée, autrement dit qu'il n'est pas perturbateur en lui-même et pour ainsi dire dans l'absolu, mais au contraire est conçu comme une perturbation ou ne l'est pas, selon les éléments déjà ou non encore acquis de la structure en formation. De tels faits sont donc très significatifs quant à l'union étroite des constructions et des compensations.

A en revenir aux notions théoriques, il semble clair que c'est dès l'activité des schèmes d'action élémentaires que cette union se manifeste, toutes les fois qu'un schème est appelé à procéder à une accommodation et par conséquent à une assimilation renouvelée. En effet, l'objet non encore assimilé et non immédiatement assimilable constitue un obstacle (pouvant rester mineur ou s'accroître selon les cas) à cette assimilation immédiate et une accommodation nouvelle est alors nécessaire, dont la signification est donc compensatrice. Mais comme l'assimilation et l'accommodation constituent deux pôles toujours inséparables et non pas deux conduites distinctes, il est clair qu'alors l'assimilation nouvelle joue le rôle de construc-

⁽¹⁾ *Loc. Cit.*, 1974.

tion (extension du domaine du schème, introduction de nouvelles articulations dans le cycle, etc.) et l'accommodation nouvelle celui de compensation (nouveaux ajustements en réciprocité ou inversion des caractères imprévus de l'objet), chacune de ces deux orientations étant solidaire de l'autre en un tout indissociable.

De façon générale, si l'on se rappelle que les systèmes cognitifs obéissent en fait à trois sortes de lois d'équilibre, entre les schèmes du sujet et les objets, entre les schèmes ou sous-systèmes de même rang, et entre les systèmes partiels en leurs différenciations et le système total en son intégration (ces deux dernières formes d'équilibration étant distinctes quoique reliées), il en résulte que, toute action ou opération comportant une téléonomie déterminée par son schème, les moyens nouveaux à employer doivent se conformer aux deux premières sortes d'équilibration et les buts nouveaux aux deux dernières, ce qui assujettit doublement, quant aux buts comme aux moyens, les constructions nouvelles aux exigences de compensations. Réciproquement, les moteurs essentiels du développement cognitif étant les déséquilibres externes (difficultés d'applications et d'attributions des opérations aux objets) et internes (difficultés de composition), ainsi que les rééquilibrations que ces déséquilibres entraînent, l'équilibration est tôt ou tard nécessairement majorante et constitue un processus de dépassement autant que de stabilisation, réunissant de façon indissociable les constructions et les compensations au sein des cycles fonctionnels.

Cette union intime des constructions et des compensations, qui caractérise l'équilibration majorante des systèmes cognitifs, semble, en effet, liée au caractère de cycles que présentent ces systèmes et qui les distingue (en commun avec les cycles biologiques) des systèmes physiques en équilibre. En ces derniers comme déjà dit, les éléments en équilibre sont à la fois indépendants et antagonistes. En un système opératoire, au contraire, on se trouve en cette situation remarquable qu'une opération inverse T^{-1} est à la fois orientée en sens opposé à celui de l'opération directe T et cependant produite ou pour ainsi dire appelée à l'existence du seul fait de la possibilité de T . Or c'est là, rappelons-le, un caractère général des équilibrations cognitives : déjà en un schème sensori-moteur,

l'assimilation et l'accommodation, quoique d'un certain point de vue opposées l'une à l'autre, s'entraînent nécessairement l'une l'autre, ce qui atténue d'emblée la situation de conflit possible entre l'action du sujet et la résistance des objets, laquelle est cependant la plus proche des antagonismes propres aux balances de forces physiques. Dans le cas de l'assimilation et accommodation réciproques entre schèmes ou sous-systèmes de même rang, ceux-ci sont d'abord relativement opposés en tant que distincts et relativement indépendants, mais l'équilibration de leurs coordinations revient à les rendre solidaires tout en conservant ces distinctions sources de négations (si $B = A + A'$ alors A' est la complémentaire, donc la négation de A sous B). Dans le cas de l'équilibre entre la différenciation et l'intégration la situation est encore plus paradoxale, puisque celle-là menace la conservation de celle-ci tout en la renforçant. De façon générale, on peut donc dire que le propre des équilibrations cognitives consiste en ceci que les contraires, non seulement s'attirent comme deux charges électriques de sens différents, mais s'engendrent mutuellement, ce qui suppose un cycle fermé susceptible de s'élargir et de s'enrichir tout en conservant sa forme de cycle (cf. § 1), mais ce qui explique aussi le caractère indissociable des constructions et des compensations car, pour qu'à la fois le tout conserve les parties et réciproquement lors de chaque modification, il faut bien qu'il y ait simultanément production et conservation.