

INTRODUCTION
L'ÉPISTÉMOLOGIE DES RÉGULATIONS

Jean PIAGET

Centre d'Épistémologie Génétique Université de Genève

Texte d'introduction au 2^e volume des
Séminaires interdisciplinaire du Collège de France
(éd. A. Lichnerowicz, F. Perroux, G. Gadoffre.
Paris: Maloine, 1977
(Pagination conforme à l'original.)

Version électronique réalisée par les soins de la
Fondation Jean Piaget pour recherches
psychologiques et épistémologiques.

Lichnerowicz a écrit quelque part que si chaque discipline passe au cours de son histoire par une phase où elle manifeste quelque tendance impérialiste, le tour semble en être venu à l'épistémologie et nous devons bien reconnaître que, sous le prétexte de viser l'interdisciplinarité, ses représentants cèdent parfois à la tentation d'en dire un peu trop sur des sujets qu'ils ne dominent qu'approximativement. En me faisant le grand honneur de me demander une introduction pour le beau volume contenant les travaux d'un symposium sur les régulations et équilibrations, auquel j'ai malheureusement été empêché de participer, mon cher collègue et ami F. Perroux me place exactement dans une telle situation, car à lire les différents exposés qui ont été discutés en ce colloque je n'étonnerai personne en disant que je n'en comprends aucun en son détail technique, et pourtant je devrais les présenter en les coiffant de quelques remarques générales sur les notions centrales faisant l'objet de ces débats. Si j'accepte néanmoins un tel risque, ce n'est alors bien entendu que pour soulever des problèmes et montrer que dans les sciences humaines, et en particulier quant à la psychogenèse des structures cognitives que je cherche pour ma part à expliquer par des processus d'équilibration et d'autorégulations, ces notions demeurent en elles-mêmes encore pleines d'implications cachées.

Il existe, en effet, un certain nombre de niveaux de complexité variable dans les mécanismes de compensation, de régulation et d'équilibration, à partir des formes physiques les plus simples jusqu'aux autorégulations et auto-organisations propres aux systèmes cognitifs capables d'engendrer leurs propres programmes et d'en créer de nouveaux. Le problème le plus général que soulève cette hiérarchie est alors celui de l'évolution interne ou déterminée de l'extérieur qui conduit d'un niveau au suivant, et, comme les paliers supérieurs des autorégulations inhérentes aux activités du sujet humain sont préci-

sément ceux qui caractérisent les instruments de ses constructions épistémiques, les questions de régulations ou d'équilibrations ne se limitent pas à l'élaboration de modèles explicatifs applicables aux multiples phénomènes qu'étudient les diverses sciences de l'homme ou de la nature, comme les chapitres qui suivent en donnant tant de beaux exemples, mais nous conduisent au centre même des débats épistémologiques les plus généraux. A titre d'introduction à ces études nous allons donc nous demander si le mécanisme même des régulations joue en faveur d'une épistémologie constructiviste, ou d'une préformation des connaissances soit dans l'objet (empirisme), soit dans le sujet (apriorisme ou innéisme).

On répondra naturellement que n'importe quel acte de connaissance peut donner lieu à un tel débat, qu'il s'agisse de l'établissement d'une loi expérimentale, d'une explication causale quelconque, de la démonstration d'un théorème ou de l'élaboration d'une axiomatique. Pourquoi alors centrer la discussion sur les processus de régulation ? C'est qu'il élargit remarquablement le champ de l'analyse. En ce qui concerne une construction logico-mathématique, le point de vue de la régulation porte non seulement sur ses motivations (combler une lacune, accroître la cohérence, thématiser par de nouvelles prises de conscience les opérations implicites ne jouant jusque là qu'un rôle instrumental, etc. ce qui implique psychologiquement un jeu de feedbacks positifs par renforcements), mais encore sur le mécanisme temporel et en quelque sorte causal de l'invention (corriger les erreurs, neutraliser les perturbations, etc., ce qui suppose des feedbacks négatifs) : la construction épistémique nouvelle est ainsi à concevoir comme le produit d'une rééquilibration ce qui, du point de vue épistémologique peut être plus instructif que la simple analyse formelle du résultat obtenu. Pour ce qui est de celui-ci, il est d'ailleurs essentiel de se rappeler que le jeu des opérations logico-mathématiques, des plus simples aux plus complexes, doit sa formation autant que son réglage à des systèmes de compensations (inversions, réciprocités, dualités, symétries, etc.) et qu'il constitue ainsi en lui-même la forme supérieure des auto-régulations cognitives.

Quant aux explications physiques, chacun sait que celles des états d'équilibre ne peuvent être obtenues qu'en plongeant le phénomène réel dans un ensemble de possibles (travaux virtuels etc.) : or la construction de tels ensembles de possibilités comporte assurément les plus grandes difficultés lorsque la somme algébrique des travaux virtuels « compatibles avec les liaisons du système » n'est pas nulle : en effet, n'importe quelle variation, donc tout déséquilibre, constitue une ouverture sur de nouveaux possibles, d'où la complexité du calcul des diverses régulations qui s'ensuivent, du type Le Châtelier-Brown ou autre (voir le chapitre de P. Delattre sur « La régulation des systèmes

de transformations » et notamment son analyse des régulations inversées, ainsi que le chapitre de E. Bernard-Weil sur la régulation des couples ago-antagonistes). De manière plus générale on peut même dire avec G. Henriques que « la pensée n'aperçoit de rapports nécessaires à l'intérieur du réel qu'en l'intégrant dans un tel système de possibles (1) ». Mais si les transformations, régulations et stabilités qu'il s'agit d'atteindre en ces situations physiques sont naturellement attribuées aux objets, il n'en reste pas moins que les notions fondamentales de variations et de compensations au moyen desquelles le sujet les assimile et les reconstitue déductivement sont tirées des actions et opérations de ce sujet, et que l'insertion générale des faits dans le possible montre assez cette part de construction dépassant les observables. Or l'autorégulation de cette activité constructive est d'autant plus complexe qu'elle englobe précisément un ensemble de possibles, car si un système de faits réels et actuels peut être délimité en choisissant (mais déjà plus ou moins arbitrairement) des critères donnés et factuels, le découpage des possibles en systèmes se prêtant aux structurations désirées comporte une série d'ajustements et de décisions déterminées par une téléonomie elle-même sujette à fluctuations, autrement, dit une procédure auto-régulatrice exigeant une élaboration d'autant plus poussée qu'elle porte sur une plus grande variété de possibles. Ce processus autorégulateur du sujet théoricien est alors particulièrement instructif, du point de vue épistémologique, du fait qu'il met en évidence la nécessité d'une interaction continue entre les abstractions empiriques (à partir des objets de départ ou des données expérimentales confirmant ou infirmant les anticipations inférentielles) et les abstractions « réfléchissantes » tirées des opérations mêmes du sujet ou de ses structures opératoires, notamment lorsqu'il raisonne sur les possibles.

Cela dit, revenons à notre problème, qui est donc d'établir si les modèles de régulations attribués à des réalités (physiques, biologiques ou proprement humaines) ainsi que les procédures autorégulatrices du sujet logicien, mathématicien ou théoricien en général sont plus favorables à une épistémologie constructiviste, empirique ou aprioriste. Pour en décider, il s'agit d'abord d'analyser les divers niveaux de régulations ou d'équilibration en jeu dans les réalités concernées, car cette hiérarchie, si elle existe, sera déjà à elle seule instructive pour notre propos. Nous distinguerons à cet égard six paliers successifs.

I. – Le premier est celui des simples compensations, observables dès les phénomènes physiques. Lorsqu'un système en équilibre est

(1) P. 197 de « *L'explication dans les sciences* », Flammarion, 1973.

soumis à une légère perturbation, il la corrige sans plus et conserve son équilibre grâce à cette compensation élémentaire due à l'interaction des forces opposées en présence. Si la perturbation dépasse une certaine limite il y a par contre déplacement d'équilibre, mais avec compensation partielle ou « modération » de la variation, comme dans le cas de l'effet Le Châtelier-Brown.

II. – Le second palier est plus intéressant car, quoique de nature encore purement physique, il annonce les régulations biologiques : c'est celui des structures dissipatives de Prigogine que A. Kastler en son chapitre sur les « Processus cohérents en physique quantique » propose d'appeler « structures constructives-dissipatives » parce que chacune d'entre elles est « simultanément » constructive en tant qu'« ordonnée, cohérente, riche en néguentropie » et dissipative en tant que déversant de l'entropie dans le milieu extérieur. En notre Centre d'épistémologie génétique, R. Garcia a rappelé un exemple plus simple de formes successives d'équilibre en hydrodynamique : en un grand bocal cylindrique bien fermé et muni en son axe d'un cylindre plein, de diamètre suffisant, on imprime à ces deux cylindres des mouvements de rotation de vitesses respectives distinctes et progressives et l'on obtient ainsi dans le liquide des états successifs de stabilité *A*, *B* et *C* présentant des formes *A* de seule rotation, *B* d'anneaux à périodicité axiale simple et *C* à périodicité double. Mais si, comme le dit Kastler, les structures de Prigogine « se comportent exactement comme un être vivant » du point de vue du bilan thermodynamique, une différence notable les en sépare quant aux processus de filiation. Lorsqu'une nouvelle structure organique succède à une précédente, elle en conserve des parties essentielles et se les intègre grâce à la continuité ou « mémoire » phylogénétique. Or cette mémoire se transmet de génération en génération par l'intermédiaire du processus de la « reproduction » ou « multiplication », inconnu des structures physiques même si, comme l'a montré D. Coles (2), les phases successives des systèmes hydrodynamiques dont il vient d'être question présentent déjà une dimension historique en ce sens que les résultats de toute action exercée sur le système dépendent de ses états antérieurs.

III. – Le troisième palier sera donc celui des régulations organiques élémentaires, un organisme vivant se distinguant des systèmes précédents par les deux caractères fondamentaux non seulement d'être susceptibles de reproduction par une multiplication, conservant un programme héréditaire mais encore d'être isolables par rapport aux

(2) D. Coles, *Transition in circular Covert Flow*, Journal of Fluid Mechanics, vol. 25 (1965).

systèmes englobants, et par conséquent déplaçables d'un milieu en un autre sans changer pour autant de programmation, tandis qu'un système physique est toujours subordonné au contexte qui l'environne. En ce cas les régulations ne consistent pas seulement à rétablir un équilibre en réponse à un déséquilibre, mais à conserver au maximum le programme inhérent au génotype et à l'épigenèse de l'espèce concernée, avec la téléonomie interne qu'il comporte. Cette forme de régulation, malgré le passé historique dont a dépendu sa constitution, est donc essentiellement conservatrice, et, comme le dit Monod avec raison si l'on demeure sur le terrain purement biochimique ou physiologique, le caractère propre de la vie est son pouvoir de conservation et non pas d'évolution.

IV. – Par contre, si l'on se place au point de vue du comportement, c'est-à-dire des actions de l'organisme *sur* le milieu (et non pas de ses échanges énergétiques *avec* celui-ci) un quatrième niveau de régulations est à distinguer, bien différent du précédent. En effet, le propre du comportement, (sinon de chaque individu du moins au sein d'une espèce ou lors du passage d'une espèce à une autre, voisine) est de conduire à des dépassements selon deux aspects complémentaires : d'une part on assiste à des extensions du milieu (en surface, en altitude, en des conditions inhabituelles, etc.) et, de ce fait ou sur place, il y a, d'autre part, tendance au renforcement des pouvoirs de l'organisme sur son environnement. En un mot, tandis que les régulations physiologiques sont essentiellement conservatrices, celles du comportement visent l'amélioration de l'équilibre entre l'être vivant et son milieu, d'où les retentissements spectaculaires des conduites sur la morphologie de l'animal, en particulier dans le domaine de la locomotion. Sans revenir pour autant à la doctrine lamarckienne d'une influence directe du milieu sur l'hérédité, et surtout sans concevoir avec Lamarck les comportements comme les produits des seules « circonstances » extérieures puisqu'ils témoignent au contraire d'une continuelle activité endogène, on peut donc supposer sans invraisemblance majeure que le comportement constitue le moteur principal de l'évolution, comme nous cherchons à le montrer en un petit ouvrage, hélas spéculatif, paru récemment (3). Mais, même en se refusant à une telle conclusion, on ne peut que reconnaître en quoi les régulations propres au comportement sont sources de nouveautés, en contraste avec ce que présentent les paliers précédents.

V. – De là au cinquième niveau il y a alors continuité relative, malgré la distance qui sépare des comportements sensori-moteurs la

(3) J. Piaget, *Le comportement, moteur de l'évolution*. Gallimard (coll. Idées) 1976.

formation de la pensée conceptuelle et socialisée (grâce au langage articulé). Ce nouveau palier est celui que nous avons longuement étudié chez l'enfant et qui conduit de l'intériorisation des actions à la formation des premières structures opératoires (classes, relations et nombres « naturels »). Or ces opérations, comme nous avons cherché à le montrer, constituent le produit des régulations formatrices de la réversibilité logique (compensations généralisées entre opérations directes et inverses), autrement dit d'une auto-organisation génératrice de systèmes cognitifs si stables qu'ils tendent à devenir intemporels. Plus précisément, si la structure comme telle se stabilise en tant que système conceptuel exprimant ce que le sujet « sait faire » (une classification, etc.), elle n'est pas pour autant thématifiée par lui et ses opérations demeurent à l'état d'actions temporelles, mais autoréglées sous forme de régulations finalement « parfaites » (au sens cybernétique), c'est-à-dire anticipatrices autant que rétroactives et avec précorrection des erreurs.

VI. – Le sixième niveau est alors celui de thématification des structures, donc de la pensée scientifique. Mais le jeu des régulations est loin de s'affaiblir ou de se ralentir à ce palier d'équilibration finale, car toute structure ouvre de nouvelles possibilités et il s'agit donc sans cesse de combler des lacunes, d'éviter des contradictions et de rééquilibrer l'ensemble des systèmes. Dès le passage de l'enfance à l'adolescence on voit ainsi les structures de classification (avec classes disjointes et inclusions simples) se compléter par la construction d'« ensemble des parties » et de groupes de quaternarité coordonnant les inversions ou négations et les réciprocitys, etc. Au niveau des formalisations on sait assez, aujourd'hui, que l'achèvement de chaque structure exige une clef de voûte qui est à chercher en des structures plus « fortes », ce qui signifie en fin de compte que les constructions logico-mathématiques ne sauraient s'achever et sont conduites à s'appuyer sans cesse sur ce qui est ou reste en devenir : un tel fait constitue une expression saisissante de la réalité d'un constructivisme autorégulateur.

Ceci nous ramène à notre problème de la signification épistémologique des régulations et de l'équilibration. Deux questions sont à examiner à cet égard : celle du pourquoi de la succession de nos six niveaux et celle de la nature même des mécanismes régulateurs en tant que résultats empiriques des lectures de l'expérience ou d'un pouvoir inné et *a priori* du sujet ou enfin en tant qu'expression de ses activités constructives préorientées mais non pas préformées.

Pour ce qui est de l'ordre de formation de nos niveaux, on voit qu'ils conduisent des simples compensations de caractère physique à un palier final d'auto-organisation qui semble créatrice de continues

nouveautés. En fait, chacun d'eux conserve l'acquis du précédent en y ajoutant une propriété ou un pouvoir nouveaux. Aux compensations intérieures au système (niveau I) s'ajoutent en II les compensations dans les échanges avec l'extérieur (échange de chaleur ou de forces). Au niveau organique III se joint la filiation génétique des structures avec la formation, due à ces emboîtements héréditaires, d'une téléonomie interne visant à la conservation des systèmes complexes ainsi constitués en fonction de leur histoire. Avec le comportement (IV) cette téléonomie se complète sous de nouvelles formes, mais dorénavant externes, qui subordonnent les échanges énergétiques avec le milieu à des actions susceptibles de les renforcer (recherche de la nourriture, etc.), d'où les dépassements décrits plus haut dans le double sens de l'extension du milieu et de l'accroissement des pouvoirs de l'être vivant. C'est alors sur ce nouveau terrain des pouvoirs de l'organisme que les régulations jusque là matérielles vont s'enrichir de façon accélérée dans la direction des pouvoirs cognitifs : l'intériorisation des actions en opérations conduit à l'équilibration de structures cognitives d'ensemble (niveau V), et celles-ci une fois thématifiées par une abstraction réfléchie et d'autant mieux régulatrice aboutissent à la création scientifique (VI). Mais jusqu'à ce dernier niveau inclusivement, le mécanisme des compensations, qui constitue l'essentiel des régulations, demeure central dans les activités cognitives du sujet, même devenu théoricien abstrait : qu'il s'agisse de logique, de mathématiques, de physique ou de biologie, la connaissance repose sur des transformations et, dans une équation, l'égalité entre ses deux membres est très loin de se réduire à une identité puisqu'il y a en fait (et c'est en cela qu'il y avait d'abord problème) transformation de l'un dans l'autre. Or un système de transformations n'est cohérent que s'il y a une possibilité d'une compensation généralisée entre elles, qu'il s'agisse d'opérations directes et inverses, de réciprocitys, de dualités, de symétries ou de toutes autres formes. De plus à ces compensations sans cesse actualisables s'ajoutent les lacunes à combler et ce comblement constitue lui aussi une variété de compensation lorsqu'il correspond à un besoin senti comme actuel. En bref, quelles que soient les différences qui séparent les uns des autres nos six niveaux, la notion centrale de compensation ou, ce qui revient au même, d'équilibre dynamique (donc contraire au repos) demeure constitutive des systèmes et leur succession de I à VI est un modèle de ce que nous avons coutume d'appeler une équilibration majorante.

Il devient alors facile de préciser la signification épistémologique des régulations. Une régulation vise l'amélioration possible d'un système de transformations qui elles-mêmes constituent (ou doivent être comprises comme) des actualisations au sein d'un éventail plus large de possibles. Tant en son mécanisme qu'en son champ d'application la

régulation est donc solidaire de cette notion du possible, d'usage courant en toutes les sciences, mais qui conserve quelque mystère malgré ses liaisons progressives avec la nécessité (car un fait à lui seul n'est jamais nécessaire). Nous avons rappelé plus haut son rôle indispensable en physique. En mathématiques toute construction que l'on découvre ouvre à son tour de nouvelles possibilités. Mais même en ce qui concerne des êtres banaux comme les nombres naturels leur mode d'existence soulève de curieux problèmes : nous ne savons rien des propriétés d'un entier positif que l'on ne pourrait atteindre qu'en comptant 1 à 1 durant un bon siècle, sinon qu'il existe, mais cette affirmation ne signifie pas autre chose que sa subordination à l'opération $n + 1$ qui rend nécessaire la présence d'un nouveau nombre après chaque prédécesseur. Les notions claires ne sont donc ici que le possible et le nécessaire, appliquées à des transformations, si l'on tient compte des activités opératoires du sujet, mais qui se réduisent à des « relations » si l'on en fait abstraction.

Le problème épistémologique des régulations est alors de savoir si les activités du sujet qu'elles constituent sont génératrices ou exclusivement heuristiques, les constructions que celles-ci paraissent engendrer ne consistant en ce cas qu'en actualisations tirées d'un univers ou ensemble de tous les possibles. A une plus petite échelle cela revient à se demander si une ouverture sur de nouveaux possibles est un processus formateur ou si ceux-ci étaient impliqués d'avance dans les précédents ou leurs actualisations. En effet, de même qu'au plan opératoire les transformations ou opérations effectuées par le sujet peuvent être considérées formellement comme de simples relations, les régulations en jeu dans les nouvelles constructions faites par un sujet peuvent, au vu de leur résultat, être considérées comme une simple généralisation de ce qui était déjà connu. Nous croyons au contraire que cette phase de régulations est caractéristique d'une équilibration constituant la condition nécessaire et finalement suffisante de la nouvelle forme d'équilibre (structure généralisée) à laquelle elle conduit ; l'expression « finalement » signifiant « en cas de compensations achevées ».

En leurs caractères généraux les régulations de niveaux IV à VI consistent, d'une part, en combinaisons entre des procédures possibles et un but à atteindre (ou un problème à résoudre) et, d'autre part, en sélections parmi ces possibilités en fonction des connaissances antérieures et des résultats obtenus par combinaisons. Procédant ainsi par essais et erreurs aboutissant à des corrections ou à des compléments, les régulations cognitives paraissent donc au premier abord relever d'une pure heuristique susceptible de conduire à la découverte, mais nullement à la création, de vérités nouvelles ; et cela d'autant plus que les généralisations structurales auxquelles elles aboutissent peuvent

une fois acquises se déduire nécessairement des structures antérieures, autrement dit avoir été préformées en des possibilités déjà ouvertes quoique jusque là inconnues du sujet lui-même.

Mais en raisonnant ainsi (avec le sens commun) on se heurte à un problème logique fondamental : en quoi consiste l'« ensemble des possibles » dont les régulations n'auraient consisté qu'à actualiser certains ? Il est loin d'être fermé puisque chacun d'entre eux s'ouvre sur de nouvelles possibilités. En particulier l'« ensemble de tous les possibles » est aussi antinomique que l'ensemble de tous les ensembles car le « tous » n'est lui-même qu'un possible qui se dépasse sans cesse lui-même. La combinatoire à laquelle il semble pouvoir donner lieu est en fait incalculable, parce que débouchant sur un infini non prédictif.

Il s'y ajoute le problème de l'erreur car parmi les procédures « possibles » il en est qui conduisent à des « erreurs possibles » (comparables aux mutations létales ou nocives au niveau no III). Or, l'un des seuls auteurs conséquents qui aient défendu la thèse de la préformation des connaissances, c'est-à-dire le B. Russell platonicien de la première période de son œuvre, a soutenu avec raison, que si les idées préexistent de toute éternité, les idées fausses doivent bénéficier de la même propriété, de telle sorte que, dans l'univers des idées éternelles, il y en a de fausses comme de vraies de même qu'il existe « des roses rouges comme des blanches ». Mais il a ensuite renoncé lui-même à cette absurdité, de telle sorte qu'il faut nous borner à conclure que les erreurs entrent dans les combinaisons procédurales « possibles », mais qu'une erreur corrigée par les régulations est souvent plus féconde qu'une réussite immédiate, donc que si P est fausse, la vérité de $non-P$ s'ajoute aux connaissances utiles (ou en cas de P sans signification la reconnaissance de ce fait dans le métalangage est à son tour instructive).

Nous voici donc en mesure d'aborder notre problème central : les régulations cognitives, en tant qu'activités du sujet assurant la rééquilibration qui conduit d'une structure antérieure à une nouvelle structure, sont-elles créatrices de connaissances non prédéterminées ou toutes les structures sont-elles préformées, les régulations ne consistant qu'à en actualiser certaines (donc par un processus de simple découverte et non pas d'invention formatrice) ?

Les connaissances pourraient être préformées en deux sens distincts : ou bien dans les objets, dont la connaissance ne serait qu'une copie ou une expression linguistique (empirisme) ou bien dans le sujet, pourvu en son innéité endogène d'un système complet de structures intrinsèques d'où peuvent procéder toutes les possibilités (apriorisme).

Pour ce qui est de l'empirisme, dont la forme orthodoxe ne considère que des observables et leur description en un langage logique et tautologique, l'existence même des régulations ainsi que le rôle fondamen-

tal des opérations qui en dérivent constituent un démenti constant à ce réductionnisme, puisque les unes comme les autres sont des systèmes de transformations. Répondre que celles-ci ne relèvent que d'un psychologisme non pertinent se heurte alors à la difficulté centrale qu'avait déjà soulignée le grand logicien Quine (en sa critique des « dogmes » de l'empirisme logique) et dont nous avons jadis repris l'étude en notre Centre d'épistémologie génétique : c'est l'existence de *nécessités synthétiques*, qui ne repose donc ni sur des constats expérimentaux (synthétiques mais non nécessaires) ni sur les tautologies (analytiques) auxquelles l'empirisme voudrait réduire les liaisons logiques. Or les observables ignorant par eux-mêmes toute nécessité, une nécessité synthétique ne saurait émaner que des opérations d'un sujet, préparées par des régulations : cela revient donc à dire que ces opérations constituent de réelles transformations (même si la formalisation ultérieure les traduit dans le langage des relations), et que les transformations introduisent des nouveautés. Quant aux observables, ils ne constituent eux-mêmes des faits qu'à partir du moment où ils sont « interprétés » par un sujet et cette part d'interprétation est même si essentielle que l'on a été obligé de concevoir récemment en microphysique des faits « nécessairement inobservables » en fonction même de la théorie !

Quant à l'apriorisme, ses fondements nous paraissent bien plus solides que ceux de l'empirisme puisque celui-ci, limité par les observables d'une part et par l'extension qu'il attribue aux liaisons analytiques, d'autre part, ne saurait dominer ni le possible ni le nécessaire, qui caractérisent respectivement les états de départ et d'arrivée de toute régulation cognitive achevée. La grande supériorité de l'apriorisme est, au contraire, d'admettre l'existence d'une nécessité synthétique et Kant en a remarquablement donné un exemple élémentaire avec l'addition numérique $5 + 7 = 12$, puisque 5 et 7 sont premiers et que leur réunion est divisible par 2, 3, 4 et 6. De façon plus générale, le grand mérite de l'apriorisme est de reconnaître l'existence du sujet, et, s'il existe un sujet, l'existence des régulations cognitives paraît en ce cas explicable. Mais c'est à une condition, (malheureusement pour notre père à tous qui fut le premier épistémologiste à comprendre la science newtonienne), et elle revient à dissocier soigneusement les deux propriétés que Kant croyait obligatoirement unies : la nécessité et son caractère supposé préalable. Or le grand enseignement des régulations cognitives est qu'elles aboutissent à la constitution de structures nécessaires, mais au terme de la construction et sans en procéder au départ. Nous sommes donc obligés de renoncer à l'*a priori* ainsi conçu, ou si l'on préfère, de substituer à l'apriorisme un kantisme dynamique où l'innéité épistémique serait à remplacer par une succession de constructions formatrices, ce qui

n'est évidemment pas équivalent. En un mot le kantisme a atteint les sources de la nécessité en la prêtant à un sujet, mais il a échoué à fournir une théorie du possible parce qu'il a voulu considérer son sujet comme transcendantal en lui octroyant d'avance tout ce que la critique historique et l'épistémologie génétique montrent qu'il a dû et qu'il doit encore construire : d'où les erreurs constamment invoquées contre Kant, telles que la géométrie euclidienne conçue à la fois comme nécessaire (ce qui est vrai) et comme seule possible (ce qui l'est moins), ou la logique d'Aristote jugée comme la seule valable et comme une science achevée dès sa naissance...

La signification épistémologique des régulations cognitives est donc à chercher dans la direction d'un constructivisme susceptible de rendre compte à la fois de la nécessité synthétique propre aux opérations du sujet et de la nature de possibles dont le propre est de s'engendrer par ouvertures successives et non pas de « préexister », donc d'« exister en tant que possibles » (ce qui est évidemment contradictoire) en un « ensemble » qui les contiennent tous d'avance. Le premier caractère d'une interprétation constructiviste des régulations est alors de les prêter à un sujet à la fois « naturel » (c'est-à-dire dont les activités sont psychologiques ainsi que, par le fait même, biologiques) et producteur de structures logico-mathématiques cohérentes, sources de vérité nouvelles. De cette double qualité du sujet épistémique résulte donc cette conséquence que le moteur de ses constructions n'est à chercher, ni seulement dans l'expérience des objets, qui joue assurément un rôle essentiel mais ne suffit pas à engendrer les nécessités synthétiques, ni seulement en une innéité biologique, dont le rôle est également évident (à commencer par ce qui est héréditaire dans le fonctionnement nerveux), mais ne suffit pas à rendre compte des constructions formatrices. Si ces deux facteurs habituellement invoqués demeurent insuffisants, c'est évidemment qu'un troisième doit à la fois les englober et les dépasser notablement (et cela jusqu'à intervenir déjà dans le réglage des apprentissages et même des transmissions héréditaires) : ce facteur fondamental est alors celui de l'équilibration, qui domine à toutes les échelles (le génome lui-même est déjà un système de co-adaptations entre ses unités) et qui, par le jeu des compensations à introduire (inversions, etc.) et des lacunes à combler, constitue le principal moteur de la formation des structures opératoires.

Or si les systèmes cognitifs présentent ainsi une succession de formes déjà équilibrées, puis de déséquilibres (nouveaux faits en physique, démonstrations ou généralisations insuffisantes en mathématiques, etc.) et de nouvelles structures équilibrées, une phase périodiquement indispensable en de telles alternances est celle de la *rééquilibration*, simple ou surtout majorante : c'est alors le processus des

régulations qui est appelé à jouer ce rôle et il le joue de multiples manières. Simple instrument de correction des erreurs dans les cas élémentaires, il engendre dans la suite un ensemble de procédures de mieux en mieux réglables dont les formes supérieures peuvent conduire simultanément à l'invention et à la démonstration.

En tant qu'ouverture sur de nouvelles possibilités, le processus régulateur des rééquilibrations peut en outre donner lieu à diverses variétés, en fonction des formes distinctes de « possibles », dont nous retiendrons les quatre suivantes : 1) le possible hypothétique, en jeu dans les tâtonnements, avec mélange de réussites et d'erreurs ; 2) le possible actualisable, produit des sélections dues aux connaissances antérieures et aux résultats des étapes de la régulation ; 3) le possible déductible, portant sur les variations intrinsèques d'une structure connue ; 4) le possible exigible lorsqu'une structure est supposée susceptible de généralisations et complétions, mais la procédure à suivre restant à trouver.

Quant aux formes physiques I et II de régulations et équilibres ou aux formes III découvertes par la biologie, le problème épistémologique qu'elles soulèvent est d'établir si les notions au moyen desquelles ces mécanismes sont assimilés ne sont dues qu'à des observables, sont de caractère *a priori* (4) ou impliquent les démarches constructives dont nous venons de voir qu'elles sont elles-mêmes équilibrées par les régulations cognitives IV-VI. Le problème est d'ailleurs le même lorsqu'il s'agit des formes d'équilibre ou de régulations en jeu dans les sciences humaines les plus avancées en leur mathématisation comme l'économétrie ou la démographie et les chapitres qui suivent fournissent de nombreux exemples de modèles théoriques applicables en de tels domaines. Or en chacun de ces cas I-III et analogues, il va de soi que les phénomènes à décrire et à expliquer ne peuvent l'être qu'au moyen des opérations logico-mathématiques du théoricien, elles-mêmes équilibrées, et que les notions du virtuel et du possible nécessaire à ces interprétations n'expriment point des observables et résultent de constructions déductives. Mais le rôle des opérations du sujet peut être de deux sortes bien distinctes. En premier lieu ces opérations interviennent dès la lecture et la mesure des faits, conduisant ainsi à l'établissement de lois : nous dirons en ce cas que les opérations ne sont qu'« appliquées » à un contenu fourni par l'expérience. Mais il n'y a encore là ni nécessité ni donc explication, l'emboîtement extensionnel des lois particulières en de plus générales ne présentant qu'une nécessité formelle sans atteindre la raison des contenus. Par contre l'explication débute lorsque les mêmes opérations ou d'autres qui les

relient sont « attribuées » aux objets eux-mêmes, alors conçus à titre d'opérateurs : par exemple lorsque les compensations en jeu dans les équations descriptives sont considérées comme des compensations inhérentes au réel et équilibrant de ce fait des « travaux virtuels », ou lorsqu'en cas de causalité dynamique une transformation effective est interprétée comme un composé de production et de conservation, ce qui est le propre de toute transformation opératoire. En un mot la causalité elle-même ne saurait se réduire à de simples successions régulières, comme le voudrait l'empirisme de Hume, ni les explications à des *a priori* qui les préformeraient une fois pour toutes, mais elles relèvent du même constructivisme que les opérations du sujet, puisque ce sont celles-ci qui, après avoir structuré les observables en dégageant leurs lois, permettent de les insérer en des structures d'ensemble supérieures (telles les « groupes », « treillis », « distributions », etc.) en promouvant les objets au rang d'opérateurs. Il en résulte que ce que nous avons vu sur les régulations et équilibrations cognitives rejaille nécessairement sur leurs antécédents physiques ou biologiques.

En conclusion, tandis que le préformisme sous ses formes empiristes ou aprioristes ne connaît que des états d'équilibres ou des systèmes achevés de transformations et ne considère les équilibrations que comme des démarches heuristiques ou de transition, ne visant qu'à atteindre ou retrouver ce qui était prédéterminé, le constructivisme interprète les régulations comme les instruments de rééquilibrations qui, notamment dans les processus cognitifs (IV-VI), présentent un caractère formateur et constituent le mécanisme même des nouvelles constructions dont la succession interrompue marque le devenir des comportements et des connaissances humaines.

(4) Comme chez D. Hubert qui voyait dans l'accord des mathématiques et de la réalité physique l'expression d'une « harmonie préétablie ».