

## Analyse de comportements heuristique. Quelles méthodes

par N. BALACHEFF, IRMA, GRENOBLE.

Depuis toujours l'homme désire mettre en lumière les mécanismes propres à la découverte, de l'invention, les lois qui guident l'esprit dans une recherche. De tous les problèmes soulevés par cette activité, il nous semble que le plus important aujourd'hui est celui du choix d'une méthode.

### L'introspection

Parmi toutes les réponses, la première que nous devons examiner est celle de l'histoire. La plus célèbre : "Le discours de la méthode", nous éclaire dans sa première partie sur le choix de DESCARTES : "Mon dessin n'est pas d'envisager ici la méthode que chacun doit suivre pour bien conduire sa raison, mais seulement de faire voir en quelle sorte j'ai tâché de conduire la mienne".

C'est par l'introspection qu'est donc abordée cette recherche. HADAMARD recourt lui aussi à ce moyen dans son "Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique" et il s'en explique :

"Dans cet ouvrage, j'utiliserai les résultats de l'introspection, les seuls dont je me sente qualifié pour en parler. Dans notre cas ces résultats sont assez clairs pour mériter, me semble-t-il, un certain degré de confiance... Les méthodes objectives [...] sont celles où l'expérimentateur est différent du penseur. Observation et pensée n'interfèrent pas ; mais d'autre part, on n'obtient ainsi que des renseignements indirects dont on ne déchiffre pas facilement la signification".

Remarquons cependant que dans son ouvrage, outre les références à sa propre existence, HADAMARD s'appuie largement sur les renseignements issus d'autres introspections, particulièrement POINCARÉ (1), et celles provoquées par les résultats de l'"Enquête sur les méthodes de travail des mathématiciens" (2). Dans la conférence d'Henri POINCARÉ, on relève la phrase suivante sur le choix de la méthode : "Il est temps de pénétrer plus avant et de voir ce qui se passe dans l'âme même du

(1) Bulletin de l'Institut général psychologique — 5ème Année N° 3 (1908).

(2) L'enseignement mathématique — Tome IV (1902) et Tome V (1904).

mathématicien. Pour cela, je crois que ce que j'ai de mieux à faire, c'est de rappeler mes souvenirs personnels”.

Nous laisserons à PIAGET (3) la critique de l'introspection : “Chacun croit posséder une introspection adéquate de ses propres opérations intellectuelles. Or, cette introspection, étant liée aux habitudes verbales et aux notions socialement acquises, a naturellement conduit à considérer comme suffisantes les descriptions des mécanismes de la pensée dûes aux philosophes et à la logique classique”.

Nous remarquerons que les auteurs de telles études étaient conscients des critiques possibles pour le choix de cette méthode et soit comme HADAMARD ils justifient ce choix, le montrant meilleur, soit comme POINCARÉ ils ne le trouvent pas si mauvais puisque “J'avais arrêté les principaux traits de ma conférence, quand les résultats de cette enquête [sur les méthodes de travail des mathématiciens] ont été publiés ; ... je me bornerai à dire que la majorité des témoignages confirment mes conclusions”.

L'introspection a cependant à son actif les débuts de l'école du Problem solving. C'est effectivement par cette méthode que POLYA analyse la résolution de problèmes. La rédaction de “Comment poser et résoudre un problème” résulte “d'une longue et sérieuse étude des méthodes de résolution” et POLYA ajoute plus loin qu'il se “permet toutefois de faire remarquer qu'il possède une certaine expérience de la solution des problèmes et de l'enseignement des mathématiques à des stades divers”. POLYA ne nous éclaire pas autrement sur son étude des méthodes de résolution, mais la seconde phrase nous permet de la rattacher à l'introspection. Il est remarquable que ses résultats sont les plus directement utilisables par le pédagogue. Cependant de nombreux points sur les comportements heuristiques restent sombres ; POLYA apporte une méthode, des éléments pour une démarche, il n'éclaire pas la réalité de l'élève. La raison me semble être le fait que les comportements de l'élève sont étudiés dans un champ d'interprétation qui est la réalité — ou l'expérience — du maître.

### Les méthodes expérimentales

Notons, comme introduction, cette remarque d'OLERON (3) : “Les recherches expérimentales se placent bien en face des

---

(3) Traité de Psychologie Expérimentale VII — 1969

comportements, au moins de nos jours, où l'on a renoncé à tenter de fonder les expériences,....., sur l' introspection".

Le but recherché est de trouver des lois générales du comportement ; pour cela on élabore des hypothèses spécifiques au phénomène étudié et on met sur pied des expériences afin de les tester. L'expérimentateur doit s'attacher à l'objectivité du dispositif. Si les hypothèses ne sont pas confirmées, il faudra les modifier et les tester à nouveau. Il y a donc un aller et retour entre la phase "Construction des hypothèses" et celle d'expérimentation vérificatrice". De plus, les hypothèses ne pourront être acceptées que si les résultats et les expériences sont reproductibles.

La pratique expérimentale peut prendre diverses formes :

#### Expérimentation classique

Mise au point d'un matériel expérimental dans le but de mesurer ou faire apparaître un phénomène bien précis. L'expérimentateur n'intervient pas pendant le déroulement.

Par exemple :

Expérimentation de l'IBHOP Marseille : Un dispositif permet d'allumer devant le sujet une lampe rouge, ou une lampe verte. L'expérience consiste à lui demander quelle sera la lampe allumée à l'étape suivante. Le résultat est la suite des échecs ou réussites.

#### La méthode piagetienne

"J'engageais avec mes sujets des conversations du type des interrogatoires cliniques, dans le but de découvrir quelque chose sur les processus de raisonnement qui se trouvaient derrière leurs réponses justes, avec un intérêt particulier pour ceux que cachaient les réponses fausses" (4). On trouvera des exemples de cette technique dans plusieurs ouvrages de PIAGET, particulièrement "La genèse des structures logiques élémentaires".

#### L'observation clinique

Cette technique est souvent citée dans les procédures actuelles de recherche sur les comportements heuristiques. Un bon exemple est celui des travaux de l'équipe de l'IREM de MONTPELLIER (5). Un problème est proposé à un chercheur, on entregistre le son et les images pendant la recherche et on récupère tous les documents produits. On analyse ensuite le corpus obtenu. La difficulté de

---

(4) PIAGET p. 7 par Guy Cellerier, Collection Sup.

(5) HEURISTIQUE -- IREM de MONTPELLIER -- Avril 1973

l'analyse est assez grande à cause de la richesse des informations obtenues ; il est nécessaire de prévoir une grille d'observation, comme le conseille GLAESER (6) ; dans tous les cas il apparaît comme indispensable d'établir un vocabulaire permettant une description du corpus obtenu (ce qui ne signifie pas : posséder une taxonomie des comportements).

#### La nécessité d'un modèle

GLAESER souligne (6) que "L'observation devient plus fructueuse lorsqu'on dispose de modèles provisoires destinés à formuler des conjectures que l'observateur va pouvoir confirmer ou infirmer". En effet la compréhension des comportements heuristiques ne suppose pas seulement qu'on saura les décrire (existence d'une taxonomie), mais qu'on reliera entre eux les divers comportements. Autrement dit que l'on pourra avoir un modèle du chercheur. Certes on ne peut imaginer posséder dès maintenant un modèle complet ; cependant il est bon d'en posséder un en acceptant qu'il évoluera avec la recherche. C'est l'absence de ce modèle extérieur qui a empêché les tenants de l'introspection de dépasser une description des comportements. Le choix de ce modèle est important et nous en citerons trois cas particuliers.

#### Le modèle est le chercheur lui-même

Dans la recherche par introspection, le modèle est le chercheur lui-même qui se trouve ainsi : observateur, objet de l'observation, champ d'interprétation. Ce type de référence est fréquent dans les recherches sauvages où l'on n'a pas pris la précaution de réflexions préalables pour dégager le cadre de l'investigation.

#### PIAGET

Nous relevons dans (3) qu'une "bonne expérience n'est jamais instituée que pour répondre à une question, et pour qu'une question soit bien posée, il faut pouvoir la situer dans un ensemble de problèmes". PIAGET souligne ainsi l'importance de l'élaboration d'une problématique de la recherche. CELLERIER nous décrit (4) sa démarche :

"Généralement, lorsqu'il aborde l'étude d'une notion, ..., PIAGET utilise la méthode historico-critique pour établir son état

(3) *Traité de Psychologie Expérimentale VII* — 1968

(4) PIAGET p. 7 par Guy Cellerier, Collection Sup.

(6) L'observation clinique des comportements heuristiques — GLAESER, Bulletin Inter IREM du Colloque d'Albe 1975.

actuel dans la pensée scientifique adulte ; cet état va constituer le système de référence, nécessairement mobile puisque la science évolue, dans lequel se déroulera à son tour l'analyse psychogénétique". On trouvera un exemple de cette pratique dans le plan de l'article de PIAGET dans (3) : "Les opérations intellectuelles et leur développement".

### L'intelligence artificielle

Je préfère cette désignation à "Problem Solving" pour les travaux de NEWELL et SIMON sur la résolution de problèmes, en souhaitant réserver "Problem Solving" aux tentatives d'énumération des procédés et méthodes semblables à celles de POLYA. Je pense qu'ils vont plus loin lorsqu'ils élaborent dans leur livre "Human Problem Solving" une théorie de la résolution de problèmes. Ils proposent un modèle qui doit permettre une meilleure compréhension des comportements du chercheur (Solver) et qui fournit un cadre précis pour la description et l'interprétation des phénomènes. L'idée fondamentale de NEWELL et SIMON est de considérer que le chercheur est un système de traitement de l'information. Outre la pertinence du modèle qu'ils vont ainsi construire, il a l'avantage de se trouver dans le cadre de l'informatique qui fournit un langage bien déterminé et peut être bien approprié. Le choix du langage pour élaborer une théorie est très important :

"..... Certains malentendus peuvent provenir du langage, à lui seul, que l'on est amené à employer. Lorsqu'on décrit les résultats d'une expérience quelconque, [...] le langage mathématique utilisé ne prête guère à confusion, en ce sens qu'il est relativement aisé de dissocier la forme mathématique des expressions et leur contenu psychologique" PIAGET (3).

La théorie proposée par NEWELL et SIMON peut dans ses grandes lignes se résumer, d'après les auteurs, dans les propositions suivantes :

1 — Une partie, seulement une petite partie, des caractéristiques évidentes du STI\* humain sont invariantes dans les différentes tâches (problèmes) et chercheurs.

2 — Ces caractéristiques sont suffisantes pour déterminer que l'environnement de la tâche est représenté (dans le STI) comme un espace-problème, et que la résolution a lieu dans cet espace problème.

---

(3) Traité de Psychologie Expérimentale VII — 1969

\* Système de Traitement de l'Information

3 — La structure de l'environnement de la tâche détermine les structures possibles de l'espace-problème.

4 — La structure de l'espace-problème détermine les programmes qui peuvent être utilisés pour la résolution.

NEWELL et SIMON reconnaissent un certain nombre d'omissions dans l'élaboration de leur théorie de la résolution, par exemple les variables de personnalité et motivation du chercheur : "We omit them by reason of convictions, not about the importance or unimportance of the phenomena, but about the order in which theory should develop... A plausible scientific strategy is to put our cognitive models in order before moving these other phenomena". (17) p. 8) ...

D'autre part, cette théorie est la généralisation des résultats acquis par l'observation clinique de comportements de recherche de problèmes appartenant à trois grands groupes : cryptarithmétique, logique, jeu d'échecs. La poursuite des recherches de NEWELL et SIMON se fait dans le cadre théorique évoqué ci-dessus, suivant un processus de validation expérimentale ; vers aussi l'amélioration du modèle.

### Conclusion

Quelles méthodes ? Il faut renoncer à l'introspection ; de même il faut renoncer à une analyse fondée sur l'expérience personnelle, même si elle est le fait d'un groupe. La somme de plusieurs individus ne peut prétendre être un modèle objectif. La recherche sur les comportements heuristiques doit commencer par une réflexion sur le modèle théorique, ou au moins une réflexion historico-critique ainsi que l'indique PIAGET. Cette réflexion conduira à la définition d'une problématique précise qui seule permet la mise en place d'une étude expérimentale efficace. Pour ce qui est de l'étude en milieu scolaire, il faut prendre garde, car aucune expérience n'est faite impunément. Elle ne doit être entreprise qu'après s'être assuré qu'on en contrôlera les conséquences. Pour cela on choisira des expériences ponctuelles, dont les retombées sur les enfants seront maîtrisables. Dans le même esprit, il ne faut pas négliger la phase d'observation de la classe ; la connaissance du sujet permet la préparation d'expériences en connaissance de cause. Cette observation peut dégager des informations qui seront indispensables lors de l'analyse, puis

---

(17) Human Problem Solving — Newell et Simon — 1972.

l'interprétation des résultats (composition sociale de la classe, tranches d'âge des élèves, élèves ayant des difficultés psychologiques, familiales ou matérielles, etc...). Dans la dernière phase, si des résultats sont obtenus, avant de les accepter, on s'assurera :

— si ce sont des résultats expérimentaux, qu'ils sont reproductibles ainsi que l'expérience et que les paramètres relatifs au sujet et aux dispositifs sont bien contrôlés ;

— s'ils résultent d'autres analyses, par exemple statistiques, que l'on a pris les précautions propres à l'outil utilisé.

Enfin il n'est pas inutile de réfléchir à la façon dont sa propre recherche est ses résultats s'insèrent dans les théories existantes, ou comment elles s'en écartent.

### BIBLIOGRAPHIE

CELLERIER G. : *PIAGET* — Coll. SUP, P.U.F. 1973

DESCARTES : *Discours de la méthode*.

FRAISSE - PIAGET : *Traité de psychologie expérimentale*.  
T. VII — *L'intelligence* P.U.F. 1969.

GLAESER G. : *Cours d'heuristique générale*. Université L. Pasteur  
D.E.A. de didactique, Strasbourg 1975-1976.

*L'observation clinique des comportements heuristiques*.  
Bull. Inter IREM, Mars 1975.

HADAMARD J. : *Essai sur la psychologie de l'invention dans le  
domaine mathématique*. Coll. "Discours de la méthode",  
Gauthier-Villars, 1975.

IREM de MONTPELLIER : *Heuristique*, Avril 1975.

NEWELL — SIMON : *Human problem solving*. Prentice-Hall  
inc., 1972.

PIAGET — INHELDER : *La genèse des structures logiques élé-  
mentaires*. Delachaux et Niestlé, 1967.

POINCARÉ H. : *L'invention mathématique*. Bull. de l'Institut  
Général Psychologique, 8ème année, n° 3, Mai-Juin 1908.

POLYA G. : *La découverte des mathématiques*. Dunod 1967.  
*Comment poser et résoudre un problème*. Dunod 1965.