

L'explication est-elle autre chose que la conceptualisation ?

Gérard Vergnaud

Centre National de la Recherche Scientifique, Paris

INTRODUCTION

Dans leur idéologie quotidienne, les chercheurs tiennent pour acquis que *science* signifie *explication* ; au moins autant que *fait établi* ou que *méthode reproductible*. Ces idées sont communément reçues pour différencier connaissances scientifiques et croyances non scientifiques. D'autres idées sont aussi évoquées comme celle de *preuve* ou, depuis l'ouvrage de Popper (1973), celle de *réfutabilité*.

Pourtant on peut défendre la thèse que les progrès de la science sont d'abord et principalement des progrès de la conceptualisation : des concepts plus larges, mieux reliés entre eux, ayant des propriétés plus nombreuses et mieux définies par leurs conditions d'utilisation, se substituent, par étapes ou par évolutions brusques, à des concepts plus primitifs, d'une portée plus circonscrite.

Les croyances non scientifiques peuvent être représentées comme des propositions tenues pour vraies sans véritable justification, comme c'est le cas en astrologie et dans les doctrines religieuses. Il est donc normal de considérer que les connaissances scientifiques sont des énoncés justifiés, la justification consistant justement dans les relations entre des énoncés formant système, de telle manière que, si l'on accepte certains, on est conduit à accepter les autres. C'est le système qui constitue l'explication : c'est toujours un système de plusieurs concepts et de plusieurs propositions tenues pour vraies.

La science a parfois eu beaucoup de mal à trouver son identité, et à se débarrasser des croyances non scientifiques avec lesquelles elle était associée. À l'observatoire de Jantar Mantar à Jaipur, de merveilleux gnomons en marbre vous accueillent, ainsi que d'autres instruments d'observation astronomique, construits au début du XVII^e siècle, à une époque où l'astronomie indienne était à un niveau voisin de celui de l'astronomie européenne, sinon supérieur. Le Maharadjah Jai Singh II, qui fit construire cet observatoire, était un passionné d'astronomie. Il en fit d'ailleurs construire plusieurs autres (à Delhi, à Varanasi, à Ujjain), et les savants venaient de très loin pour admirer et utiliser cette superbe avancée technique : par exemple, le grand gnomon de Jaipur permet de lire l'heure directement, à 4 secondes près, à partir de l'ombre portée. Or, dans le même observatoire on peut admirer des instruments également magnifiques permettant de lire directement le signe du zodiaque et les planètes ascendantes. Au XVII^e siècle, l'astrologie et l'astronomie vivaient en bonne compagnie, tant l'espoir de prévoir l'avenir des hommes était proche de celui de prévoir les saisons, les quartiers de la lune et le mouvement des planètes. Il a fallu beaucoup de temps pour rendre l'astronomie indépendante de l'astrologie. La coupure n'est d'ailleurs pas achevée (le sera-t-elle jamais ?) puisque des personnages éminents des arts et de la politique consultent régulièrement un astrologue : ce fut le cas de François Mitterrand comme on sait.

La différence entre l'astronomie et l'astrologie ne réside pas dans la méthode : toutes deux sont extrêmement méthodiques. Réside-t-elle dans l'explication ? Oui à certains égards. Mais pour reconnaître que l'astronomie copernicienne et galiléenne est explicative, il faut saisir que les descriptions du mouvement des astres sont plus cohérentes avec l'ensemble des observations recueillies si l'on admet que la terre tourne autour du soleil que si l'on a la conviction inverse.

Cette idée de faisceau de faits, qui peut devenir faisceau de preuves dans certains cas, est justement ce qui manque à l'astrologie. Celle-ci nous laisse dans l'impossibilité de nous représenter les relations entre les observations méticuleusement recueillies par l'astrologue sur les planètes et les configurations du ciel d'une part, et les prédictions relatives aux destinées humaines d'autre part. La géométrie des déplacements et la mécanique du mouvement des planètes n'ont aucun lien intelligible avec nos amours et nos réussites d'ici bas.

Des esprits positivistes mal intentionnés pourraient partir de cette différence pour opposer les sciences de la nature et les sciences humaines, ces dernières étant alors taxées d'être des constructions purement imaginaires, au mieux métaphoriques, au pire délirantes. Comme il existe toujours des raisonnements peu contrôlés dans le foisonnement des idées des chercheurs, il est toujours possible de trouver des exemples pathologiques pour discréditer les sciences humaines. Sokal et Bricmont (1997) ne s'en sont pas privés.

Pourtant à regarder l'histoire de la physique et de la chimie, on constate que les plus grands savants ne sont pas à l'abri de certains égarements de leur imagination. Il serait faux de croire qu'on se prémunit contre les croyances non scientifiques en déniait à l'imagination le rôle qu'elle joue dans le travail scientifique. Si l'imagination est productive, il faut bien accepter qu'elle puisse produire des conceptions fausses et pas seulement des conceptions fécondes. Certes les scientifiques se donnent des règles contraignantes concernant la méthode et l'argumentation, mais les plus grands d'entre eux ont aussi été de grands imaginatifs : cela était nécessaire pour se représenter des objets et des relations ne correspondant directement à aucune perception : Newton ne pouvait pas percevoir directement le concept de force, ni Lavoisier celui d'oxygène, ni Darwin celui d'évolution, ni Mendel celui de gène, ni Freud celui d'inconscient. Et Newton était bien audacieux de poser le principe que, si un corps en mouvement n'est soumis à aucune force, son mouvement est rectiligne et uniforme. Les principes qui contredisent le sens commun sont les meilleurs témoins de la valeur épistémologique du constructivisme.

Il me semble en effet que deux positions théoriques, apparemment contradictoires, sont compatibles :

- d'une part la perception est une représentation puisqu'elle est une forme tangible du flux de la conscience, et qu'elle consiste dans l'identification d'objets de différents niveaux de complexité, de leurs propriétés, relations et transformations. Nous avons ainsi un accès direct à certains objets matériels dont l'invariance est reconnue presque immédiatement, en dépit de leurs transformations apparentes. Nous sommes en outre capables d'identifier des objets complexes comme la trajectoire d'un ballon de football ou d'une balle de tennis, ou encore la signification symbolique d'un geste rituel ou d'un pas de danse ;
- d'autre part la science, la technologie, la littérature et l'art prodiguent des objets de pensée qui n'ont qu'un rapport lointain avec la perception des objets immédiatement accessibles dans l'environnement. Ils résultent donc d'une construction, laquelle consiste en plusieurs niveaux d'interprétation de l'expérience, pilotés par des inférences analogiques et logiques.

On peut soutenir que l'identification perceptive des objets résulte elle-même d'une certaine construction, et demande non seulement un minimum d'expérience du monde, mais aussi des décisions cognitives, justement alimentées par l'expérience : la perception de la taille et de la distance d'une voiture qui s'approche ou qui s'éloigne, la perception de sa vitesse, ne sont pas des processus purement instinctifs ; un certain développement cognitif et une certaine expérience sont nécessaires. La théorie constructiviste

apparaît encore moins contournable lorsqu'on étudie le jeu de *faire semblant* pratiqué à haute dose par les bébés de moins de quatre ans, en l'absence des objets évoqués ; et moins contournable encore lorsqu'on se penche sur certains concepts puissants construits par les scientifiques : ils contredisent la lecture communément faite des phénomènes.

Si l'on tire les conséquences de ces remarques du côté de l'épistémologie des sciences, on est conduit non seulement à critiquer, comme Popper l'a fait, la thèse que les énoncés scientifiques pourraient être déduits des observations empiriques, mais aussi la thèse de Popper lui-même que le critère de démarcation de la science serait dans la réfutabilité des énoncés scientifiques. Affirmer cela en effet, c'est accorder une place insuffisante à l'imagination et à la décision en situation d'incertitude, qui sont des caractéristiques profondes du travail scientifique. Le savant rêve et imagine, Bachelard (1947) l'a senti plus que tout autre, et il parie sur des hypothèses qui ont le statut de propositions tenues pour vraies, davantage que celui de pures hypothèses. En effet on peut aisément changer d'hypothèse, s'il ne s'agit que de pures hypothèses. La relation d'un chercheur à son idée n'est pas de cette nature. Il croit à son idée, même s'il sait qu'elle reste incertaine. Il y a de ce point de vue une grande différence entre un modèle et une théorie. On peut admettre qu'un chercheur élabore un modèle *pour voir*, comme on dit, c'est-à-dire pour explorer des possibilités auxquelles il croit modérément, mais un chercheur n'élabore pas une théorie s'il n'y croit pas. Newton, Lavoisier, Darwin, Mendel et Freud croyaient en ce qu'ils inventaient.

UN EXEMPLE DE CONCEPTUALISATION, L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES

Ramenons notre propos à des questions plus proches des sciences de l'éducation. Lorsqu'un élève de collège ne comprend pas certaines opérations sur les nombres négatifs, et qu'il hésite par exemple à soustraire deux nombres de signes contraires comme :

$$(+ 14) - (- 23), \text{ ou } (- 14) - (+ 23), \text{ ou encore } (- 23) - (+ 14),$$

on peut bien entendu lui expliquer les raisons de la règle du changement de signe, ou la signification élargie que prend alors l'opération de soustraction, qui est pensée au départ par les enfants comme la diminution d'un état initial donné (*j'avais 9 francs, j'en dépense 4 ; combien me reste-t-il ?*), ou éventuellement comme la complémentation d'une partie à un tout (*il y a 12 enfants pour l'anniversaire d'Anne ; 3 sont des garçons ; combien y a-t-il de filles ?*). On sait aujourd'hui que le trouble des élèves face aux nombres négatifs vient principalement du fait que le concept de nombre tire son

origine des concepts de cardinal et de mesure, le cardinal n'étant d'ailleurs rien d'autre que la mesure des quantités discrètes : dans cette conception initiale du nombre, dont témoignent aussi bien l'histoire des mathématiques que les premiers apprentissages numériques des enfants, les nombres ne peuvent être que positifs puisque ce sont des mesures.

Introduire les nombres négatifs dans la classe, c'est obliger les élèves à dépasser cette conception et à se représenter les nombres comme des transformations (augmentations et diminutions), comme des relations (de plus que, de moins que), des positions relatives (trois cases en avant, deux cases en arrière), des dettes et des créances. Les élèves sont alors conduits à considérer la réunion de deux parties en un tout, ou l'accroissement d'une quantité initiale, comme des cas particuliers d'addition parmi d'autres, et la soustraction comme éventuellement autre chose qu'une diminution ou une perte. C'est une révolution conceptuelle.

Que le maître vive cette situation comme un problème d'explication n'est pas pour surprendre, puisqu'il dispose, lui, d'une conception élaborée des relatifs, et que son activité d'enseignant lui apparaît d'abord comme une activité de transmission. Expliquer, pour le maître, c'est faire passer dans un esprit novice une connaissance conquise laborieusement au cours de l'histoire. Mais pour l'élève, recevoir l'explication du maître, si tant est qu'il la reçoive, c'est changer de conception, élargir considérablement la signification et la portée du concept de nombre et surmonter l'obstacle épistémologique que constitue sa conception antérieure. En même temps, mais pas de manière homogène ni automatique pour les différentes situations d'addition et de soustraction qui peuvent se présenter, et elles sont nombreuses, l'élève est conduit à modifier sa conception des opérations numériques. C'est une révolution par étapes puisque certains cas de figures sont compris et maîtrisés assez vite, alors que certains autres restent difficiles pour la majorité des élèves à la fin du collège. Ils se heurtent ainsi à des obstacles comparables, toutes proportions gardées, à ceux rencontrés par les mathématiciens eux-mêmes jusqu'au XIX^e siècle (Glaeser, 1981).

Un deuxième exemple, parent du premier, est celui de l'algébrisation de la droite. On peut l'illustrer par le caractère contre-intuitif des relations de Chasles pour certaines configurations, alors qu'elles sont triviales pour d'autres.

$$\overline{AB} = \text{abs}(B) - \text{abs}(A)$$

$$\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC}$$

$$\overline{AB} = \overline{AC} - \overline{BC}$$

Exemple trivial



Exemple contre-intuitif



S'approprier les relations de Chasles,

- c'est penser la valeur algébrique (abscisse du point d'arrivée – abscisse du point de départ) comme une opération générale, que le point d'arrivée se trouve à gauche ou à droite du point de départ, et quelle que soit la valeur positive ou négative de chacune de ces abscisses ;
- c'est aussi adopter l'idée que (-4) est plus petit que (-2) ;
- c'est enfin reconnaître que le calcul sur les abscisses est un système cohérent quelle que soit la position des points A, B et C sur la droite.

$$(\text{abs } B - \text{abs } A) + (\text{abs } C - \text{abs } B) = (\text{abs } C - \text{abs } A)$$

Le concept de relation invariante prend ici tout son poids : l'invariance concerne en effet les cas contre-intuitifs comme les cas triviaux. Le processus de conceptualisation consiste à penser les différentes configurations comme des objets faisant partie d'une même classe, à considérer que les abscisses peuvent se soustraire comme des nombres, que les valeurs algébriques \overline{AB} et \overline{AC} peuvent s'ajouter quelle que soit leur valeur positive ou négative, et qu'au total les opérations sur les segments orientés et sur les points se traduisent toutes par des additions et des soustractions de nombres relatifs. On peut difficilement rêver d'un meilleur exemple de construction d'un système cohérent de concepts et de théorèmes, construction à laquelle les mathématiciens ont travaillé pendant des siècles, et que les élèves doivent s'approprier en quelques mois, voire quelques jours : combien d'enseignants en effet ne pensent-ils pas que ce qui vient d'être enseigné et expliqué doit être su la semaine suivante ?

La conceptualisation est ici essentielle ; c'est elle qui fait la différence entre un élève qui a compris ce système et un élève qui reste accroché à une conception reposant sur la composition bout à bout de longueurs dont les mesures sont toutes positives. Ce processus de conceptualisation prend du temps : des semaines, voire des mois. L'explication du maître peut contribuer à créer les conditions favorables aux prises de conscience nécessaires, mais son pouvoir s'arrête là. Elle n'est pas reçue par l'élève si celui-ci ne parvient pas à percevoir la cohérence du système, sous sa propre responsabilité cognitive. C'est en effet une décision cognitive que de

reconnaître qu'une même relation est vraie dans des cas de figure aussi différents que ceux évoqués plus haut. Cette décision introduit de l'invariance là où il n'y en avait pas, ou pas assez. Il n'y a pas de conceptualisation sans la construction d'invariants, d'autant qu'il s'agit justement de maîtriser une variété de cas.

Un tel phénomène intervient chaque fois que, dans la vie ordinaire ou dans la vie professionnelle, on comprend quelque chose de nouveau. Le concept de décision cognitive n'a pas été beaucoup travaillé dans la littérature scientifique, y compris par Piaget, qui en a pourtant fourni beaucoup d'exemples. Il concerne en premier lieu les inventeurs eux-mêmes : qu'il s'agisse de Chasles ou d'Archimède, l'eureka de la prise de conscience correspond bien à l'émergence d'une relation nouvelle, dont la forme première est implicite, voire inconsciente. Elle peut prendre une forme métaphorique. L'imagination est ainsi au centre du processus de conceptualisation. D'une certaine manière le savant n'est pas différent du poète, sur ce point en tout cas.

RETOUR SUR LA CAUSALITÉ

La question des relations de causalité vient brouiller celles de l'explication et de la conceptualisation. Sans remonter à Aristote, et aux différentes catégories de causes qu'il distingue, on peut retenir aujourd'hui que la notion de cause renvoie à deux idées sensiblement différentes :

- celle de relation entre un événement antérieur (ou plusieurs) et un événement ultérieur considéré comme la conséquence des événements antérieurs. La cause de la mort d'Euripide, c'est la chute de la tuile qui lui est tombée sur la tête, à partir du toit de la maison près de laquelle il se promenait ;
- celle de relation d'emboîtement, ou plutôt d'inclusion entre classes de phénomènes : la chute des corps est un cas particulier de l'attraction universelle. L'attraction universelle est pensée comme la cause, la chute des corps comme la conséquence. On a à faire cette fois à une implication entre systèmes théoriques, l'un étant plus général que l'autre.

L'idée de relation entre événements relève d'une épistémologie sommaire, qui suffit largement pour beaucoup de raisonnements quotidiens ; mais qui conduit dans l'impasse pour les raisonnements scientifiques. En effet, ce n'est pas un événement antérieur qui détermine le phénomène à expliquer, mais l'ensemble des conditions qui président à l'apparition de ce phénomène, notamment lorsqu'il y a conjonction contingente de phénomènes indépendants : que la tuile tombe relève des techniques du bâtiment et de

la météorologie, qu'Euripide se promène dans la rue au même moment relève de l'organisation temporelle de ses différentes activités. Soyons honnêtes : ce n'est pas une appréciation épistémologiquement insoutenable de considérer la chute de la tuile comme la cause de la mort d'Euripide, mais si un lanceur spatial rate son envol, on ne peut pas se contenter d'en rechercher la cause dans de simples événements ; il faut considérer les nombreuses conditions qui peuvent avoir contribué au dysfonctionnement du système, et à quels moments. On est alors renvoyé à l'analyse des caractéristiques des systèmes techniques mis en œuvre, et inévitablement à des conceptualisations scientifiques et techniques de haut niveau.

Il n'en est pas moins vrai qu'un geste malheureux peut conduire à une catastrophe, dans la conduite d'un avion, d'un train, d'une centrale nucléaire. On applique alors tout naturellement une conception événementielle de la causalité. Certaines entreprises comme la SNCF ont même poussé les règlements jusqu'à faire des décisions humaines les seules responsables de la catastrophe, de manière à ne pas mettre en cause le matériel ferroviaire, l'infrastructure, l'organisation du travail, dont est responsable l'encadrement supérieur. Cette réduction de la complexité des causes à la responsabilité humaine n'est pas innocente. Il est bon d'en critiquer l'insuffisance et la perversité. Mais si l'on veut élever la discussion au plan épistémologique, on peut voir dans ces travers la manifestation du caractère fondamentalement anthropocentré de la notion de causalité. C'est parce que l'homme agit et attend des effets de ses actions que la notion de cause-événement est devenue omniprésente dans nos modes de pensée. Parmi toutes les conditions qui président à l'apparition d'un phénomène, celles qui relèvent de l'action humaine sont clairement privilégiées. Comment pourrait-il en être autrement ?

Lorsqu'on considère la causalité comme une relation d'inclusion entre classes de phénomènes, on fait un pas important de plus dans la conceptualisation. C'est en effet autre chose de considérer l'action de l'homme comme un élément parmi d'autres d'un système complexe, ou comme une cause agissant de l'extérieur sur un système fondamentalement différent de lui. La conduite de dispositifs techniques sophistiqués montre déjà l'intérêt du concept intégré de système homme-machine ; la collaboration entre acteurs dans une action collective rend encore plus nécessaire cette idée de système. Le coup de pied du footballeur qui marque un but est certes spectaculaire, mais on sait aussi que la marque dépend de tout un système dynamique d'actions individuelles et collectives, elles-mêmes circonstanciées par l'état du terrain, l'état de fatigue des joueurs des deux équipes, l'histoire de leurs rapports.

On se rapproche ainsi de la psychologie de l'éducation, puisque l'éducation est un système d'acteurs et de relations entre acteurs d'une grande complexité. D'une telle complexité qu'on est fatalement conduit à réduire

les phénomènes observés (réussites, échecs, dysfonctionnements, crises, violences) à des relations causales, pour l'analyse desquelles on ne retient que certaines conditions, en ignorant les autres. Cette réduction est parfois opérée après réflexion, parce qu'on ne peut pas tenir compte de tout, et que certains déterminants pèsent plus lourd que d'autres. Mais ces processus réducteurs restent souvent inconscients, et témoignent le plus souvent d'une conceptualisation insuffisante des conditions et phénomènes qui interviennent dans les processus éducatifs. Par exemple, on évoque plus facilement les compétences individuelles des élèves et leur histoire personnelle que les processus d'appropriation du savoir ; les quartiers d'habitation que l'architecture des écoles et des classes. Le nombre d'élèves par classe est une variable omniprésente dans les revendications des professeurs et des parents d'élèves, ainsi que dans les décisions des autorités administratives ; la formation et l'expérience des enseignants est beaucoup moins évoquée. La personnalité et le charisme personnel d'un enseignant sont eux-mêmes davantage visibles que sa compétence didactique proprement dite telle qu'on peut l'évaluer par la mise en scène des connaissances qu'il est en mesure d'organiser et par ses modalités d'intervention et d'animation.

Les chercheurs sont donc pris entre deux préoccupations contradictoires. D'une part il n'y a pas de raison de faire *a priori* l'impasse sur certaines des conditions dans lesquelles se présentent les phénomènes éducatifs ; toutes sont bonnes à considérer. D'autre part il est impossible de les considérer toutes à la fois ; et l'ensemble du système ne peut pas être formalisé dans un système circonscrit de phénomènes et d'objets de pensée.

On peut même aller plus loin et affirmer qu'il n'est pas souhaitable de rechercher l'exhaustivité, parce qu'elle ne débouche sur rien de pratique. La « maladie infantile » des scientifiques, de chercher à être exhaustifs, s'explique et se justifie par le fait que des variables apparemment mineures peuvent avoir des effets insoupçonnés dans certaines conditions. Malheureusement on peut ainsi tomber dans un puits sans fond de conditions enchevêtrées les unes dans les autres, et aboutir à ce qu'on appelle, dans le jargon des consultants d'entreprises, une « usine à gaz ». La nécessité de se donner des limites dans la prise en compte des conditions qui, en toute hypothèse, pourraient avoir une importance imprévue, est vraie pour l'éducation comme pour la vie des entreprises, pour l'étude de l'apprentissage comme pour la description et l'analyse des compétences professionnelles. Mais c'est un problème qui concerne aussi les sciences plus classiques et plus matures comme la physique : si on voulait écrire toutes les interactions entre particules dans un atome de plutonium, me dit un jour un collègue physicien, une masse d'encre égale à la masse de l'univers n'y suffirait pas. On peut évidemment en dire autant pour les orbites d'activité du cerveau, avec ses 20 milliards de neurones et ses milliers de synapses par neurone, ainsi que pour les phénomènes éducatifs.

Cette appréciation n'est pas un aveu de faiblesse mais un jugement de réalisme, qui s'appuie sur deux caractéristiques fondamentales de l'activité scientifique :

- la résistance indéfinie du réel,
- le caractère incontournable de la décision en situation d'incertitude.

Ce dernier point nous conduit vers une réflexion sur les rapports entre action et conceptualisation.

ACTION ET CONCEPTUALISATION

C'est dans l'action d'abord que les hommes et les femmes rencontrent ce double problème de la résistance du réel et de la nécessité de devoir agir et choisir sans en savoir assez. Le concept de schème, que j'ai abondamment commenté dans d'autres écrits (Vergnaud & Récopé, 2000) résume assez bien cette caractéristique de l'action.

On peut définir le schème comme une organisation invariante de l'activité pour une classe de situations, composée de quatre catégories d'éléments, tous indispensables :

- un but, ou plusieurs, et le cortège de sous-buts et d'anticipations qui en dérive ;
- des règles d'action, de prise d'information et de contrôle qui engendrent le déroulement temporel de l'activité et de la conduite observable ;
- des invariants opératoires, c'est-à-dire des catégories et des relations permettant de prélever l'information pertinente (concepts en acte), ainsi que des propositions tenues pour vraies (théorèmes en acte). Leur fonction est d'articuler ensemble caractéristiques de la situation, buts, sous-buts et règles ;
- des possibilités d'inférence, qui permettent justement de calculer en situation, *hic et nunc*, les conséquences des informations recueillies et des propositions tenues pour vraies. Ce calcul reste largement implicite, voire inconscient.

Qu'il s'agisse du geste d'un sportif, d'un artisan ou d'une danseuse, le déroulement temporel du geste comporte des actions synchroniquement et diachroniquement organisées, des prises d'information et des contrôles. Le seul moyen que nous ayons d'en parler est de considérer que ce déroulement temporel de l'activité est engendré par des règles. C'est la composante générative du schème.

Mais on ne peut pas comprendre ces règles sans les relier aux deux autres composantes que sont les buts et les sous-buts de l'activité, qui forment la composante intentionnelle du schème, et les invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte), qui forment la composante épistémique du schème. C'est cette composante épistémique qui permet de comprendre la relation entre l'action et la conceptualisation. En effet, même si un concept n'est pleinement un concept que s'il est exprimé (Piaget (1964, 1974) et Vygotsky (1985) semblent d'accord sur ce point), la source de la conceptualisation se situe ailleurs : dans l'identification des objets et des propriétés nécessaires à l'efficacité de l'action, que ces objets et propriétés soient directement accessibles à la perception, ou qu'ils relèvent d'une construction, et donc pour partie de l'imagination.

L'action repose donc sur la conceptualisation, fût-elle peu explicite, voire totalement implicite ou même inconsciente. Ce qui est vrai des schèmes d'action gestuelle est vrai aussi des schèmes de raisonnement scientifique et technique, des schèmes d'interaction sociale et langagière, de l'affectivité. L'émotion elle-même repose largement sur la représentation et donc sur le système de catégories et d'interprétations avec lequel nous gérons notre rapport au monde. Il n'y a pas plus d'affectif sans cognitif que de cognitif sans affectif. Le concept de schème devrait permettre d'intégrer en une seule unité fonctionnelle ces deux aspects de l'activité, qui ne sont séparables que pour les besoins de l'analyse.

Le retournement théorique qui nous intéresse ici est que, si l'action repose sur la conceptualisation, la conceptualisation partage inévitablement certaines caractéristiques de l'action :

- le choix de ce qui est pertinent aux dépens de ce qui l'est moins ;
- la recherche de l'efficacité et de l'économie.

En d'autres termes le pragmatisme de l'action s'appuie sur le pragmatisme de la conceptualisation.

Un concept est toujours réducteur puisqu'il néglige une partie des caractères des cas qu'il recouvre, qu'il s'agisse d'objets ou de situations. Dans l'action, en raison des contraintes de temps de l'activité, il faut bien réduire la complexité de l'information disponible à ce qui est susceptible d'être maîtrisé, mais cela ne signifie pas que la simplification de notre représentation des choses soit une caractéristique spécifique de l'action.

La science elle-même est réductrice, pour des raisons d'économie. Le laconisme d'un principe ou d'une mise en équation permet de résumer en peu de mots et de symboles un ensemble considérable de phénomènes, qu'il n'est possible de reconstituer qu'en donnant certaines valeurs aux variables évoquées dans ces principes et équations. La science est donc

pragmatique, même si ses efforts pour fournir une représentation aussi complète et systématique que possible, et le temps dont elle dispose, échappent en partie aux sévères contraintes de l'action en situation.

Il semble évidemment paradoxal de plaider pour la simplicité des théories en même temps qu'on souligne la complexité des phénomènes dont il faudrait tenir compte.

On ne peut comprendre ce dilemme, et le trancher, provisoirement au moins, qu'en prenant conscience que, dans la science comme dans l'action, on ne révise et n'enrichit une conception trop schématique que parce qu'on a besoin d'un raffinement plus grand. Le travail théorique de distinction entre des situations, des objets ou des relations qu'on avait d'abord considérés comme étant de même nature, permet alors d'affiner l'action et la prévision. Prenons l'exemple de l'apprentissage de l'arithmétique élémentaire. La variété des problèmes d'addition et de soustraction (structures additives) et des problèmes de multiplication et de division (structures multiplicatives) est extrêmement grande (Vergnaud, 1981). Grande également est la variété des concepts nécessaires à cette analyse : il faut distinguer les différentes relations de base susceptibles d'être rencontrées, en considérer les combinaisons possibles, les différentes places possibles pour l'inconnue ou les inconnues, les différentes formes de présentation des informations et des questions (matérielles, langagières ou symboliques), et bien entendu les différents domaines d'activité quotidienne ou professionnelle dans lesquels ces problèmes peuvent se présenter. La classification exhaustive de ces problèmes est théoriquement possible mais elle exigerait beaucoup de recherches que les responsables politiques ne sont pas prêts à soutenir aujourd'hui. Mais jusqu'à quel point est-elle souhaitable ? Il faut garder le souci de ne pas noyer les enseignants dans une classification qui les désarmerait par son immensité. On est alors conduit à retenir les différences les plus notables, sur le double critère qu'elles soient source de différences pour les élèves, et qu'on en comprenne les raisons. Il faut notamment retenir les cas qui donnent lieu à des ruptures qualitatives au cours de l'apprentissage.

Dans les sciences dites exactes, les décisions pragmatiques sont légion : dans le travail des ingénieurs de conception, dans celui des opérateurs, dans celui des techniciens de maintenance, etc. Partout et à tous les niveaux se posent des problèmes de faisabilité, de coût, de rapport coût-performance, de formation. Au bout du compte, l'action ne repose que partiellement sur des connaissances sûres : simplement parce qu'on n'en sait jamais assez, qu'on rencontre de toutes façons beaucoup de phénomènes contingents, et qu'il faut cependant agir, dans l'incertitude. Dans cette perspective, on peut considérer que la conceptualisation est une forme d'action : comme l'action, elle repose sur des informations incomplètes, par rapport auxquelles il faut cependant prendre des décisions. Piaget a bien

montré ce phénomène avec ses recherches sur les conservations : l'évidence change de camp pour l'enfant entre la non conservation et la conservation, sans que les constats empiriques soient l'élément vraiment décisif de cette conversion. C'est bien d'une décision cognitive qu'il s'agit.

En fait l'ensemble des connaissances scientifiques est concerné par ce phénomène, qui met visiblement à contribution un principe d'économie et d'efficacité.

CONCLUSION

La logique de la présente contribution peut surprendre. Déplacer l'accent des problèmes de méthode et de preuve vers les problèmes de conceptualisation n'est pas une ligne classique de réflexion, d'autant moins que la conceptualisation est vue ici comme une décision cognitive en situation d'incertitude, avec des caractéristiques proches de celles de l'action. Dans l'étude des compétences, on tombe toujours en dernier ressort sur des différences conceptuelles. C'est l'épistémologie des disciplines scolaires, de l'apprentissage, et des pratiques professionnelles qui conduit à insister à ce point sur la conceptualisation. Qu'elle accompagne l'action, qu'elle la précède ou la suive, la conceptualisation est toujours présente, et fait la différence entre les différentes manières de s'y prendre.

Néanmoins le paradoxe de cette contribution est de concevoir l'explication comme une meilleure représentation des relations d'inclusion entre classes de phénomènes et de situations, et donc comme un meilleur système de concepts, tout en considérant la conceptualisation comme une sorte d'action, réductrice et pragmatique comme elle. Autre chose est la décision cognitive qui reconnaît l'évidence d'une nouvelle relation, d'un nouveau principe, d'un nouvel objet de pensée, d'un nouveau système de concepts, et d'autre part l'idée que l'explication serait l'identification d'une relation causale entre événements, sur le modèle de la relation entre une action et son effet. Si la décision cognitive est bien une action, c'est une autre sorte d'action que celle qui provoque l'allumage ou l'extinction de la lumière dans une pièce, ou que le geste malencontreux du bricoleur qui se tape sur les doigts avec son marteau.

Parce que la conceptualisation est réductrice, comme l'action, l'explication reste toujours partielle. Et il n'est pas négatif qu'il en soit ainsi, pour l'utilisateur de la recherche s'il veut conserver à son action sa faisabilité et son économie, et pour le chercheur s'il ne veut pas se noyer dans une vaine recherche de l'exhaustivité. Tout est affaire d'équilibre et de compromis entre des exigences contraires. C'est pourquoi il faut se méfier des épistémologies qui insistent unilatéralement sur le raffinement des distinctions et sur l'exhaustivité, ou encore sur la rigueur des méthodes et des raisonnements,

sans voir que cette rigueur n'a de sens que par rapport à des processus d'invention et d'imagination. C'est dans les moments de rupture et de progrès qualitatif des théories qu'on aperçoit le mieux ce rôle de l'imagination : elle a alors un fort caractère théorique, y compris lorsqu'il s'agit d'inventer de nouveaux instruments. Comme le soutenait Bachelard, les instruments ne sont-ils pas des théories matérialisées ?

Ainsi une explication est-elle toujours une conceptualisation de niveau supérieur. Et cette supériorité n'est souvent attestée que parce qu'elle est étroitement associée à une plus grande efficacité de l'action. Conceptualisation et pragmatisme marchent donc la main dans la main.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bachelard, G. (1947). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- Glaeser, G. (1981). Épistémologie des nombres relatifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2.3, 303-346.
- Piaget, J. (1964). *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1974). *La prise de conscience*. Paris : PUF.
- Popper, K. (1973). *La logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot.
- Sokal, A. & Bricmont, J. (1997). *Impostures intellectuelles*. Paris : Éditions Odile Jacob.
- Vergnaud, G. (1981). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne : Peter Lang.
- Vergnaud, G. & Récopé, M. (2000). De Revault d'Allonnes, à une conception du schème aujourd'hui. *Psychologie Française*, 45, 1, 35-50.
- Vygotsky, L. (1985). *Pensée et langage* (F. Sève, trad.). Paris : Éditions Sociales, Messidor.