

LA PERCEPTION PAR LES ELEVES DES CONCEPTS ASTRONOMIQUES

J. Nussbaum

Jerusalem College for Women, Bayit Vegan, Jerusalem, Israel (1)

RESUME

Le savoir astronomique repose sur l'assimilation d'un ensemble de notions diverses provenant de différents champs de la physique et des mathématiques. Au cours de ces dernières années, différents travaux ont montré que les élèves de tous âges se font une idée fautive ("misconception" ou fautive représentation) de ces notions physiques et mathématiques fondamentales, malgré l'enseignement qui leur a été dispensé. Il semblerait donc évident que pour bien enseigner l'astronomie, il faudrait délibérément corriger ces fautes représentations précoces ("preconceptions") avant ou pendant le processus de transmission du savoir. Cela n'est généralement pas le cas. Les élèves abordent donc l'astronomie avec des préconceptions naïves et erronées qui influent fortement sur le filtrage et l'interprétation du savoir nouveau qu'ils reçoivent. Il peut en résulter l'élaboration de représentations encore plus fautes et plus complexes. Cet article se propose de décrire quelques exemples de telles fautes représentations et de montrer que leur origine remonte à ces préconceptions naïves.

1: INTRODUCTION

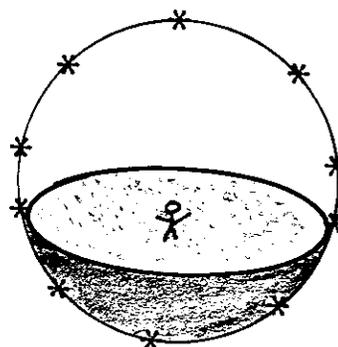
L'astronomie est aujourd'hui un des fronts les plus actifs de la recherche scientifique et les résultats absolument étonnants obtenus ces derniers temps atteignent presque aux frontières de l'imagination humaine. Pourtant, diverses études menées dans différents pays (ref. 1-6) montrent que de vastes tranches de la population scolaire appartenant à différents groupes d'âge ignorent encore de façon stupéfiante les notions et les concepts fondamentaux de l'astronomie. Une telle ignorance ne signifie pas que l'individu doive purement et simplement être considéré comme "tabula rasa" en matière d'astronomie. Dès son plus jeune âge, chaque enfant a déjà amassé un certain nombre d'impressions sur les phénomènes qu'il voit se reproduire régulièrement dans le ciel. Il a aussi été exposé à une information astronomique véhiculée par les médias modernes, par exemple les dessins animés de science-fiction qu'il voit à la télévision. En psychologie cognitive moderne, la plupart des approches admettent que les représentations mentales existant chez un individu (schèmes) déterminent sa manière de sélectionner, d'interpréter et finalement d'incorporer l'information à ses structures cognitives. Ainsi, les faiblesses du savoir astronomique constatées chez un individu et sa mauvaise compréhension des concepts fondamentaux l'amènent tout naturellement à élaborer un singulier ensemble de fautes représentations sur la structure et la dynamique du Cosmos. Le phénomène général des fautes représentations mentales en sciences est devenu, au cours de la dernière décennie, un sujet de préoccupation de plus en plus aigu pour les chercheurs en sciences de l'éducation (ref. 9-12). Bien des questions soulevées lors de l'examen rapide du problème général des fautes représentations tenues pour valides par les apprenants seront à l'arrière-plan de la discussion qui va

(1): Traduction de l'article publié dans "Proceedings of the GIREF Conference 1986: COSMOS - an Educational Challenge, Copenhagen, 18-23 August, 1986" (ESA SP-253, Nov. 1986).

suivre. Dans ce travail, nous nous intéresserons particulièrement à quelques fausses représentations bien étudiées dans le domaine de l'astronomie. Nous en examinerons quelques exemples typiques et nous tenterons d'en comprendre les origines.

Montrons d'abord par un exemple ce que nous entendons par fausse représentation mentale. Lors d'un entretien, on a posé cette question à Igal (11 ans): "Tu as dit que la Terre avait la forme d'une boule: où est cette boule? Pourquoi ne voit-on pas de forme ronde quand on regarde par la fenêtre?" Igal répondit que nous vivions à l'intérieur de la boule. Le chercheur qui dirigeait l'entretien et qui avait déjà trouvé cette fausse représentation chez d'autres enfants demanda alors à Igal de dessiner ce qu'il voulait dire. Igal dessina la Terre comme sur la figure (1). Il expliqua que la Terre était en réalité composée de deux hémisphères. L'hémisphère inférieur était solide, fait de roches et de sol et il portait les océans. L'hémisphère supérieur était un dôme constitué d'air. Igal expliqua que les gens vivaient sur la vaste surface circulaire à peu près plate qui est à l'intérieur de la boule.

Fig.(1): Modèle de la Terre à deux hémisphères



Ce genre de fausse représentation existe chez les enfants plus fréquemment qu'on ne le pense. Selon une étude, confirmée par de nombreuses autres, elle est présente chez environ 15% des enfants de 10-11 ans et environ 6% des enfants de 13 à 14 ans (ref.2). Cette conception peut nous paraître simpliste et primitive mais elle était pleine de sens et tout à fait fonctionnelle pour cet enfant. Grâce à cette représentation mentale (fausse), Igal pouvait s'expliquer le mouvement du Soleil, de son lever derrière l'horizon Est jusqu'à son coucher derrière l'horizon Ouest. Son idée était que le Soleil passait derrière la Terre pendant la nuit et il ajoutait que "lorsque le soleil est sous la Terre, il la réchauffe et c'est pour ça qu'il y a de la lave et des volcans."

Nous avons donc ici un modèle apparemment simpliste et primitif mais tout à fait fonctionnel et capable de donner une explication mécanique raisonnable à plusieurs des phénomènes connus de l'enfant. Cet enfant n'était ni stupide ni retardé. On ne lui avait jamais présenté ce modèle comme tel, mais il l'avait plutôt élaboré lui-même. Ce n'était pas un travail délibéré et conscient. Il était parvenu à ce modèle par un effort général d'interprétation des bribes de connaissances qui lui parvenaient. Bien qu'étant son modèle à lui, il l'avait élaboré en étant persuadé que c'était ce que sa "source d'information" entendait par "une Terre sphérique". Après l'avoir élaboré, cet enfant pouvait le compléter en y ajoutant des significations personnelles. Il est tout à fait

probable que ce modèle mental lui a servi pendant un certain temps à assimiler d'autres connaissances, jusqu'à ce qu'il éprouve le besoin d'en changer ou de lui faire subir des modifications importantes. Comme les représentations mentales propres à chaque individu lui servent de cadre de référence dans lequel il interprète toute information nouvelle pertinente, l'apprenant qui s'est constitué un ensemble de fausses représentations et qui les tient pour vraies est enclin à faire subir des distortions à l'information qui lui est transmise par ses professeurs. C'est à ce stade que le phénomène de la fausse représentation mentale devient un problème.

Certains lecteurs ayant affaire à des apprenants de bon niveau (lycée ou université) trouveront peut-être la description et l'analyse ci-dessus de peu d'intérêt ou tout à fait artificielle. Quelques-uns objecteront probablement que "le problème" pourrait être facilement résolu "en enseignant mieux". Mais que veut dire "mieux enseigner"? Ici, je voudrais faire remarquer que seule une étude sérieuse de la nature de fausses représentations précises et du processus processus d'évolution conceptuelle en situation de classe (ref.13) permettrait de proposer de meilleures stratégies pédagogiques.

Quelques lecteurs objecteront que ces fausses représentations mentales n'existent que chez les plus jeunes et qu'elles disparaissent d'elles mêmes à mesure que l'enfant gagne en maturité. Certains objecteront aussi que l'on pourrait résoudre le problème en attendant que l'apprenant ait atteint la disponibilité cognitive souhaitable, c'est à dire en repoussant à un âge plus avancé la présentation de certains sujets. Bien que de tels arguments semblent tout à fait raisonnables, les recherches ont montré que les fausses représentations qu'on a laissé évoluer spontanément depuis le plus jeune âge sont tenaces et résistent à toute tentative de modification en dépit de l'enseignement qui sera dispensé par la suite (ref.14). Ainsi, divers travaux ont montré que des fausses représentations rappelant fortement les vues d'Aristote sur la Nature ou les idées du Moyen-Age sur la mécanique et qui s'étaient développées spontanément au cours de l'enfance et de l'adolescence, étaient toujours acceptées et utilisées par de nombreux lycéens et étudiants du Premier Cycle universitaire qui venaient à peine de terminer un cours de mécanique newtonienne (ref.15). Deux autres études sur les concepts astronomiques chez des adultes ont mis en évidence des phénomènes similaires. Une étude menée dans une Université américaine a montré qu'un nombre significatif d'étudiants ayant à peine achevé un cycle d'initiation à l'astronomie éprouvaient des difficultés à reproduire les phases de la Lune à partir d'une situation donnée, illustrée par un dessin. Certains d'entre eux avaient en outre des vues totalement fausses sur le déroulement des phases de la Lune (ref.5). Une étude menée en Italie et en Colombie, a montré que, dans un échantillon d'adultes, nombreux étaient ceux qui avaient des vues totalement fausses sur la gravité et sur la Terre en tant que corps céleste (ref.6).

Ainsi, que nous soyons chercheur ou enseignant, ces fausses représentations méritent toute notre attention, à quelque niveau qu'elles se placent.

2: UN PARALLELE ENTRE L'HISTOIRE DES SCIENCES ET L'EVOLUTION CONCEPTUELLE DES ETUDIANTS

La position actuelle des psychologues de la connaissance sur l'extrême importance du rôle que jouent les représentations mentales propres à chaque

individu (schèmes) dans la sélection, l'interprétation, et l'assimilation de nouveaux savoirs a été formulée de façon précise dans les années 60. Ces idées rejoignent un ensemble d'idées analogues développées indépendamment en Histoire et en Philosophie des Sciences. C'est essentiellement dans les années 60 qu'une controverse éclata chez les Historiens et les Philosophes des Sciences. Cette controverse avait été déclenchée par Kuhn dont les idées sur le rôle des paradigmes et sur le caractère révolutionnaire de l'Histoire des Sciences sont certainement familières aux lecteurs. Il est clair que cette notion de "paradigme" rappelle fortement la théorie de la "Gestalt" et les notions plus récentes de "schèmes" ou de "structures conceptuelles" de la psychologie cognitive. Toulmin, une des figures les plus remarquables de l'Histoire et de la Philosophie des Sciences analyse explicitement "la compréhension humaine", tant au niveau de l'individu qu'à celui des communautés scientifiques, avec une approche identique (ref. 16). En essayant de faire une synthèse des arguments de la Philosophie des Sciences, de la Psychologie Cognitive et de la Pédagogie, Novak a dégagé ce qu'impliquait pour les Sciences de l'Education la théorie du développement de Toulmin (ref.17).

Divers chercheurs ont suggéré que le développement des concepts scientifiques chez l'individu, répète, généralement, le développement historique de la science (ref.15). Dans diverses études, on a soutenu que, de même que lorsqu'il y a changement de paradigme, les remises en question majeures opérées par un apprenant sur ses fausses représentations sont de nature révolutionnaire, et se font donc difficilement (ref.8). Mon point de vue personnel est qu'en proposant comme hypothèse de travail un parallèle entre l'Histoire des Sciences et le développement des idées scientifiques chez l'individu, il faut examiner les théories des historiens et des philosophes avec beaucoup de précautions. De nos jours, la plupart des historiens ne sont plus d'accord avec la théorie de Kuhn telle qu'il l'a proposée. Avec, certes, quelques différences sur l'importance accordée à tel ou tel point et sur la terminologie employée, leur point de vue est essentiellement que le développement historique n'a jamais un caractère de révolution radicale. On ne passe pas d'un paradigme à un autre par une évolution progressive dans laquelle un nombre de plus en plus grand des éléments du paradigme se modifient. Ce n'est que lorsqu'un nombre suffisant de ces éléments ont été modifié qu'on voit apparaître ce qui semble être un nouveau paradigme (ref.16,19,20).

En cherchant à retrouver les origines de l'évolution conceptuelle chez les apprenants, mon expérience personnelle m'a montré que les modifications de leurs (fausses) représentations, qu'elles se produisent au bout de plusieurs années ou après quelques heures de cours, sont de caractère évolutionnaire (ref.13,21). Cette observation sera vérifiée par les exemples qui vont suivre. Si elle est valide et universelle, elle pourrait alors avoir un retentissement sérieux sur l'élaboration des séquences d'enseignement et des stratégies pédagogiques. Bien que les méthodes et les sources de l'Histoire des Sciences et de l'étude du développement scientifique chez l'apprenant soient évidemment différentes, les méthodologies de ces deux branches de recherche ont en commun une caractéristique essentielle. C'est leur attitude fondamentale envers les individus objets de leur étude (c'est à dire, l'élève qui apprend maintenant ou les savants et les communautés scientifiques dans le passé) et envers leurs idées et leurs conceptions. Ce qu'écrivait Toulmin dans l'introduction à son célèbre ouvrage sur l'histoire de l'Astronomie décrit bien cette attitude et le lecteur est invité à penser à l'apprenant et aux situations de classe chaque fois que Toulmin parle des astronomes et des sociétés des périodes historiques passées.

"..Il ne suffit pas de découvrir ce que croyaient nos prédécesseurs et d'en rester là: nous devons essayer de voir le monde à travers leur regard d'hommes à qui la connaissance était déniée, de reconnaître les problèmes auxquels ils étaient confrontés, et de trouver ainsi par nous mêmes pourquoi leurs idées étaient si différentes des nôtres."

"...Donc, pour voir le monde à travers leur regard, nous devons abandonner bien plus que notre adhésion à l'idée élémentaire que la Terre tourne autour du Soleil. Nous devons abandonner toute une attitude intellectuelle envers l'astronomie planétaire: par exemple, l'idée que le Soleil et la Terre sont tous deux des corps célestes, et que notre travail principal est de mettre en équations leurs positions et leurs mouvements respectifs."

"...En passant de l'astronomie au mouvement des corps (l'étude de la dynamique), nous devons une fois de plus rejeter des idéaux et des idées dont nous tenons la validité pour évidente... Par exemple, on croit qu'une théorie dynamique doit se ramener à des équations mathématiques établissant des relations entre des quantités comme le moment et la force. Cette idée n'a guère plus de 400 ans d'âge. Elle n'est universellement acceptée par les physiciens que depuis seulement 250 ans, et elle n'était même pas concevable auparavant..."

"... C'est seulement si nous prenons la peine de voir clairement quelles questions préoccupaient les astronomes en tel ou tel siècle, que nous pourrions porter un jugement équitable sur les réponses qu'ils trouvaient convaincantes." (ref.22).

(à suivre)
