

LA PERCEPTION DES CONCEPTS ASTRONOMIQUES CHEZ LES ELEVES (2)

Résumé: Les enfants (et souvent les adultes) ont une vision du monde fondée sur un ensemble de concepts naïfs et erronés auxquels ils adaptent l'information scientifique reçue par la suite. Une démarche de type cognitif analogue à celle couramment pratiquée en Histoire et en Philosophie des Sciences met en évidence les composantes de ces fausses représentations, permettant ainsi de guider les élèves vers une vision plus rationnelle du monde (voir CC n°52).

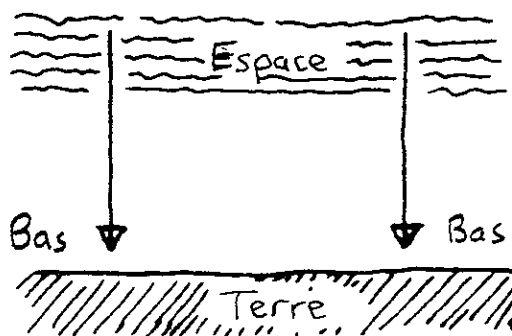
3: CONCEPTIONS DE LA TERRE EN TANT QUE CORPS COSMIQUE TROUVEES CHEZ LES ELEVES

3.1 Analyse des concepts selon une approche cognitive

Nous venons de voir que l'attitude fondamentale nécessaire à toute approche historique du progrès de la Science consiste à écarter résolument la vision du monde généralement acceptée par la communauté scientifique contemporaine et à chercher sincèrement à voir la nature avec les yeux de nos prédécesseurs. Dans une recherche pédagogique, l'attitude correspondante consisterait à rejeter une approche disciplinaire au profit d'une approche cognitive. Cette approche est centrée sur le défi cognitif, autrement dit l'évolution conceptuelle exigée de l'élève à chaque étape de son parcours.

Parmi les méthodes qu'il est possible d'utiliser dans ce genre d'approche, on peut opposer un concept à son antithèse et bien faire ressortir en quoi ils sont différents. Cela contribuera peut-être à éviter l'impression trompeuse que les idées proposées coulent de source. Ainsi, à propos du modèle terrestre, le problème est de connaître les composantes essentielles de la représentation la plus élémentaire que l'on puisse avoir de la Terre.

Fig.2: Les trois composantes essentielles du modèle terrestre le plus primitif que l'on puisse imaginer.



L'idée la plus ancienne et la plus primitive qu'on ait eu de la Terre est celle d'une Terre plate s'étendant à l'infini, horizontalement et vers le bas. Il est clair que toute affirmation de la platitude de la Terre implique du même coup une hypothèse sur la nature du ciel et de l'espace. Une Terre plate qui s'étend à l'infini suppose que le ciel (quel que soit l'élément qui le compose) soit horizontal et parallèle à la Terre (rappelez vous comment Igal se repré-

sentait la Terre et le ciel, fig.1). Quand les enfants parlent de l'espace, ils affirment que celui-ci est limité par un "plancher": la Terre, plate et illimitée (sans exclure d'éventuelles limites dans d'autres directions). Il est donc très important de remarquer que ces deux idées: 1) la platitude de la Terre et 2) la nature "horizontale" du ciel et la "limitation de l'espace" par celle-ci s'impliquent l'une l'autre et dépendent l'une de l'autre. La troisième notion fondamentale de ce modèle primitif est que 3) tous les corps graves tombant en chute libre en divers endroits de la Terre suivent des trajectoires parallèles (ce qui est compatible avec l'existence d'une dimension absolue "haut-bas"). Les trajectoires sont verticales et perpendiculaires à la surface (plate) de la Terre. Ces trois notions essentielles constituent une représentation cohérente (bien que primitive) visualisée par la figure 2.

Le passage de ce modèle plus que primitif à un modèle scientifique exige la modification simultanée de chacune de ces trois composantes. A mesure que le concept de forme de la Terre évolue d'un modèle plat vers un modèle sphérique, le ciel cesse d'être "horizontal", l'espace "perd son plancher", devenant ainsi également étendu dans toutes les directions. La Terre plate, solide et illimitée, qui jusque là bornait l'espace vers le bas, s'incurve et se contracte sur elle-même pour devenir un corps sphérique limité, "flottant" dans un espace infini. Le passage de l'idée que l'espace cosmique possède un "plancher" solide (la Terre) à celle d'un espace totalement ouvert, également étendu dans toutes les directions est un saut cognitif encore plus grand que celui qui consiste à passer d'un modèle plat à un modèle sphérique. A mesure que l'enfant accepte le modèle sphérique, les chutes s'opèrent selon des directions radiales et verticales (directions du champ gravitationnel terrestres) et les verticales "haut-bas" en différents points de la Terre cessent d'être parallèles (figure 3).

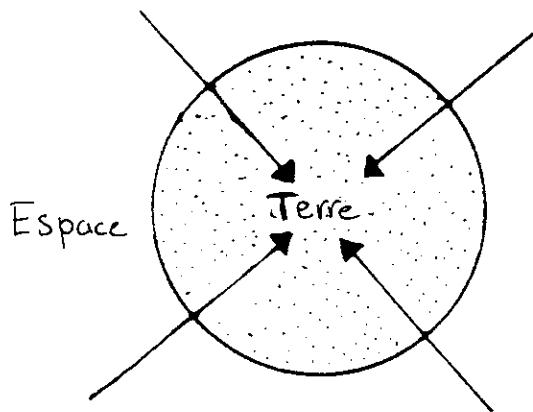


Fig.3: Les trois composantes essentielles d'un modèle scientifique de la Terre

L'idée que les verticales haut-bas ne sont pas absolues, c'est à dire dirigées vers ce qui sert de "plancher" à l'espace, mais déterminées par le centre de la Terre, qui sert alors de référentiel, est au coeur de tout modèle scientifique de la Terre. Il n'est pas essentiel de savoir pourquoi les corps graves tombent vers le centre de la Terre pour comprendre que notre planète est bien un corps cosmique. On peut très bien admettre avec Aristote que:

"...tous les corps graves ont une tendance naturelle à se mouvoir vers le centre de la Terre." (ref.22)

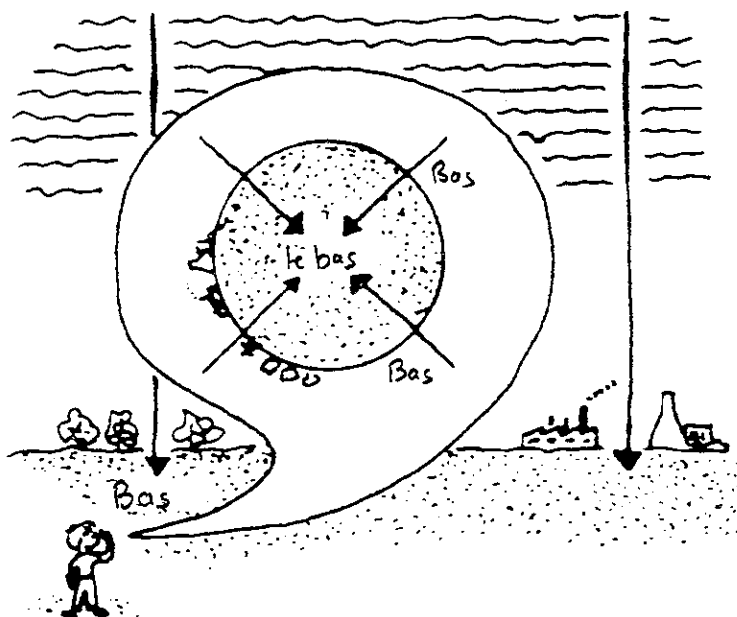
D'un autre côté, on pourrait aussi bien adhérer à l'explication newtonienne selon laquelle la Terre et les autres corps s'attirent mutuellement, ce qui se traduit par la perception que nous avons d'objets tombant vers le centre de la Terre. Dans les deux cas, l'explication respecte bien les contraintes imposées par un modèle construit sur les trois composantes décrites ci-dessus.

J'espère que les chapitres qui vont suivre convaincront le lecteur que ces trois composantes sont, de fait, les éléments fondamentaux à la base de tout modèle mental de la Terre.

3.2 Difficultés d'ordre cognitif pour élaborer une représentation scientifique de la Terre.

Quelles difficultés d'ordre cognitif les élèves rencontrent-ils en rejetant leur modèle primitif de la Terre pour adopter un modèle plus rationnel? La difficulté cognitive essentielle repose probablement sur le phénomène général de l'"égocentrisme" de l'enfant, décrit par Piaget.

Fig.4: Exigences cognitives pour conceptualiser la Terre en tant que corps céleste: se débarrasser d'un référentiel égocentrique.



L'enfant a fortement tendance à interpréter la réalité telle qu'il la voit, selon sa propre perspective (son référentiel "égocentrique"). La seule façon pour les gens de voir la Terre sur laquelle ils vivent comme une immense sphère "flottant" dans l'espace est de visualiser leur environnement immédiat tel qu'on pourrait le voir de l'espace. Ils doivent donc rejeter tout ce que leur perception immédiate leur "dit" à propos des trois composantes fondamentales du concept "Terre": Terre plate, ciel "horizontal" et espace limité vers le bas par la Terre, directions absolues (définies par la chute des corps) parallèles. La figure 4 donne une représentation visuelle de cette difficulté.

Pour reprendre la théorie de Piaget, l'opération mentale impliquée dans le processus d'élaboration du concept "Terre sphérique" consiste à imaginer la réalité telle qu'on la verrait de différentes perspectives (c'est à dire, à rejeter une vision égocentrique). Ainsi, le signe certain qu'un élève a réussi à élaborer de façon significative un modèle scientifique de la Terre sera son aptitude à opérer de façon cognitive sur ce modèle sans qu'il y ait interférence avec un mode de pensée égocentrique.

3.3 Modèles de la Terre propres aux enfants

Les points dégagés ci-dessous résultent de travaux menés aux Etats-Unis, en Israël, au Népal et en Italie par l'auteur et d'autres chercheurs (ref.1-4,6).

Cinq types de modèles qualitativement différents ("ensemble de croyances") ont été mis en évidence chez des enfants appartenant à des groupes divers. Il va sans dire que ces cinq types ne sont probablement pas les seuls à prévaloir chez les enfants en général. Toutes les études menées les ont toutefois retrouvés de façon répétée chez des enfants appartenant à des tranches d'âge et à des groupes ethniques différents. Bien entendu, la fréquence d'apparition de chacun de ces modèles variait d'un groupe à l'autre, comme on le verra plus bas.

Premier type de modèles:

- * La Terre sur laquelle nous vivons est plate et non ronde comme une boule

Les enfants qui soutiennent cette idée ne la formulent pas d'emblée. Ils commencent par déclarer explicitement, comme tous les autres, que la Terre est ronde. Cependant, un bref entretien révèle qu'ils ne croient pas réellement vivre à la surface d'une gigantesque boule. Ils croient plutôt que la Terre est plate. On aurait tort de penser que leurs réponses sont à leurs yeux complètement dépourvues de signification. Tous les enfants ont entendu parler de la rondeur de la Terre par différentes sources. Comme ils n'arrivent pas à saisir le véritable sens de cette idée, ils essaient de lui donner une signification par leurs propres moyens.

En voici quelques exemples:

(a) A la question: "Dans quelle direction faut-il regarder pour voir la Terre?", Constantine (8 ans) a répondu: "Il faut regarder dans le ciel". Une analyse plus approfondie a révélé qu'il croyait en l'existence de deux Terres: celle sur laquelle il vit est plate et l'autre, qui est ronde, est une sorte de planète dans le ciel. Il expliqua que les globes représentaient cette Terre sphérique située dans le ciel. A la question, "Qu'est ce qu'on trouve sur cette Terre?", il répondit: "Il y a des astronautes là-haut."

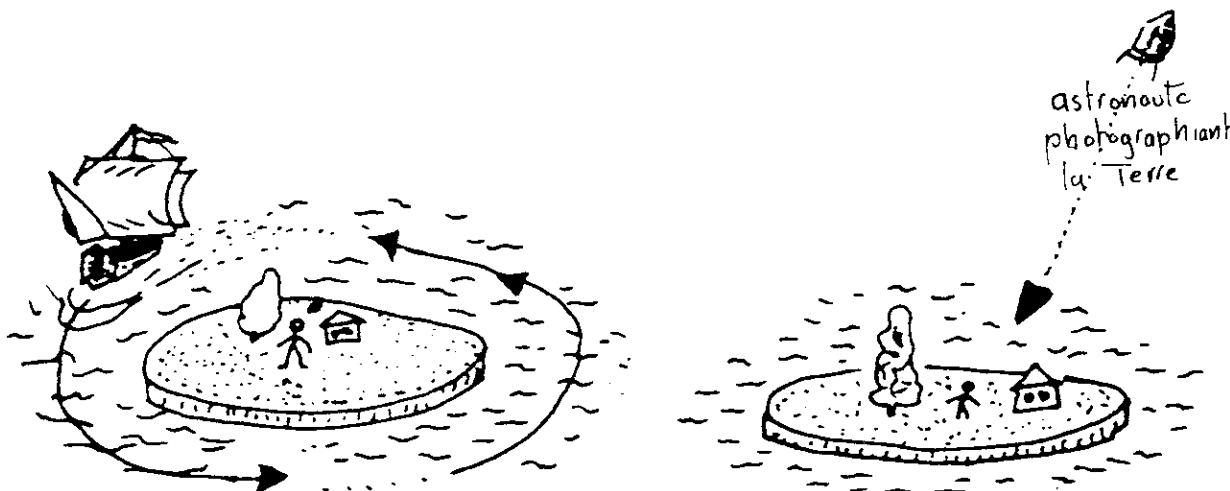
(b) Dan (12 ans $\frac{1}{2}$) dit que la Terre est ronde et que Christophe Colomb fut le premier à le découvrir en faisant un voyage autour du monde. Dan dessina effectivement une Terre ronde mais il se révéla très vite qu'il croyait en fait la Terre plate, servant en quelque sorte de plancher au cosmos. Un modèle plat ne permet pas la circumnavigation et c'est seulement en poursuivant l'entretien que cet enfant réussit à clarifier ses idées. Il croyait la Terre plate et circulaire, entourée par un océan (1). La nef de Christophe Colomb avait fait le tour du monde, puis était retournée au port comme sur la figure 5.

(c) Sarah (10 ans) partageait les mêmes vues que Dan et soutenait que seuls les astronautes pouvaient voir cette forme "ronde" (figure 5).

(1): Ce modèle se trouve dans Homère, pour qui la Terre est un disque flottant entouré par le fleuve Okéanos (NdT)

Les exemples ci-dessus montrent comment le contenu d'une information scientifique sur la forme de la Terre peut subir des déformations importantes et des modifications significatives dans l'esprit des élèves lorsqu'ils tentent de lui donner une signification pour la rendre compatible avec leur croyance ferme en une Terre Plate.

L'enfant croit que la Terre sur laquelle nous vivons est plate et entourée par un Océan



Voici comment Christophe Colomb réussit à faire le tour du monde

La forme ronde de la Terre est visible sur les photos prises de l'espace

Figure 5. Exemples typiques de réponses données par des enfants croyant en une Terre plate et circulaire (modèle du premier type)

Lorsqu'on demanda ensuite à ces enfants croyant que la Terre était plate de prédire dans quelle direction tomberait un corps pour divers lieux dessinés sur des représentations de la Terre (des globes et des dessins sur le questionnaire d'enquête), ils dirent que si on laissait tomber un objet en n'importe quel endroit de l'hémisphère Sud, il "tomberait de la Terre". À la question: "Vers quoi tombera-t-il?", la réponse fut: "vers le bas" et ils représentèrent cette chute sur le dessin. À la question suivante: "Qu'y a-t-il vers le bas?", ils répondirent qu'il y avait du sol ou un océan au dessous. Lorsqu'on leur demanda de représenter ce qu'ils voulaient dire, ils dessinèrent un sol en grisé ou un océan en bleu "par dessous la Terre".

Leonidas (9 ans) raconta au chercheur qui conduisait l'entretien que les astronautes voyaient la Terre comme une boule. Il savait que la Terre était plus grande que Mars. Il savait localiser un endroit sur le Globe. Léonidas possédait une Encyclopédie Spatiale qui était sa source principale d'information. On lui proposa la séquence entière des questions mentionnées plus haut. Après avoir dessiné "le sol" au dessous de la Terre, l'enquêteur lui demanda: "Suppose que toi et moi nous soyons dans ce dessin. Dessine deux personnages à l'endroit où nous serions." Léonidas dessina deux personnages sur le sol, au dessous de la Terre (figure 6).

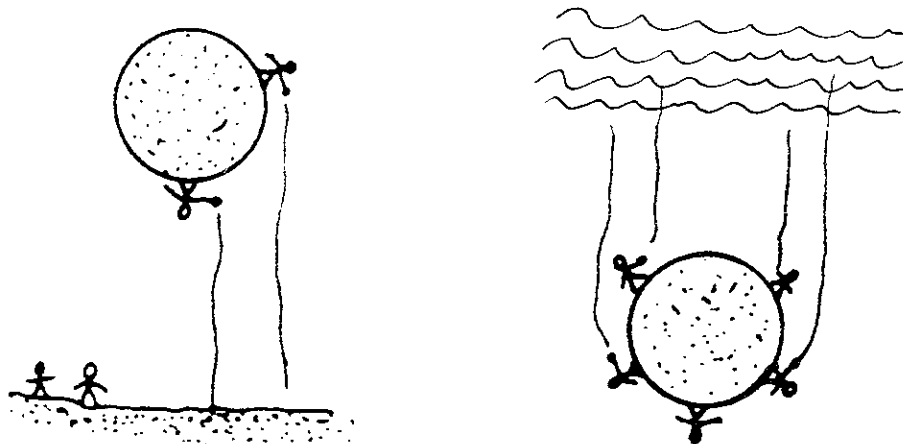


Figure 6: Autres réponses typiques données par des enfants qui croient en une Terre plate. (modèle du premier type)

Une autre activité révèle à coup sûr qu'un enfant croit encore en une Terre plate. On donne un dessin du globe terrestre avec cinq bonshommes debout en divers endroits qui vont chacun lancer une balle vers le ciel. On demande alors à l'enfant de dessiner les trajectoires suivies par ces balles et de représenter le ciel à sa vraie place. La figure 6 illustre des réponses assez typiques.

Diana (8 ans) dont le dessin ressemblait assez à celui de la figure 6 et à qui l'on demandait pourquoi elle n'avait pas figuré la trajectoire de la balle lancée par le bonhomme situé au pôle sud répondit que cette personne ne pouvait pas lancer de balle vers le ciel. On demanda alors ce que le bonhomme devait faire pour pouvoir la lancer et Diana répondit: "Aller ailleurs".

Le dessin de Diana et ses réponses illustrent un autre caractère de ce type de modèle. Alors que dans la tâche précédente décrite ci-dessus, l'enfant limitait l'espace par le bas avec des océans et un sol, il établissait maintenant une limite par le haut en dessinant le ciel au dessus de la Terre. Avec un sol "en dessous" et le ciel "par dessus", le modèle de la Terre ainsi créé est bien une reconstruction mentale du réel à partir d'une perspective égocentrique parfaitement claire pour l'enfant.

J. Nussbaum

(à suivre)