

Enseigner les sciences pour rendre libre

Note de la rédaction : ce texte reprend l'intervention de notre Présidente au cours d'une table ronde portant sur le thème "Science et éthique" lors d'un colloque de l'UNAPEC, organisé par Christian Larcher.

Mon intervention porte sur ce qui me paraît être le devoir du chercheur : faire partager la part de sens qu'il découvre au monde et la manière dont il l'appréhende. La démarche scientifique est un de nos modes de connaissances, **qui contribue à rendre libre** : nous devons le rendre accessible au plus grand nombre.

La façon trop simplifiée dont les résultats de la recherche sont généralement présentés dans les media me semble à peu près totalement dépourvue de signification, parce qu'elle expose un résultat isolé, considéré comme spectaculaire, sans faire percevoir la complexité du problème qui dépend d'un grand nombre de paramètres, ni comment, pas à pas, on peut la vaincre.

Il revient à l'enseignement scientifique de montrer que, si l'on ne peut éviter la complexité, il est possible de la surmonter. La méthode scientifique repose sur l'utilisation de modèles qui s'affinent ; le scientifique marque les limites de sa connaissance et la diversité de ses degrés de certitude. Il sait aussi que les mots qu'il utilise pour formuler son savoir sont imparfaits et insuffisants.

Et c'est l'objectif essentiel que nous poursuivons au sein du CLEA, depuis 20 ans : contribuer à la formation de l'esprit scientifique, à travers une discipline particulière, l'astronomie, qui autant par son objet que ses méthodes propres, ou encore l'intérêt qu'elle suscite nous semble particulièrement bien adaptée.

La tâche me semble particulièrement essentielle dans un monde où l'écart s'accroît entre le développement des connaissances et la perception qu'en a le non-spécialiste, à qui le monde apparaît de plus en plus opaque, trop complexe, et le changement de ce que nous en savons trop rapide : la tentation est alors de fuir le champ du rationnel, ou de se réfugier dans des certitudes intemporelles.

Je vais illustrer mon propos par 2 exemples, tirés de ma pratique de chercheuse et d'enseignante dans le domaine de l'astronomie-astrophysique.

1- Le Calendrier :

Mon premier exemple concerne l'enseignement scientifique en filière non scientifique : les thèmes choisis ne doivent pas faire appel à un trop grand nombre de connaissances "empilées", de telle sorte que l'accent puisse être mis sur la démarche que l'on veut illustrer. J'ai choisi celui du Calendrier (pour plus de détails, on se reportera au hors-série n°3 des CC : "Le temps et les constellations").

Le Calendrier que nous utilisons, le grégorien, est un calendrier solaire : il a pour objectif de définir une année qui reproduise le rythme des saisons et un jour qui reproduise le rythme diurne du Soleil. Accessoirement, il comporte aussi des mois qui reproduisent la période des

phases de la Lune, ou lunaison.

En gros, la durée du jour correspond à la période du mouvement de rotation propre de la Terre, autour de son axe polaire, en à peu près 24 heures ; celle de l'année à une révolution de la Terre autour du Soleil, qui s'effectue en à peu près 365 jours. La durée du jour est celle qui sépare 2 passages consécutifs du Soleil au méridien, donc deux midis successifs ; la durée de l'année celle qui sépare 2 équinoxes de printemps successifs ; il peut y avoir des fluctuations du midi prédit autour du midi vrai, de l'équinoxe de printemps prédit autour de l'équinoxe de printemps vrai, mais pas de dérive, qui, accumulée, ferait glisser midi vers le milieu de la nuit ou le printemps en été, par exemple.

Pour éviter ces dérives, il nous faut connaître avec une grande précision la durée moyenne du jour solaire et la durée moyenne de l'année des saisons, ce qui implique que l'on identifie les phénomènes qui les provoquent. Ce sont :

- la rotation de la Terre sur elle-même, qui n'est pas totalement régulière, du fait de l'hétérogénéité de la distribution des masses en son intérieur, et qui se ralentit au cours des siècles, du fait de la perte d'énergie due aux marées ;

- la révolution de la Terre autour du Soleil qui s'effectue sur une orbite en première approximation circulaire et avec une vitesse uniforme ; en seconde approximation sur une orbite elliptique décrite selon la loi des aires ; en troisième approximation de constantes orbitales variables du fait de l'interaction de la Lune et des autres planètes. Ces approximations concernent des échelles de temps différentes.

En outre, le jour solaire dépend non seulement du mouvement de rotation propre de la Terre, mais aussi de son mouvement de révolution annuel, parce que, en une période de rotation, l'observateur terrestre a changé de point de vue, puisqu'il s'est déplacé par rapport au Soleil ; de même la période de retour de l'équinoxe de printemps (par exemple) ne dépend pas seulement du mouvement orbital, parce que la définition de l'équinoxe met en jeu l'axe de rotation de la Terre et son orientation par rapport au Soleil ; il y a équinoxe quand le grand cercle qui limite sur Terre l'ombre et la lumière passe par les pôles.

Il se produit une précession des équinoxes, c'est-à-dire qu'il y a un déplacement séculaire de l'étoile devant laquelle se projette le Soleil au moment de l'équinoxe de printemps ; elle est due au mouvement de toupie de la Terre dont l'axe de rotation ne reste pas fixe par rapport aux étoiles et enveloppe un cône de révolution en 26 000 ans ; du fait de ce mouvement, la durée moyenne de l'année des saisons est un peu plus courte que l'année sidérale (durée d'une révolution complète).

J'ai fait allusion à la nécessité de définir des valeurs moyennes : celle du jour est le jour solaire moyen de 24 heures - celle de l'année des saisons est l'année tropique qui vaut 365,2422 jours solaires moyens. Elles éliminent les dérives systématiques, au moins sur une très longue échelle de temps, mais pas les fluctuations aléatoires.

Lorsque Jules César a adopté le calendrier julien, sur la proposition de Sosigène, il a adopté pour l'année une durée évaluée à 365,25 j.s.m.. Cette année est trop longue de 0,078 jours. Le Pape Grégoire XIII a dû réformer le calendrier et introduire en 1584 celui qui porte son nom, à cause de la date de Pâques qui fait référence à l'équinoxe de printemps (premier dimanche qui suit la nouvelle Lune qui suit l'équinoxe). Le faible excès de l'année julienne, accumulé sur des siècles, explique pourquoi la révolution d'octobre (du calendrier Julien) a eu

lieu en novembre (du calendrier grégorien), ou pourquoi les orthodoxes ont fêté Noël le 7 janvier.

Cet exemple du calendrier me semble particulièrement parlant, parce qu'il est lié à la vie pratique et peut être facilement compris. Je n'ai pas épuisé le sujet, loin de là : on pourrait s'intéresser aux calendriers lunaires, ce qui nous permettrait de comprendre le glissement du mois de ramadan du calendrier musulman ou la complexité du calendrier israélite, qui est à la fois lunaire et solaire.

Ayant identifié les facteurs divers, et nombreux qui contribuent à fixer la durée de l'année, nos élèves n'accepteraient peut-être plus d'entendre (ou devenus adultes de tenir) les discours réducteurs que nous entendons ou lisons trop souvent à propos des causes des problèmes du temps ; par exemple les immigrés, "de plus en plus nombreux en France, identifiés aux travailleurs clandestins et considérés comme responsables du chômage". Ils n'accepteraient peut-être plus non plus que le "thème astral" soit un facteur de sélection utilisé par les cabinets d'embauche, ni de recourir à la voyance pour définir leur comportement dans leur vie (ce qui semble être le cas de nombre d'hommes politiques...).

2 - A propos des modèles et de l'insuffisance des mots : l'expansion de l'Univers

J'ai traité cet exemple en détails dans le numéro 76 des CC. Je me bornerai ici à discuter ce que l'on entend par "univers en expansion". Celui qui cherche à décrire le comportement des galaxies dans l'univers se réfère à un modèle très abstrait, issu de la relativité générale d'Einstein, que l'on tente d'exprimer avec des mots de la façon suivante : les galaxies sont fixes dans l'Univers, lui-même en expansion ; et on tente un modèle pour décrire ce comportement : les galaxies se comportent comme des boutons cousus sur une bande d'élastique (qui modélise un univers à une seule dimension) ; si quelqu'un tire sur l'élastique, les boutons, bien que fixes sur l'élastique-univers, s'éloignent les uns des autres. Cela nous permet d'illustrer le comportement des galaxies, mais pas vraiment de nous faire une image de ce qu'est un univers en expansion : à l'encontre de l'élastique, l'univers n'est plongé dans rien, et personne ne "tire dessus"...

Le modèle est imparfait : son objectif est **seulement** de faire comprendre que les galaxies (les boutons) peuvent avoir l'air d'être en mouvement (de s'éloigner les unes des autres) tout en étant fixes dans l'Univers (sur l'élastique), parce que ce sont les distances dans l'Univers qui augmentent au cours du temps.

De même, le vocabulaire est imparfait : dire que l'Univers est en expansion ne traduit que de façon imparfaite cette propriété.

Lucienne Gouguenheim