



Sous le Soleil exactement...

Bernat Martinez

traduit par Josette Berthomieu

Cet article est le premier élément d'une réflexion sur les conceptions initiales des élèves. Dans le prochain numéro, une deuxième enquête sera décrite, partant des mêmes objectifs mais menée cette fois sous une forme différente, le mode d'expression choisi étant le dessin. Puis vos idées, vos réflexions, voire votre propre participation pourraient permettre de dégager quelques pistes dans la recherche d'activités pédagogiques nouvelles.

Introduction.

B. Martinez enseigne l'astronomie à des élèves du niveau "collège" en Espagne. Chercheur en didactique, il a mené une très sérieuse enquête sur les conceptions initiales des élèves. Il a également fait le même type d'enquête auprès d'étudiants plus âgés et d'enseignants en astronomie. Son travail se basait sur divers questionnaires et entretiens. Vous trouverez ci-après la version française du premier de ces questionnaires. Lorsqu'il m'a proposé de tester quelques groupes d'élèves français, j'ai accepté de tenter l'expérience avec deux classes d'élèves de seconde (notés "15 ans" sur le graphique). Pour aller un peu plus loin, j'ai également proposé le même questionnaire aux élèves d'une classe préparatoire scientifique ("20 ans" sur le graphique), avec la courageuse complicité de leur professeur de physique. Les tableaux de la page suivante rendent compte des résultats de cette expérience. La belle corrélation des deux séries de résultats laisse perplexe... N'hésitez pas à proposer vous aussi ce questionnaire dans vos classes et tenez nous au courant de vos résultats !

Je laisse donc ici la parole à Bernat qui présente les conclusions de l'enquête réalisée en Espagne : elles constituent un parfait commentaire des résultats français... Belle preuve que l'Europe est déjà une réalité !

F. Berthomieu.

Présentation de l'expérience.

Il est unanimement reconnu que la première étape d'un enseignement scientifique doit être la familiarisation des élèves avec le monde physique qui les entoure. Ils doivent observer et expérimenter directement pour acquérir leur propre bagage expérimental. En Astronomie, les élèves connaissent, dès le plus jeune âge, les principaux objets astronomiques : le Soleil, la Lune, les étoiles. Ils en perçoivent aussi clairement les mouvements. Il revient à l'école de les aider à multiplier et à organiser ces premières observations spontanées pour les transformer en un système structuré d'observations scientifiques.

L'objet de cet article est de présenter les idées que les élèves se font sur les observations astronomiques élémentaires : j'entends par là celles qui se réfèrent au Soleil. (Celles relatives à la Lune et aux étoiles sont en effet bien plus délicates à analyser).

L'analyse des réponses à un court questionnaire va nous permettre de vérifier si les élèves, grâce aux expériences réalisées, sont arrivés à percevoir l'existence de symétries dans le fonctionnement des deux cycles fondamentaux : le jour et l'année. Le questionnaire se réfère donc uniquement aux observations du Soleil.

Pendant un jour, le mouvement observable du Soleil est approximativement symétrique: les positions de lever et de coucher du Soleil sont équidistantes du Sud, point où il atteint sa hauteur maximale sur l'horizon.

Le cycle annuel se divise, lui aussi approximativement, en deux parties symétriques : La première commence au solstice d'hiver et se termine au solstice d'été. Les jours sont chaque fois plus longs puisque le Soleil se lève et se couche chaque fois plus loin du Sud et que sa hauteur au midi est alors plus importante. Dans la deuxième partie, le cycle se referme puisque les changements se produisent en sens inverse. Ces observations s'organisent selon trois points : évolution de la durée du jour, positions des lever et coucher du Soleil, hauteurs du Soleil au dessus de l'horizon.

Questionnaire : observations astronomiques.

1- La durée du jour.

1.1 - Nous savons que la durée des jours (c'est à dire les heures de Soleil) n'est pas la même tout au long de l'année. Cela dit, sais-tu combien de jours dans l'année ont 12 heures de soleil ?

- a. Aucun
- b. Un (Lequel ?)
- c. Deux (Lesquels? Approximativement)
- d. Autre réponse

1.2 - Un ami te dit : "je préfère l'été au printemps, car en été, les jours sont plus longs qu'au printemps " Qu'en penses-tu ?

- a. En été, les jours sont plus longs qu'au printemps.
- b. Au printemps, les jours sont plus longs qu'en été.
- c. Les jours sont aussi longs au printemps qu'en été.
- d. Autre réponse.

2- La position du lever/coucher du Soleil.

2.1 - Imagine qu'un jour (par exemple le 20 mars) tu observes le lever du Soleil ; tu as une boussole et tu vérifies que le Soleil se lève à l'Est. Si tu observes le lever du Soleil un mois plus tard, que crois-tu qu'il se passera?

- a. Tu verras le Soleil se lever à l'Est.
- b. Tu verras le Soleil se lever au Sud-Est.

- c. Tu verras le Soleil se lever au Nord-Est.
- d. Autre réponse

2.2. Avec une boussole, graduée de la forme suivante : Nord 0°, Est 90°, Sud 180°, Ouest 270°, tu observes le lever du Soleil. Si au moment du lever, tu repères 110°, que repèreras-tu au coucher ? Explique ta réponse.

- a. 200°. Explication.
- b. 250°. Explication.
- c. 290°. Explication.
- d. Autre réponse.

3 - La hauteur du Soleil.

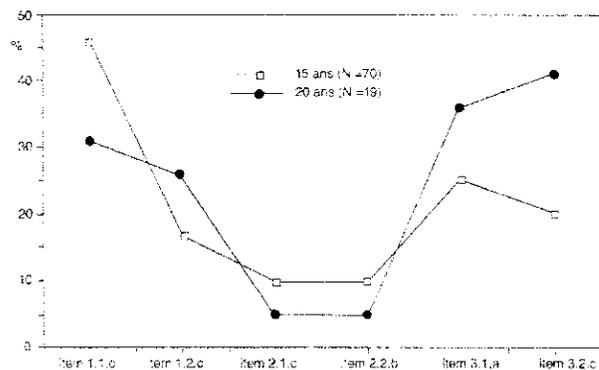
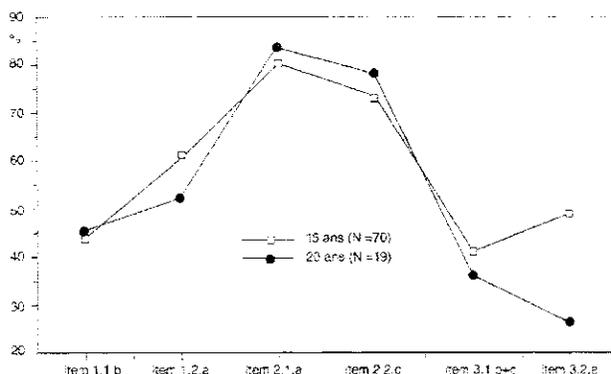
3.1. Combien de jours par an crois-tu que le Soleil, à midi, soit juste au-dessus de nos têtes ?

- a. Aucun.
- b. Un (Lequel ? Approximativement).
- c. Deux (Lesquels ? Approximativement).
- d. Autre réponse.

3.2. Un ami te dit : " je préfère l'été au printemps, il fait plus chaud car le Soleil est plus haut " . Qu'en penses-tu ?

- a. En été le Soleil est plus haut qu'au printemps.
- b. Au printemps le Soleil est plus haut qu'en été.
- c. Le Soleil est aussi haut en été qu'au printemps.
- d. Autre réponse

résultats de l'expérience en seconde et classe prépa.



Analyse des réponses

1 - La durée du jour.

La question 1.1 demande s'il existe un jour dans l'année qui ait 12 heures de Soleil.

L'intention est de vérifier si les élèves connaissent l'existence des deux journées spéciales, nommées "équinoxes", dont les durées du jour et de la nuit sont de 12 heures. Ces deux journées permettent d'organiser l'année en deux périodes : printemps-été, dont les jours durent plus de 12 heures et automne-hiver, dont les jours durent moins de 12 heures...

L'analyse des réponses montre que moins de 10% des élèves sont capables d'identifier les équinoxes. On constate également que les élèves ne montrent pas de préférence définie pour une réponse alternative, et que si certains pensent qu'aucun jour ne dure 12 heures, d'autres pensent qu'il n'y en a qu'un seul (en général un jour d'été).

La question 1.2 tente de savoir ce que pensent les élèves sur la durée du jour au printemps et en été. Nous avons vu que le premier jour du printemps (équinoxe) dure 12 heures, puisque les jours s'allongent jusqu'au premier jour d'été (solstice) où la durée du jours est maximale. La durée du jour commence alors à diminuer jusqu'au premier jour de l'automne où il dure de nouveau 12 heures. Nous pouvons donc dire que les changements intervenus au printemps ont lieu, en été, en sens inverse.

Dans ce cas, les réponses des élèves montrent une préférence évidente (dans certains groupes jusqu'à 90%) pour celle qui indique qu'en été les jours sont plus longs qu'au printemps. Les idées intuitives semblent prévaloir sur la réflexion. Nous avons effectivement l'impression qu'en été les jours sont plus longs. Néanmoins, si nous savons que le premier jour de l'été est le jour le plus long, nous savons également qu'ensuite, la durée du jour décroîtra.

2 - La position du lever / coucher du Soleil.

La question 2.1 essaie d'établir quelles connaissances ont les élèves sur les changements de position du lever/coucher du Soleil. Dans ce cas, nous voulons vérifier si les élèves sont capables de mettre en relation la durée du jour et la position du lever / coucher du Soleil.

Comme nous l'avons vu, à l'arrivée du printemps les jours commencent à allonger ; donc un mois plus tard, le trajet du Soleil sur l'horizon doit être le plus grand. Le Soleil se lèvera vers le Nord-Est et se couchera vers le Nord-Ouest. Les résultats montrent qu'une très grande proportion d'élèves (dans certains cas près de 50%) pense que le Soleil se lève toujours à l'Est. Les élèves reproduisent là ce qu'ils ont appris par coeur à l'école et qu'ils n'ont pas eu l'occasion de vérifier. D'autre part, les autres 50% ne montrent aucune préférence nette pour le Nord-Est ou le Sud-Est.

Le but de la question 2.2 est d'établir quelles sont les idées des élèves sur la relation entre les positions du lever et du coucher du Soleil. Comme nous l'avons déjà signalé, la trajectoire du Soleil est symétrique par rapport au Sud : ces deux points sont à 70° du Sud (180°), de part et d'autre. Si la position de lever correspond à 110° , le coucher devra être à 250° . Les réponses des élèves nous permettent d'affirmer que cette idée de symétrie ne fait pas partie de leur façon de raisonner. La majorité (dans ce cas 60%) raisonne de la façon suivante : puisque le Soleil décrit un arc de cercle de 180° , sa position du coucher sera 290° .

3 - La hauteur du Soleil.

Dans la question 3.1, on demande s'il y a un jour où, à midi, le Soleil est juste au-dessus de notre tête. On sait que ceci est vrai uniquement sous des latitudes intertropicales, alors que sous nos latitudes, le Soleil n'atteint ja-

mais le zénith, sa hauteur maximale étant, en Europe, d'environ 70° . Très peu d'élèves affirment ne jamais avoir le Soleil au-dessus de leurs têtes. Au contraire, une grande partie d'entre eux (quelquefois 60%) pense que cela arrive tous les jours. Peut-être faut-il supposer que, très souvent, les élèves n'ont pas compris l'expression "directement au-dessus de notre tête"...

Pour terminer, la question 3.2 fait de nouveau référence à la comparaison entre le printemps et l'été, mais dans ce cas, on compare la hauteur du Soleil à midi. Comme nous l'avons déjà dit, si nous savons que le solstice est un point de symétrie, au printemps la hauteur du Soleil augmentera tous les jours, alors qu'en été sa hauteur diminuera. Donc, à chaque jour du printemps correspond un jour de l'été où la hauteur du Soleil est la même. Alors que, s'agissant de la durée du jour, les élèves affirment qu'en été les jours sont plus longs qu'au printemps, pour la hauteur du Soleil, les réponses ne montrent plus aucune préférence nette. Enfin, dans "autre réponse", quelques élèves précisent "qu'en été le Soleil est plus près de la Terre" : Faut-il en déduire que pour eux c'est une évidence observable... ou que c'est la conséquence d'un raisonnement erroné ?

En résumé, les réponses au questionnaire montrent clairement que les élèves ont une perception inexacte des observations astronomiques les plus élémentaires. Pour nous, c'est un fait grave : en l'absence d'un savoir organisé (en fonction de l'existence de symétries), basé sur les observations de base, la formulation de modèles théoriques du système Soleil-Terre prenant en compte ces observations devient impossible. Notons d'autre part qu'il est plus aisé de formuler des modèles théoriques simplifiés, basés sur des mouvements circulaires, si l'on a en mémoire le rôle de la symétrie.

Les réponses s'expliquent néanmoins par l'approche généralement "aprobématique" du thème des saisons.

Dans la majorité des cas, on est entré dans la présentation des modèles sans tenir compte de l'évidence empirique que ces modèles sous-entendaient. Ainsi, à travers les réponses au questionnaire et les entretiens réalisés, il est clair que le pourcentage d'élèves se référant à de réelles observations (heures et lieux de lever du Soleil, hauteur) est très faible. Plus faible encore est celui de ceux qui savent représenter correctement la trajectoire du Soleil sur l'horizon. Il ressort enfin qu'un pourcentage élevé d'élèves représente comme une évidence observationnelle le système Soleil-Terre vu de l'espace et considère la distance Soleil-Terre ou la taille du Soleil comme des observations élémentaires.

Ces résultats confirment qu'il convient de revoir sérieusement l'orientation didactique de l'étude des phénomènes astronomiques les plus élémentaires, et posent la délicate question du contenu des programmes scientifiques. ■