



AVEC NOS ÉLÈVES

Astronomie en première L

Lycée A. Camus de Nantes

Jean-Luc Cancouët, professeur de physique, Colette Le Lay, professeur de mathématiques et Nicole Verger, documentaliste nous présentent ici une partie de leur travail effectué en première L dans le cadre de l'enseignement scientifique. Nous avons choisi de présenter deux des thèmes traités, la loi de Titus-Bode et l'étude d'un texte sur l'origine du calendrier.

Une tentative d'interdisciplinarité physique - mathématiques :

Le compte rendu qui suit retrace un travail mené conjointement par les professeurs de sciences physiques et de mathématiques, secondés par la documentaliste auprès d'une classe de Première L. Ainsi que le lecteur pourra le constater, l'essentiel du travail a été effectué par le professeur de sciences physiques qui y a consacré une partie substantielle de son horaire.

Le professeur de mathématiques, qui dispose d'une heure hebdomadaire n'y a consacré qu'une séance et demie : une heure de recherche au CDI par groupes de quatre et une demi-heure de correction.

Dans le programme de mathématiques de la classe de Première L, figure l'introduction des suites numériques. Le choix des exemples est du ressort des enseignants. Il était tentant de se servir de la loi de Bode et de la présenter à l'aide d'un texte historique, celui de Camille Flammarion dans l'Astronomie des dames (1903). Les ambitions de la séance étaient limitées : lecture raisonnée du texte, petites recherches bibliographiques et réinvestissement des connaissances acquises en physique. En guise de corrigé de cette activité de recherche, rendue possible grâce au concours de la documentaliste, un do-

cument synthétique sur la loi de Bode, tiré du numéro 56 de la revue Tangente (mars 1997) a été remis aux élèves à la séance suivante. Enfin, l'appropriation des résultats de la recherche a été évaluée dans un exercice lors du devoir suivant.

Voici le document remis aux élèves lors de la séance de recherche au CDI.

La loi de Bode et la découverte de Neptune.

Voici un passage de l'Astronomie des dames de Camille Flammarion, ouvrage paru en 1903.

"On a remarqué une proportion fort simple, connue sous le nom de "loi de Bode", qui sert à indiquer approximativement la distance relative des planètes au Soleil. Voici en quoi elle consiste. En partant de zéro, écrivons le nombre 3 et doublons successivement :

0 3 6 12 24 48 96 192 384

Puis, additionnons le chiffre 4 à chacun des nombres précédents, et nous aurons la série suivante :

4 7 10 16 28 52 100 196 388

Or. fait très curieux. si l'on représente par 10 la distance de la Terre au Soleil, le chiffre 4 représente le rayon de l'orbite de Mercure, le 7, celui de Vénus, le 16, celui de Mars ; le nombre 28 marque la distance moyenne des petites planètes ; les distances de Jupiter, Saturne et Uranus s'accordent avec 52, 100 et 196.

L'immortel mathématicien français Le Verrier, qui poursuivait la solution du problème uranien, supposa, naturellement, que la planète perturbatrice devait se trouver vers la distance 388 et fit ses calculs en conséquence. La direction dans le ciel était donnée par la forme des perturbations, l'orbite d'Uranus étant, en quelque sorte, gonflée du côté de la cause perturbatrice.

Le 31 août 1846, Le Verrier annonça la position de la planète ultra - uranienne, et, le 23 septembre suivant, un astronome allemand, Galle, de l'observatoire de Berlin, qui venait de recevoir ce calcul, dirigea une lunette vers le point du ciel indiqué où il constata, en effet, la présence de l'astre nouveau. Le Verrier, sans sortir de son cabinet de travail, avait senti, par la seule puissance des mathématiques, et en quelque sorte touché du bout de sa plume, la mystérieuse inconnue".

(Camille Flammarion, Astronomie des dames, éd. 1933, p 193 - 194).

1 - Les protagonistes.

Qui est l'auteur du texte ?

Qui sont Bode et Le Verrier ?

2 - La découverte des planètes.

Quelles sont les planètes que connaissaient les Grecs ?

De quand date la découverte de la planète Uranus ?

Expliquez les expressions "petites planètes", "problème uranien".

3 - La loi de Bode.

A l'aide des explications fournies par le texte, essayez de retrouver la formule de Bode qui donne la distance de la planète au Soleil en fonction de son rang n.

La loi de Bode s'applique-t-elle à la dernière planète découverte (Pluton en 1930) ?

Voici l'exercice permettant de tester les acquis.

1- La loi de Bode donne la distance d'une planète au Soleil, en unité astronomique, en fonction du rang de la planète. La formule est la suivante :

$$d_n = (3 \times 2^{n-1} + 4) / 10$$

nom	Vénus	Terre	Mars	astéroïdes	Jupiter
rang	1	2	3	4	5
distance					

Recopier le tableau ci-dessus et le compléter à l'aide de la formule.

Lors de la séance au CDI, les recherches ont été fructueuses sauf sur trois points : l'explication des expressions "petites planètes" et "problème uranien" (peu de groupes ont pensé aux astéroïdes et aucun groupe n'a parlé des perturbations inexplicables de l'orbite d'Uranus) et l'application de la loi à Pluton (tous les groupes ont écrit que la loi marchait).

Enfin, l'exercice de contrôle fut assez décevant, beaucoup d'élèves ne s'étant pas réapproprié les informations lues dans les documents. Ainsi, un nombre assez conséquent n'a pas su remplir la case "Terre" et n'a donc pas compris ce qu'est l'unité astronomique.

En revanche, les élèves ont apprécié le type de travail (recherche documentaire à partir d'un texte) et ont demandé à renouveler l'expérience.

Etude d'un texte : origine du calendrier.

Ce texte est extrait du livre "les découvreurs" de D. Boorstin, édité chez Robert Laffont, collection bouquins.

"La semaine occidentale de sept jours, l'une de nos institutions les plus arbitraires, est née d'un besoin général et non d'une quelconque décision politique. Comment tout cela s'est-il passé? Et d'abord pourquoi sept jours ?

Les Grecs, semble-t-il, avaient une "semaine" de huit jours. Les paysans, après sept jours de travail aux champs, se rendaient à la ville pour le jour du marché (la nondine). C'était un jour de repos et de réjouissances, où l'on procédait aux annonces publiques et où l'on recevait ses amis.

Quand et pourquoi les Romains adoptèrent-ils l'unité de temps de huit jours, et pourquoi passèrent-ils par la suite à la semaine proprement dite ? On l'ignore. Presque partout, le chiffre 7 a exercé une sorte de fascination. Les Japonais dénombrèrent sept dieux du bonheur. Rome fut construite sur sept collines, il existait pour les Anciens sept merveilles au monde, et pour le Moyen Age chrétien sept péchés capitaux. Le passage de l'unité de huit jours à celle de sept ne fut pas, semble-t-il, le résultat d'une mesure officielle. Toujours est-il qu'au début du III^e siècle de notre ère, les Romains utilisaient la semaine proprement dite.

Sans doute y avait-il alors dans l'air des idées nouvelles. Celle du jour de repos, par exemple, qui semble avoir été introduite à Rome par les Juifs. "Souviens-toi du jour du repos pour le consacrer, proclame le deuxième commandement. Tu travailleras six jours et tu feras tout ton ouvrage ; mais le septième jour est le jour du repos de l'Éternel, ton Dieu: tu ne feras aucun ouvrage, ni toi, ni ton fils, ni ta fille, ni ton serviteur, ni ta servante, ni ton bétail, ni l'étranger qui est en tes portes. Car en six jours, l'Éternel a fait les cieux, la terre et la mer, et tout ce qui y est contenu, puis il s'est reposé le septième jour: c'est pourquoi l'Éternel a béni le jour du repos et il le consacre". (Exode, 20, 8-11). Ainsi, chaque semaine, les créatures de Dieu célébraient leur Créa-

teur. Mais pour les Juifs, cette commémoration est aussi celle de la libération : "Tu te souviendras que tu as été esclave au pays d'Égypte et que l'Éternel, ton Dieu, t'en a fait sortir à main forte et à bras étendu : c'est pourquoi l'Éternel, ton Dieu, t'a ordonné d'observer le jour du repos". (Deutéronome, 5, 15). Le Shabbat, rappel sans cesse réitéré des grands actes fondateurs.

Il y eut aussi d'autres facteurs, moins théologiques. Le besoin humain de délasserment, par exemple. L'idée d'un septième jour consacré au repos, le mot shabbat lui-même (du babylonien sabattu) paraissent venir de l'époque où le peuple juif était en captivité à Babylone. Les Babyloniens observaient les septième, quatorzième, dix-neuvième, vingt et unième et vingt-huitième jours du mois - où certaines activités étaient interdites à leur roi.

Autre indice : le samedi, dont Juifs, Romains et d'autres après eux firent leur jour de repos. Chez les Romains, le jour de Saturne était un jour de mauvais augure, où toute activité humaine était vouée à l'échec, où il ne fallait ni livrer bataille ni partir en voyage ; la prudence commandait qu'on s'abstînt. Selon Tacite, si le jour de repos était dédié à cette planète, c'était parce que "des sept astres qui régissent les choses humaines, c'est Saturne qui possède la sphère la plus élevée et le plus grand pouvoir".

Au III^e siècle de notre ère, la semaine était de règle à travers tout l'Empire romain. Chacun des sept jours était dédié à l'une des planètes. Parmi les sept planètes, selon l'astronomie du temps, figuraient le Soleil et la Lune, mais pas la Terre. Elles gouvernaient les jours de la semaine dans l'ordre suivant : le Soleil, la Lune, Mars, Mercure, Jupiter, Vénus et Saturne. Cet ordre n'était pas celui de leurs distances alors supposées par rapport à la Terre, qui est l'ordre "normal", utilisé plus tard par Dante, par exemple, et répété par des générations d'écoliers jusqu'à l'époque de Copernic.

L'ordre choisi par les Romains - et qui, pour nous encore, est celui des jours de la semaine - était celui, pour eux, de l'influence des planètes sur la première heure de chaque jour. Pour déterminer cette influence des planètes, les astrologues prenaient en compte leurs distances supposées à la Terre. Chacune d'elles, croyaient-ils, gouvernait une certaine heure, puis, l'heure d'après, cédait la place à celle qui, dans l'ordre, était la plus rapprochée de la Terre. Et ainsi de suite pour les sept planètes. Une fois les sept heures écoulées, tout recommençait, dans le même ordre. La planète régissant la journée était donc celle qui se trouvait gouverner la première heure; elle donnait son nom à la journée tout entière. De là le déroulement de la semaine qui est encore le nôtre aujourd'hui.

Notre semaine, on l'oublie facilement, est d'origine astrologique liée à une vision du ciel qui était celle des Romains il y a deux mille ans. Aujourd'hui encore, dans les langues européennes, les jours de la semaine portent les noms de ces planètes.

Ceci est particulièrement vrai dans les langues autres que l'anglais.

Témoin ces quelques exemples (nous indiquons entre parenthèses la planète dominante):

	Anglais	Français	Italien	Espagnol
(Soleil)	Sunday	dimanche	domenica	domingo
(Lune)	Monday	lundi	lunedì	lunes
(Mars)	Tuesday	mardi	martedì	martes
(Mercure)	Wednesday	mercredi	mercoledì	miércoles
(Jupiter)	Thursday	jeudi	giovedì	jueves
(Vénus)	Friday	vendredi	venerdì	viernes
(Saturne)	Saturday	samedi	sabato	sábado

Lire le texte et répondre aux questions suivantes :

1. La semaine des grecs avait combien de jours ?
2. A partir du texte, citer quatre associations au chiffre 7.
3. A partir de quelle époque et dans quelle civilisation apparaît la semaine de sept jours ?
4. Quelle planète était associée à un jour de mauvaise augure ? Quel était ce jour ?
5. L'ordre des planètes du système solaire correspond-il à leur ordre dans la semaine ?
6. La Terre est-elle associée à un jour ?
7. Expliquez comment chaque planète régissait chaque journée.

Note :

Ces deux exemples s'inscrivent dans un ensemble de travaux consacrés à l'astronomie dans le cadre du cours de Sciences Physiques de première L (horaire hebdomadaire : 0,75 h de cours et 0,75 h de T.P.).

Autres activités proposées aux élèves :

- comparaison de différentes cosmologies.
- étude de texte sur les croyances et les idées reçues liées à la Lune. texte extrait du livre "Du fer dans les épinards", sous la direction de de JF Bouvet (Seuil). Discussion plus générale sur les sciences et parasciences.
- comparaison des calendriers dans différentes civilisations
- réalisation par les élèves d'une affiche sur un astre du système solaire (à partir d'un cours sur le système solaire et d'un travail au CDI).
- Travail sur un site Internet choisi par l'enseignant car bien illustré didactique et riche en anecdotes.
GILLES CHEVALDIN\perso.wanadoo.fr\
gilles.chevaldin\sommaire.htm
- utilisation d'une vidéo éditée par La Cité des Sciences et de l'Industrie sur le Système Solaire avec des commentaires d'André Brahic.
- séance à partir d'un document sur la planète Vénus : les élèves ont tracé les trajectoires de la planète dans deux référentiels distincts. Un développement sur la relativité de trajectoires a été faite avec pour support la vidéo en images de synthèse "Tous sur orbite".

Lycée Albert Camus : 11, rue E. COUTAN, 44100 Nantes.