

Quelques activités autour de Jules Verne, en classe de seconde

Claude Brigand (sciences physiques) et Colette Le Lay (mathématiques)

claude.brigand@ac-nantes.fr

colette.le-lay@ac-nantes.fr

Lycée Gabriel Guist'hau - Nantes

Résumé : L'article propose trois petites activités de chimie, physique et mathématiques, menées dans une classe de seconde à partir de courts extraits de deux romans de Jules Verne : *Autour de la Lune* (1869) et *Sans dessus dessous* (1889).

Cette année 2005, la semaine de la francophonie, du 17 au 24 mars, proposait pour thème « Le français, langue de l'aventure scientifique » et invitait à faire le lien avec Jules Verne dont nous commémorons le centenaire de la disparition. Cette célébration revêt un éclat particulier à Nantes où il vécut ses vingt premières années. C'était une occasion à saisir pour proposer quelques activités pluridisciplinaires à notre classe de seconde. Nous n'envisagerons ici que ce qui concerne les sciences physiques et les mathématiques. Mais les professeurs de SVT, Français et Arts plastiques se sont également associés à cette semaine Jules Verne.

24 de nos 33 élèves suivent l'option Arts plastiques et envisagent, pour bon nombre d'entre eux, une poursuite d'études en Première littéraire. Les matières scientifiques ne suscitent pas naturellement leur enthousiasme. Partir d'extraits de romans nous semblait pouvoir favoriser leur intérêt pour des notions de physique, chimie ou mathématiques.

Ce travail a occupé environ une heure de cours et trois heures de travaux pratiques. Nous avons décidé de nous concentrer sur deux romans mettant en scène les mêmes personnages, ceux du Gun-Club de Baltimore. Dans *Autour de la Lune*¹ (1869), Barbicane et Nicholl, accompagnés de Michel Ardan, sont en orbite autour de notre satellite dans le projectile cylindro-conique envoyé par un gigantesque canon. Vingt ans plus tard, Barbicane, Nicholl et leur mathématicien Maston décident,

dans *Sans dessus dessous*², de redresser l'axe de la Terre pour exploiter les mines du pôle et supprimer le « désagréable » phénomène des saisons.

L'introduction à l'étude s'est opérée par le biais d'un diaporama résumant les deux romans et présentant, à l'aide de quelques diapositives simples, les problèmes que la lecture des textes pouvait soulever (apesanteur, point neutre, vitesse de rotation, composition des vitesses). Un petit dispositif en lego, projetant une bille, permit de montrer le recul du canon au moment de l'envoi du boulet.

Chacune des heures de TP fut mise à profit pour résoudre un petit exercice présenté sur un document individuel introduit par un texte de Jules Verne :

- en chimie : la production de dioxygène à l'intérieur du projectile
- en physique : la pesanteur sur la Lune
- en mathématique : l'erreur de trois zéros et ses conséquences sur le redressement de l'axe terrestre.

Le bilan des activités est très positif. Les élèves ont apprécié de nous voir travailler ensemble. Ils se sont montrés actifs et curieux. Contrairement à d'autres séances, ils ne se sont pas laissés arrêter par les difficultés. Notre aide leur a parfois été indispensable. Mais finalement, nous avons effectué avec eux un « voyage dans les mondes connus et inconnus » ainsi que le souhaitait Jules Verne.

² Roman réédité en 2005 par Actes Sud – Ville de Nantes, ainsi que le manuscrit scientifique préparatoire *Le Titan moderne*, rédigé par l'ingénieur des Mines Albert Badoureau.

¹ Roman disponible en livre de poche.

Activité de chimie à partir de *Autour de la Lune*

Objectifs : écriture et équilibre d'équation-bilan, calcul de masses molaires, de quantités de matière etc.

Le texte de Jules Verne :

"Restait la question de l'air à l'intérieur du projectile. Là encore, toute sécurité. L'appareil Reiset et Regnaut, destiné à la production de l'oxygène, était alimenté pour deux mois de chlorate de potasse ... à cette température élevée (400 °C), le chlorate de potasse, se changeant en chlorure de potassium, abandonnait tout l'oxygène qu'il contenait. Or, que donnaient dix-huit livres de chlorate de potasse ? Les sept livres d'oxygène nécessaire à la consommation quotidienne des hôtes du projectile."

*Autour de la Lune (chapitre 3 - Où l'on s'installe),
Jules Verne.*

Le travail demandé aux élèves :

Dans ce texte, Jules Verne décrit la réaction chimique à l'origine de la formation du dioxygène nécessaire aux occupants du projectile: quels en sont le(s) réactif(s) et le(s) produit(s) ?

Le chlorate de potasse, appelé aujourd'hui chlorate de potassium, a pour formule $KClO_3$. L'ion chlorate a pour formule ClO_3^- . En déduire la formule de l'ion potassium. Justifier.

Le chlorure de potassium KCl est un composé ionique. Quels ions le constituent (noms et formules) ? Comment peut-on retrouver leurs formules à l'aide de la classification périodique ?

Ecrire l'équation-bilan équilibrée de la décomposition thermique du chlorate de potassium. Déterminer la masse molaire du chlorate de potassium $KClO_3$.

Calculer la quantité de matière de chlorate de potassium contenue dans dix-huit livres de ce corps (une livre correspond à 500 g).

Sachant que, d'après l'équation-bilan de la décomposition thermique du chlorate de potassium, une mole de chlorate de potassium produit 1,5 (ou $3/2$) mole de dioxygène, quelle quantité de matière de dioxygène sera produite à partir des dix-huit livres de chlorate de potassium ?

Déterminer la masse molaire du dioxygène O_2 . En déduire la masse en g de dioxygène produit. Convertir le résultat en kg puis en livres. Comparer à la valeur indiquée dans le texte.

Quel volume de dioxygène, dans les conditions ordinaires de température et de pression, sera libéré dans le projectile par la décomposition thermique de dix-huit livres de chlorate de potassium ?

Données :

- Masses molaires atomiques (en $g \cdot mol^{-1}$) : K = 39,1 ; Cl = 35,5 ; O = 16,0.
- Volume molaire (conditions ordinaires de température et de pression) : $24,0 L \cdot mol^{-1}$.

Activité de physique à partir de *Autour de la Lune*

Objectifs : utilisation de la loi de la gravitation universelle, de la relation entre masse et poids d'un corps ...

Le texte de Jules Verne :

"Mais console-toi, Michel, reprit Barbicane, car si aucun astre n'existe d'où soient bannies les lois de la pesanteur, tu vas, du moins, en visiter un où la pesanteur est beaucoup moindre que sur la Terre.

- La Lune ?
- Oui, la Lune, à la surface de laquelle les objets pèsent six fois moins qu'à la surface de la Terre, phénomène très facile à constater.
- Et nous nous en apercevrons ? demanda Michel ?
- Evidemment, puisque deux cents kilogrammes n'en pèsent plus que trente à la surface de la Lune.
- Et notre force musculaire n'y diminuera pas ?
- Aucunement. Au lieu de t'élever à un mètre en sautant, tu t'élèveras à dix-huit pieds de hauteur ..."

Autour de la Lune (chapitre 8 - A soixante dix-huit mille cent quatorze lieues), Jules Verne.

Le travail demandé aux élèves :

Par quelle relation peut-on calculer la valeur de la force d'attraction lunaire sur un objet de masse m à sa surface ? Calculer la valeur de cette force pour un

objet de masse $m = 200 \text{ kg}$. En déduire le poids de cet objet sur la Lune.

Quelle relation unit le poids d'un corps sur Terre et sa masse ? Utiliser cette relation pour déterminer la masse m' d'un objet ayant, sur Terre, un poids égal à celui de l'objet de masse m sur la Lune.

Données :

- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$;
- Masse de la Lune : $m_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$;
- Rayon de la Lune : $R_L = 1\,740 \text{ km}$;
- Valeur de la pesanteur sur Terre : $g_T = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Activité mathématique autour de *Sans dessus dessous*

Objectifs : transformation de formules algébriques, calculs sur les puissances de 10, détermination de l'ordre de grandeur d'un résultat, influence d'une erreur d'unité...

Les textes de Jules Verne :

« Déjà, chers souscripteurs, reprit le président Barbicane, lors du grand meeting qui célébra l'arrivée du Français Michel Ardan en Amérique, quelques mois avant notre départ pour la Lune... »

Et ce Yankee parlait aussi simplement de ce voyage que s'il eût été de Baltimore à New-York !

« ... J.-T. Maston s'était écrié : « Inventons des machines, trouvons un point d'appui et redressons l'axe de la Terre ! » Eh bien, vous tous qui m'écoutez, sachez-le donc !... Les machines sont inventées, le point d'appui est trouvé, et c'est au redressement de l'axe terrestre que nous allons appliquer nos efforts ! »

Ici, quelques minutes d'une stupéfaction qui, en France, se fût traduite par cette expression populaire mais juste : « Elle est raide, celle-là ! »

« Quoi ! ... Vous avez la prétention de redresser l'axe ? s'écria le major Donellan.

– Oui, monsieur, répondit le président Barbicane, ou plutôt, nous avons le moyen d'en créer un nouveau, sur lequel s'accomplira désormais la rotation diurne...

– Modifier la rotation diurne !... répéta le colonel Karkof, dont les yeux jetaient des éclairs.

– Absolument, et sans toucher à sa durée ! répondit le président Barbicane. Cette opération reportera le

Pôle actuel à peu près sur le soixante-septième parallèle, et, dans ces conditions, la Terre se comportera comme la planète Jupiter, dont l'axe est presque perpendiculaire au plan de son orbite. Or, ce déplacement de vingt-trois degrés vingt-huit minutes suffira pour que notre immeuble polaire reçoive une quantité de chaleur suffisante à fondre les glaces accumulées depuis des milliers de siècles ! »

Jules Verne, *Sans dessus dessous*, Hetzel, 1889, p. 141-143.

« Instantanément, par suite du choc combiné avec le mouvement diurne, un nouvel axe se formera, et, comme l'ancien axe se déplacera de $23^\circ 28'$, d'après les résultats obtenus par J.-T. Maston, le nouvel axe sera perpendiculaire au plan de l'écliptique.

Maintenant, par quels points sortira le nouvel axe ? Le lieu du tir étant connu, c'est ce qu'il était facile de calculer, et c'est ce qui a été fait.

Au nord, l'extrémité du nouvel axe sera située entre le Groënland et la terre de Grinel, sur cette partie même de la mer de Baffin que coupe actuellement le Cercle polaire arctique. Au sud, ce sera sur la limite du Cercle antarctique, quelques degrés dans l'est de la terre Adélie. » (p. 232)

Le travail demandé aux élèves

Soit m , la masse du boulet et v , sa vitesse. Soit ω , la vitesse de rotation créée et ω_0 , la vitesse de rotation de la Terre. Soit M , la masse de la Terre et R , son rayon.

Alors les lois de la mécanique imposent :

$$\frac{2}{5}MR^2\omega = mRv$$

a) Déterminer ω .

Grâce à la trigonométrie, on peut alors déterminer l'angle α

b) Donner la formule qui permet de le calculer

c) Faire l'application numérique :

$$R = 6400 \text{ km}, m = 18 \times 10^7 \text{ kg}, v = 2800 \text{ km / s}, \omega_0 = 7,3 \times 10^{-5} \text{ rad / s}$$

La Terre est assimilée à une sphère homogène de masse volumique 5670 kg / m^3

Mais à la suite d'un événement décrit dans le roman, J.-T. Maston commet une erreur sur la circonférence terrestre. Il considère $R = 6400 \text{ m}$. Du coup, la masse M est modifiée.

d) Quel est alors l'ordre de grandeur de l'erreur commise sur ω ?

e) En déduire la nouvelle valeur de α . Conclure.