FOOTBALLÈNE, LA MOLÉCULE MIRACLE

Réalisation : Myriam Léotard
© CNDP, La Cinquième, 1998
Durée : 07 min 47 s

Le 10 décembre 1996 à Stockholm, le prix Nobel de chimie récompense la découverte d'une molécule sphérique aux propriétés étonnantes : le fullerène. Nouvelle perle de la famille du carbone, il est promis à des applications révolutionnaires dans des domaines aussi variés que la thérapeutique médicale, l'optique, l'électronique, les roulements à billes ou autres abrasifs. Il ne reste donc plus qu'à le produire en grandes quantités.
Étrange contraste, alors, entre l'euphorie de ces premiers instants et le quotidien des chercheurs que nous rencontrons dans la séquence *Footballène, la molécule miracle*. C'est sur le site du four solaire d'Odeillo que nous pénétrons dans ce monde souvent mal connu de la recherche scientifique, au travers de ses réussites mais aussi de ses difficultés. Plus laborieuse alors, elle met toute sa rigueur au service d'un seul objectif : la mise au point d'un protocole expérimental efficace.

scérén [CNDP]

DISCIPLINES, CLASSES ET PROGRAMMES

Chimie, 4e : *De l'air qui nous entoure à la molécule.*
Chimie, 3e : *Comportement chimique de quelques matériaux.*
Sciences de la Terre, 5e-4e : *L'action de l'homme.*
Sciences de la vie, 5e-4e : *Fonctionnement du corps et besoin d'énergie.*

OBJECTIFS DU FILM

Montrer la diversité et la richesse de la famille carbone.
Découvrir le monde de la recherche scientifique.
Initier le téléspectateur au principe de la démarche scientifique.

VOCABULAIRE REQUIS

Atome, molécule, oxygène, graphite, creuset, four solaire.

VOCABULAIRE À EXPLIQUER

Fullerène, footballène, C_{60}, C_{70}, parabole, foyer, toluène, kilowatt, pierre philosophale.

VOCABULAIRE À METTRE EN PLACE

Se vaporiser, se consumer.

PRINCIPAUX THÈMES ABORDÉS

– Présentation de la famille carbone dans tous ses états : graphite, charbon et diamant. Notion de structure cristalline. Importance de la chimie du carbone pour le vivant.
– Fonctionnement d'un four solaire : notions de puissance, de réflexion, de foyer. Mise au point d'un procédé de fabrication des molécules appelées fullerènes. Détection de molécules dans l'univers.
– Combustion du carbone (charbon ou diamant) dans l'oxygène de l'air.

DÉCOUPAGE DU FILM

00 min 00 s : Stockholm, 10 décembre 1996, remise du prix Nobel de chimie pour la découverte des fullerènes.
00 min 33 s : Les diverses formes du carbone jusqu'aux fullerènes.
01 min 00 s : Daniel Laplaze, physicien, explique pourquoi les astronomes sont à l'origine de cette découverte.
01 min 29 s : Images de synthèse sur les agencements possibles des atomes de carbone : diamant, graphite puis les fullerènes et le footballène. Les applications potentielles du footballène.
02 min 18 s : Les limites des méthodes actuelles de fabrication des fullerènes. D'où l'utilisation du four solaire d'Odeillo. Images du four.
03 min 08 s : Gilles Flamant, IMP d'Odeillo, parle rapidement du four puis explique la fonction des petites installations.
03 min 35 s : Description de la technique expérimentale employée. Résultat : fabrication d'une petite quantité de fullerènes.
04 min 40 s : Les conditions pour passer à la fabrication en plus grande quantité.
05 min 07 s : Cependant, nous sommes loin de la fabrication industrielle, même si, dans un avenir proche, les quantités fabriquées seront de plusieurs dizaines de grammes de fullerènes par expérience.
05 min 28 s : Changement d'échelle. Expérience sur un barreau de 20 cm de graphite, à l'aide du four solaire. Ce que l'on obtient.
06 min 18 s : Observation au microscope tunnel du C_{60} : la footballène.
06 min 33 s : Et les applications ? Les techniques de production sont au stade expérimental, donc la recherche d'applications est au stade initial.
06 min 56 s : Les fullerènes existent bien dans les nuages interstellaires.

SUGGESTIONS D'EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

Activité : savants ou faussaires ?

Chimie, 4e

Un prix Nobel pour la nature ?

En 1996, une équipe américaine est récompensée pour avoir réussi à synthétiser une nouvelle molécule appelée « fullerène » (« footballène » pour certains chercheurs français). On apprend ensuite que la nature savait fabriquer cette fameuse « découverte » depuis des milliards d'années, puisqu'on en a décelé la présence dans les nuages interstellaires. Qui de la nature ou des savants a donc le plus mérité le prix Nobel ? Pour introduire cette question auprès des élèves, on visionnera d'abord le début du reportage sur la remise du prix Nobel, puis le début de l'interview de Daniel Laplaze, et enfin la toute fin du reportage. On peut se reporter également au dernier point de la démarche ci-dessous, sur la manière dont on a prouvé l'existence des molécules de fullerènes.

Prolongement possible

Une activité suggérée dans les programmes consiste à dresser un tableau comportant deux colonnes : les produits de synthèse qui se contentent de copier la nature et ceux qui n'existeraient pas sans l'homme. Selon l'imagination des élèves, on pourra répertorier : des médicaments, arômes, colorants, plastiques, diamants, fullerènes…

Démarche : les sciences physiques fusionnent

Chimie, 4e

Un extrait du documentaire tourné à Odeillo permet d'élaborer une séquence de cours qui unit les trois thèmes du programme de 4e. On y montre en effet que la synthèse de fullerènes se fait dans une ampoule vidée de son oxygène. L'enseignant amène les élèves à se poser la question : que se passerait-il si l'on ne prenait pas cette précaution ? Et d'y répondre alors par une séance classique de travaux pratiques sur la combustion du carbone.

Il s'agit ensuite de faire le rapprochement avec la lampe à incandescence (qui nécessite le même dispositif expérimental pour fonctionner durablement) et de lancer, parallèlement au cours, une courte recherche documentaire sur ce dipôle, avec l'objectif d'apprendre :

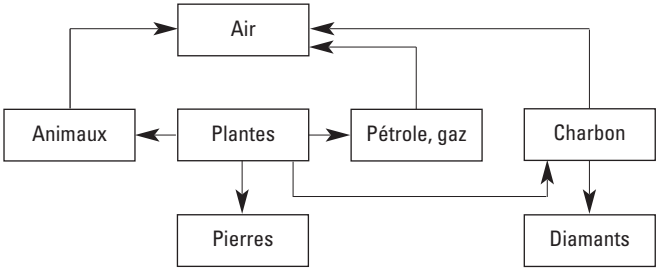
– qui en est l'inventeur (date et lieu) ;

– de quoi étaient constitués les premiers modèles ;
– comment on a pu augmenter leur efficacité jusqu'à nos jours.
À l'aide de petits spectroscopes, on explique enfin aux élèves comment on a prouvé l'existence des molécules de fullerènes dans les nuages interstellaires en leur faisant observer les spectres de raies de quelques lampes particulières.

Le cycle du carbone

SVT, chimie, 4e

Sur la base du cycle de l'eau étudié en 5e, ou en simple introduction, le documentaire est l'occasion de travailler en collaboration avec les enseignants de SVT dès le début du cours de chimie. Permettant de faire de petits rappels (identification du dioxyde de carbone, respiration animale…), ce thème peut également servir de fil conducteur dans les premières semaines de travail.
L'objectif est de montrer aux élèves les liens étroits qui unissent les deux matières et de les rassembler dans un même cycle « central » :



Illustrée d'expériences classiques (pyrolyse, combustions, fermentation,…) la construction de ce schéma sera l'occasion de traiter une grande partie de la chimie de 4e, avec :
– la composition de l'air ;
– la combustion du carbone et du méthane ;
– les atomes, les molécules ;
– les équations bilans.

FICHE ÉLÈVE

Le carbone se conjugue à tous les temps

À utiliser en chimie, 3e. Introduction à l'étude des matériaux.

Compléter les phrases suivantes :

1. Dans les entrailles de la Terre, ils ont subi des pressions et températures extrêmes, puis se sont associés en cristaux appelés diamants : .....

2. Au XIXe siècle, son utilisation intensive dans les hauts fourneaux a contribué à la révolution industrielle : .....

3. Inventée dans les années 1930, cette fibre synthétique solide et légère est aujourd'hui l'un des matériaux les plus utilisés pour les équipements sportifs (cadres de vélos, coques de bateaux ou voitures…) : .....

4. Découverte en 1985, cette molécule sphérique, à 60 atomes de carbone, symbolise la chimie du XXIe siècle (nom et formule chimique) : .....

Le cycle du haut fourneau

À utiliser en chimie, 3e. Introduction à l'étude des matériaux.

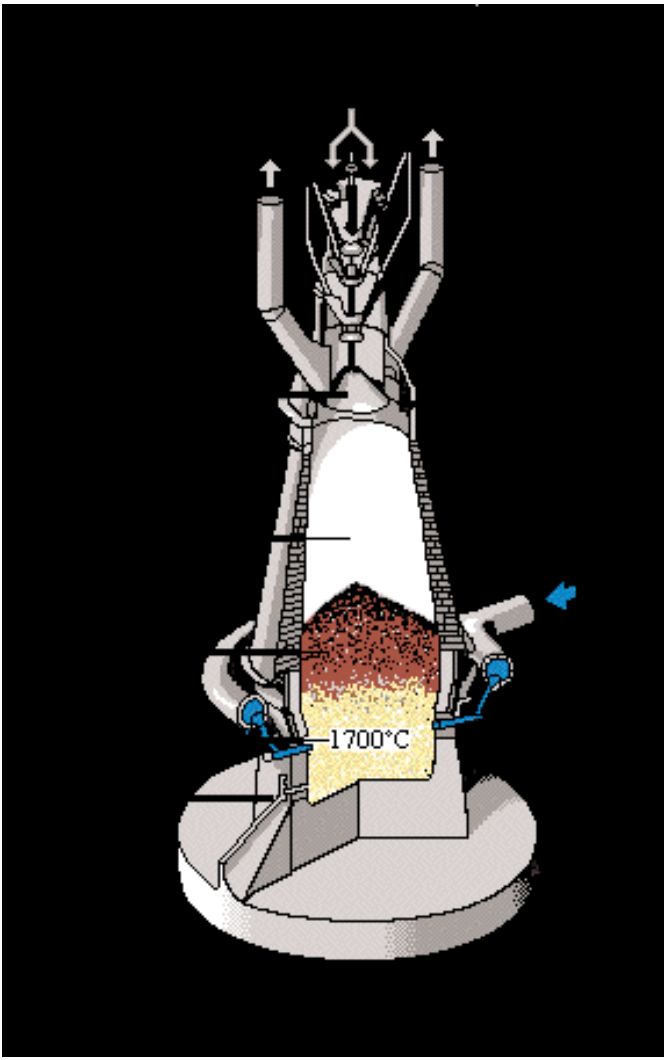
Équilibrer les quatre équations bilans suivantes :

1. La houille (carbone pur : C) réagit avec le dioxygène de l'air pour former du monoxyde de carbone.

2. Le minerai de fer (Fe_2O_3) réagit avec le monoxyde de carbone pour former du tétraoxyde de trifer (Fe_3O_4) et du dioxyde de carbone.

3. Le tétraoxyde de trifer (Fe_3O_4) réagit avec le monoxyde de carbone pour former du monoxyde de fer (FeO) et du dioxyde de carbone.

4. Le monoxyde de fer (FeO) réagit avec le monoxyde de carbone pour former du dioxyde de carbone et du fer.



LIVRET ELABORÉ PAR PHILIPPE VANSTEENE, 1998
REMIS A JOUR PAR JEAN-LUC RICHTER, 2006
© SCÉRÉN-CNDP, 2006