

## Sujet Jules VERNE

« La nécessité est, d'ailleurs, de tous les maîtres,  
celui qu'on écoute le plus et qui enseigne le mieux. »

Jules Verne « L'île mystérieuse »

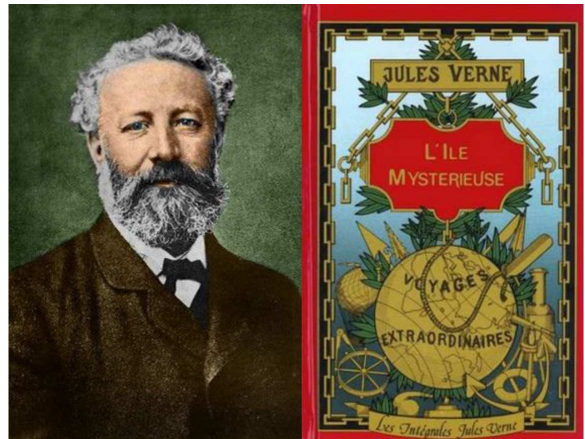
### Introduction

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les sciences, et plus particulièrement la chimie, étaient considérées comme un sujet mystérieux. Cela a conduit de nombreux écrivains et poètes à agrémenter leurs œuvres d'images inspirées de la matière, de ses transformations, ainsi que de descriptions émotionnelles de phénomènes et de processus chimiques. De nombreux chimistes étaient, eux-mêmes, non seulement de grands scientifiques, mais aussi des écrivains (Isaac ASIMOV), poètes (Humphry DAVY) ou musiciens (Alexandre BORODIN) talentueux.

À cette époque, poussée par la révolution industrielle et les travaux de LAVOISIER (1743 - 1794), la chimie est en plein développement : modèle atomique de DALTON (1803 - 1807), travaux de GAY-LUSSAC (1778 - 1850), naissance de la chimie organique, tableau périodique des éléments de Dimitri MENDELEÏEV (1869).

Le roman de Jules VERNE « L'île Mystérieuse » (1875) mérite une attention toute particulière, car les références à la chimie y sont omniprésentes. Jules VERNE, lui-même, l'écrivit à son éditeur :

« Je me suis complètement abandonné [...] à l'île Mystérieuse. [...] Je passe du temps avec des professeurs de chimie et dans des usines chimiques. Il y a souvent des taches sur mes vêtements, ce que je vais attribuer à votre récit, car ce roman sera un roman sur la **chimie**. »



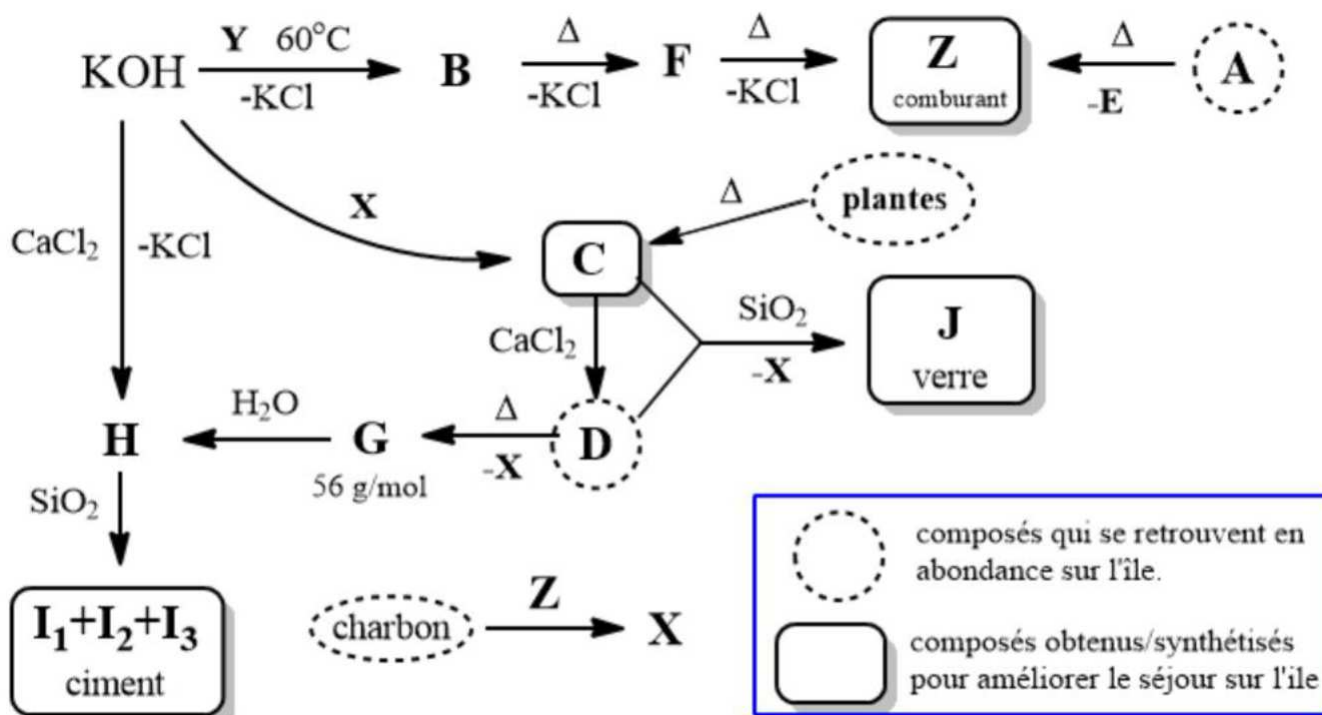
Le roman raconte l'histoire de cinq personnages : l'ingénieur Cyrus SMITH, son domestique NAB, le reporter Gédéon SPILETT, le marin PENCROFF et le jeune HERBERT. Prisonniers des sudistes durant la Guerre de Sécession américaine (1861-1865), ils décident de fuir en montgolfière. Pris dans un ouragan, ils échouent sur une île de l'océan, où ils passeront plusieurs années. Les connaissances en chimie de l'ingénieur Cyrus SMITH les aident tout au long du roman pour survivre sur cette île : élaboration du feu, fabrication de briques, de verre, d'objets métalliques, génération d'électricité, préparation de savon ou d'explosif. . .

#### Remarque

Les trois parties de ce problème sont indépendantes.

### 1 La chimie pour survivre

L'ensemble des processus décrits dans cette partie sont résumés de manière schématique dans la figure ci-dessous, les équations ne sont pas nécessairement ajustées et les éventuelles molécules d'eau susceptibles de se former ne sont pas indiquées.



Sur le schéma, quatre composés sont abondants (cercles pointillés). L'un de ces éléments a permis à Cyrus SMITH d'obtenir directement l'acide nitrique qui lui sera très utile par la suite (Partie II et Partie III).

## 1.1 L'art du feu

Pour pouvoir se chauffer et cuire leur nourriture, nos naufragés ont besoin de feu. Sans allumettes, des solutions alternatives doivent être trouvées. Heureusement, les connaissances de Cyrus SMITH en chimie vont les aider :

*Le retour fut marqué par un incident heureux, la découverte que fit l'ingénieur d'une substance propre à remplacer l'amadou. [...] Une armoise convenablement desséchée, fournit une substance très inflammable après avoir bouilli dans une dissolution de l'espèce A, dont l'île possédait plusieurs couches, ou de l'espèce B.*

Les espèces A et B sont des sels ioniques d'un même métal alcalin. A se retrouve largement dans la nature, c'est un constituant des allumettes mais aussi de la poudre. En revanche, B est instable (explosif), il s'obtient uniquement en laboratoire par réaction de la potasse KOH avec le gaz diatomique Y.

À haute température les espèces A et B se décomposent pour former un même gaz Z, qui est aussi un comburant classique nommé par LAVOISIER en 1775. La décomposition de A produit aussi un résidu blanc solide E. La décomposition de B se fait en deux étapes, avec un produit intermédiaire de dismutation F, et produit du chlorure de potassium.

1. Donner les formules des gaz **Y** et **Z**, sachant que la densité de **Y** est 2,22 fois plus grande que celle de **Z**.

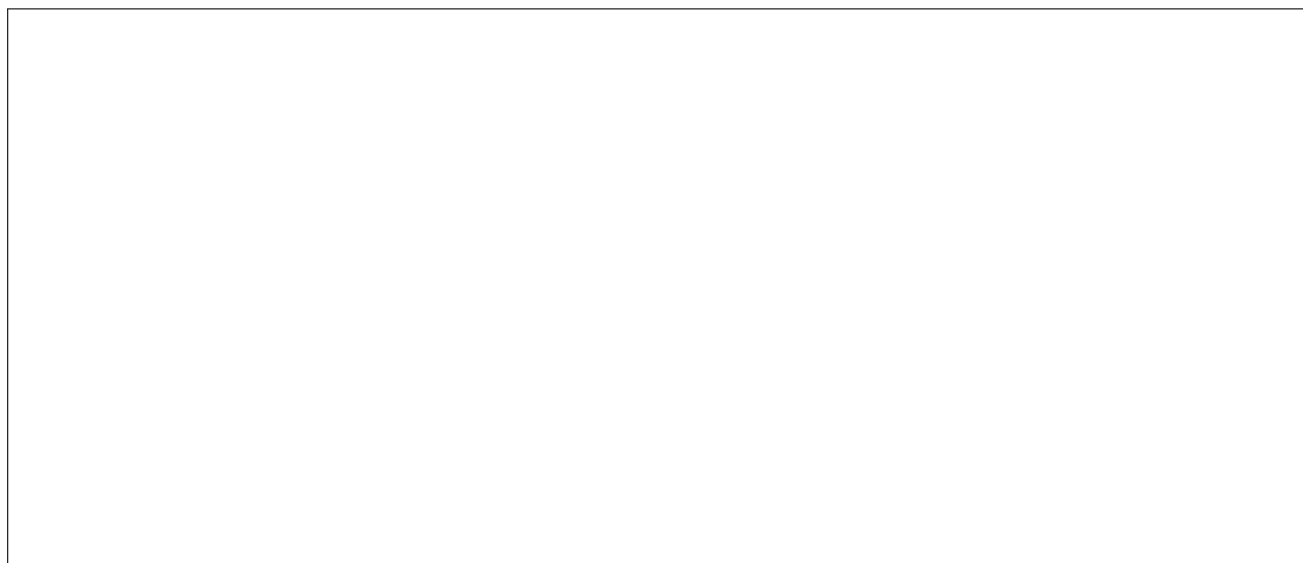
Dans la nature, l'espèce **A** n'est pas complètement pure. Celle-ci contient 8,0% en masse de résidus qui ne se décomposent pas. Par ailleurs, la réaction de décomposition a un rendement de 85-95%. À partir de 50,0 g de cet échantillon de minéral **A** (contient 0,455 moles de A pur) se forment 0,202 moles de gaz **Z**.

2. Déterminer la masse molaire de **A** et le rendement exact de cette réaction.

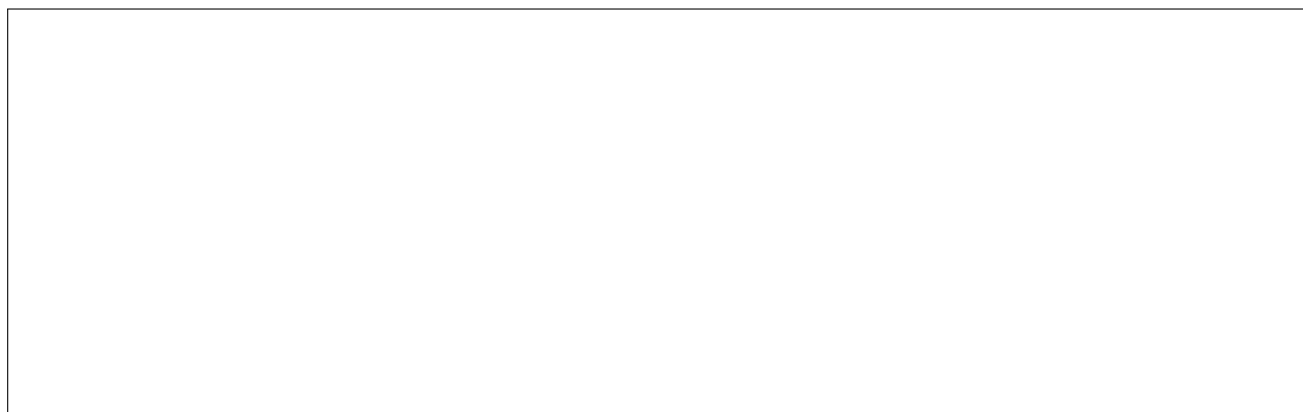
3. Déterminer la formule de l'espèce **A** sachant qu'elle contient trois éléments différents, dont un métal alcalin et un élément en quantité triple de ce métal. En déduire la formule de **E**.

4. Déterminer la formule de l'espèce **B**, en remplaçant dans la formule de **A** un élément non métallique par un autre, au même état d'oxydation. En déduire la formule de l'espèce **F** où cet élément présent dans **B** mais pas dans **A** est à son état d'oxydation maximal.

5. Écrire la structure de LEWIS des anions de **A** et **B** et en utilisant l'ensemble de structures de LEWIS (mésomérie), montrer que la distance des liaisons est la même au sein de chacun de ces deux anions sur l'ion à votre choix (**A** ou **B**). Donner l'ordre de cette liaison.



6. Pourquoi **A** ne peut-elle pas former un composé de la même stœchiométrie que **F** ?



## 1.2 Un sel ionique fort utile

Une fois le feu maîtrisé, il devient possible d'obtenir, par combustion de végétaux, le sel ionique **C**, ingrédient essentiel dans l'élaboration du verre, la fabrication du savon ou encore le blanchissement de tissus. Dans l'industrie, **C** s'obtient par réaction de la potasse KOH avec le gaz **X**, pouvant lui-même être obtenu par de nombreuses méthodes de synthèse, par exemple à partir de charbon et de gaz **Z**.

7. Déterminer l'espèce **C**, sachant que ce composé pur contient 56,52% de l'alcalin, 34,78% d'oxygène et un troisième élément non-métallique.

8. Déterminer le gaz **X** et écrire une réaction possible de sa production.

### 1.3 Le ciment et le verre

NAB et PENCROFF, guidés par Cyrus SMITH, charrièrent, sur une claie faite de branchages entrelacés, plusieurs charges de l'espèce **D**, pierres très communes, qui se trouvaient abondamment au nord du lac. Ces pierres, décomposées par la chaleur, donnèrent l'espèce **G** (et un seul sous-produit, le gaz **X**), très grasse, foisonnant beaucoup (=réaction de **G** avec l'eau de solution) et qui par extinction forme **H**. Mélangée avec du sable ( $\text{SiO}_2$ ), dont l'effet est d'atténuer le retrait de la pâte quand elle se solidifie, cette chaux fournit un mortier excellent (composé **I**).

L'espèce **D** peut aussi se former à partir de la solution de **C** en ajoutant du chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2$ . La dissociation de 500 g de **D** pur produit 280 g de l'espèce **G** et 112 L du gaz **X** (pris sous pression  $1,01 \cdot 10^5$  Pa, à  $0^\circ\text{C}$ ). Avant la crise de la Covid-19, le composé **D** était également un composé utilisé par nombre d'enseignants (même s'ils n'étaient pas chimistes).

L'espèce **H** peut se former à partir de potasse KOH et chlorure de calcium CaCl<sub>2</sub>. En fonction de la proportion molaire entre **H** et le sable, le ciment peut être composé de différents produits **I**<sub>1</sub>, **I**<sub>2</sub>, **I**<sub>3</sub> ou de leurs mélanges

Proportion du sable et de <b>H</b>	Produit	Information supplémentaire
1 :1	<b>I</b> <sub>1</sub>	Fraction massique $w(\text{Si}) = 24,14\%$
1 :2	<b>I</b> <sub>2</sub>	Quatre atomes d'oxygène par atome de silicium
1 :3	<b>I</b> <sub>3</sub>	$M(\text{I}_3) = 228 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

9. Calculer la masse  $m$  et la masse molaire  $M$  de gaz **X** produit lors de la formation de **G** à partir de **D**.

10. Déterminer les espèces **D**, **G** et **H**, si la masse molaire de **G** vaut  $56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

11. En utilisant le tableau, déterminer les formules de  $\mathbf{I}_1$ ,  $\mathbf{I}_2$ ,  $\mathbf{I}_3$ , sachant que leurs masses molaires forment une progression arithmétique où  $M(\mathbf{I}_3) > M(\mathbf{I}_1)$ . Chacun des composés  $\mathbf{I}$  est constitué de trois éléments.



*Vers cette époque aussi, Cyrus SMITH essaya de fabriquer du verre. Quant aux substances qui entrent dans la fabrication du verre, ce sont uniquement du sable ( $\text{SiO}_2$ ), l'espèce  $\mathbf{D}$  et l'espèce  $\mathbf{C}$ . Or, le rivage fournissait le sable, la chaux fournissait  $\mathbf{D}$ , les plantes fournissaient  $\mathbf{C}$ , et le sol fournissait la houille pour chauffer le four à la température voulue. Cyrus SMITH se trouvait donc dans les conditions nécessaires pour opérer. Le 28 mars, le four fut chauffé vivement. Cent parties de sable, trente-cinq de  $\mathbf{D}$ , quarante de  $\mathbf{C}$ . Lorsque la température élevée du four l'eut réduite à l'état liquide ou plutôt à l'état pâteux, Cyrus SMITH « cueillit » avec la canne une certaine quantité de cette pâte (qui était le verre, l'espèce  $\mathbf{J}$ ).*



12. D'après la recette décrite, définir dans quelles proportions molaires sont introduits **C**, **D** et le sable, sachant que « les parties » sont proportionnelles à la masse.



13. Proposer la formule chimique du verre **J** (se compose de quatre éléments) qui a été obtenu, sachant que, durant ce processus, il y a un dégagement de gaz **X** (sa masse équivaut à 25 « parties ») et que 20% de **D** n'a pas réagi.

