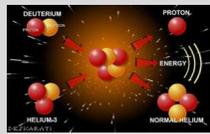


# Formation des atomes et radioactivité

## 1. Nucléosynthèses

### Doc 1 : La création de l'Univers, il y a 13,8 milliards d'années

L'Univers originel avait la taille d'un point et ne comportait que des particules élémentaires. Le Big Bang libère une énorme quantité d'énergie et l'Univers entre dans une phase d'expansion extrêmement rapide au cours de laquelle les particules élémentaires vont s'assembler pour former d'abord les éléments chimiques les plus légers : l'hydrogène et l'hélium : c'est la nucléosynthèse primordiale



### Doc 2 : Nucléosynthèse stellaire : synthèse de noyaux légers

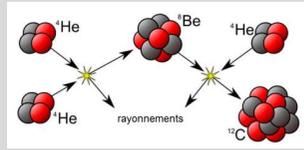


Le physicien américain Hans Albrecht Bethe (1906-2005) explique le premier, en 1938, l'origine l'énergie produite dans les étoiles à partir de réactions nucléaires.

L'hydrogène est le principal "carburant" de cette production d'énergie et les réactions faisant intervenir l'hydrogène sont les premières étapes de la formation des éléments de l'Univers

C'est la nucléosynthèse stellaire :

- quatre noyaux d'hydrogène ( $^1_1\text{H}$ ) s'unissent pour former un noyau d'Hélium ( $^4_2\text{He}$ ) selon :  $4\ ^1_1\text{H} \rightarrow\ ^4_2\text{He} + 2\ ^0_{+1}\text{e} + 2\ ^0_0\nu$  cette réaction de fusion nucléaire libère des particules : deux positons ( $e^+$ ) et deux neutrinos ( $\nu$ ) et de l'énergie ; elle se produit pendant la quasi-totalité de la vie de l'étoile ;
  - deux noyaux d'hélium ( $^4_2\text{He}$ ) s'assemblent pour former un noyau de béryllium ( $^8_4\text{Be}$ ) ;
  - et ainsi de suite, les éléments les plus lourds s'obtiennent à partir d'éléments plus légers. Par exemple, un noyau d'oxygène ( $^{16}_8\text{O}$ ) se forme à partir d'un noyau de carbone ( $^{12}_6\text{C}$ ) et d'un noyau d'hélium ( $^4_2\text{He}$ ).
- Au fur et à mesure, l'étoile forme des éléments de plus en plus lourds (jusqu'au fer,  $Z = 26$ ).



### Doc 3 : Nucléosynthèse explosive : vers des noyaux plus lourds



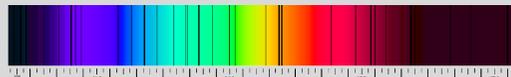
Le cœur de l'étoile gagne en masse jusqu'à s'effondrer sous son propre "poids" en expulsant les couches externes de l'étoile. Les éléments plus lourds que le fer comme l'or, l'argent, le plomb, l'uranium ..., sont formés.

C'est la dernière étape de la vie des étoiles massives qui explosent en supernova et dispersent ces éléments chimiques dans l'Univers.

Beaucoup plus tard, ces poussières se condensent avec le gaz interstellaire pour former de nouveaux systèmes solaires et en particulier des planètes solides.

### Doc 4 : Compositions des étoiles

Les scientifiques ont réussi à déterminer la composition des étoiles en étudiant la lumière qu'elles produisent.



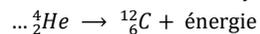
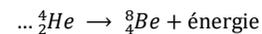
C'est le physicien allemand Joseph von Fraunhofer (1787-1826) qui dénombre les raies noires observées dans le spectre solaire.

Les travaux de Bunsen et Kirchhoff vont permettre de leur trouver une explication et ainsi d'identifier les éléments qui en sont à l'origine.

La lumière des étoiles devient le vecteur principal pour en connaître les compositions.



- Pop II stars : étoile de population II - Pop III stars : étoile de population III  
- AGB stars : étoiles de la branche asymptotique des géantes



- 1.6. Pourquoi peut-on s'attendre à une plus grande variété d'éléments chimiques sur les planètes comme la Terre ?

## 2. Des noyaux « trop lourds »

Naturellement et spontanément, mais de façon non prévisible, les noyaux instables possédant un excès de protons ou de neutrons, se transforment pour former des noyaux stables. On parle alors de désintégration radioactive qui produit des rayonnements émis par le noyau : les atomes au noyau instable sont alors dits « radioactifs ».

Quoique spontanée, la désintégration radioactive d'un noyau individuel est un phénomène aléatoire et donc imprévisible ; elle ne dépend pas de son âge et n'influence pas les noyaux voisins.

Tous les noyaux radioactifs ayant la même probabilité de disparaître, l'étude de la décroissance radioactive ne peut s'envisager que collectivement. On peut imaginer une analogie entre une telle population de noyaux radioactifs et un ensemble de dés à jouer qu'on lance tous en même temps à des intervalles de temps constants et où on décide que les dés qui affichent le résultat "6" soient éliminés après chaque lancer.



1. Démarrer le logiciel "Lancer de dés" et choisir ...

### Caractère aléatoire du lancer de dés

Observer les résultats successifs obtenus lors du lancer d'un dé. Faire au moins 100 lancers.

Dans le menu "nombre de dés", passer à 100 dés lancés simultanément (avec remise) et observer le nombre de dés qui affichent le résultat "6" lors de chaque lancer de 100 dés.

- 2.1. Que peut-on dire des probabilités d'obtention d'un 6 lors des lancers de dés ?

### Décroissance du nombre de dés

Lancer de 200 dés. Effectuer plusieurs lancers jusqu'à disparition totale des dés.

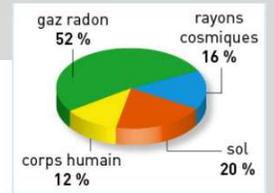
- 2.2. Quelle est l'allure de la courbe obtenue ?

Lancer de 1000 dés puis 1 000 000 de dés

- 2.3. L'allure de la courbe est-elle modifiée ? Commenter.

### Doc 5 : Désintégrations radioactives naturelles

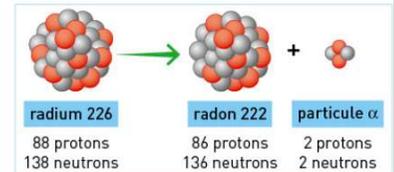
L'être humain est soumis à une radioactivité naturelle provenant à la fois de la Terre et de l'espace. Cette radioactivité naturelle ne représente pas de danger. L'écorce terrestre contient des noyaux radioactifs depuis sa formation. D'autres noyaux radioactifs (comme le carbone 14) sont créés dans l'atmosphère suite à l'arrivée de rayons cosmiques, des particules de très haute énergie en provenance de l'espace.



Les noyaux radioactifs se désintègrent spontanément pour donner des noyaux plus stables en émettant des rayonnements et des particules chargées. La demi-vie est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux d'un échantillon radioactif se soit désintégré.

a Sources de radioactivité naturelle sur Terre.

Les aliments que nous consommons, l'eau que nous buvons et l'air que nous respirons contiennent des éléments radioactifs. La principale source de radioactivité naturelle est le radon  $^{222}\text{Rn}$ , un gaz contenu dans le sous-sol dont la demi-vie vaut 3,8 jours. Dans certaines conditions, le radon passe dans l'atmosphère et ses produits de désintégration peuvent se déposer dans les poumons.



b Formation du radon par radioactivité alpha du radium.

- 2.4. En quoi la désintégration radioactive du radium peut être considérée comme une fission spontanée ?  
2.5. Expliquer pourquoi le radon radioactif ne passe pas toujours dans l'atmosphère ?