

Module : **Chimie Minérale Pharmaceutique**

Responsable du module : **LALAYMIA Youcef**

Contact : lalaymiayoucef@hotmail.com

Année universitaire : **2019 - 2020**

Cours X :

LES ELEMENTS DU GROUPE 18

- LES GAZ NOBLES

Plan du cours :

❖ INTRODUCTION

I. PROPRIETES

I. 1. PROPRIETES ELECTRONIQUES

I. 2. PROPRIETES PHYSIQUES

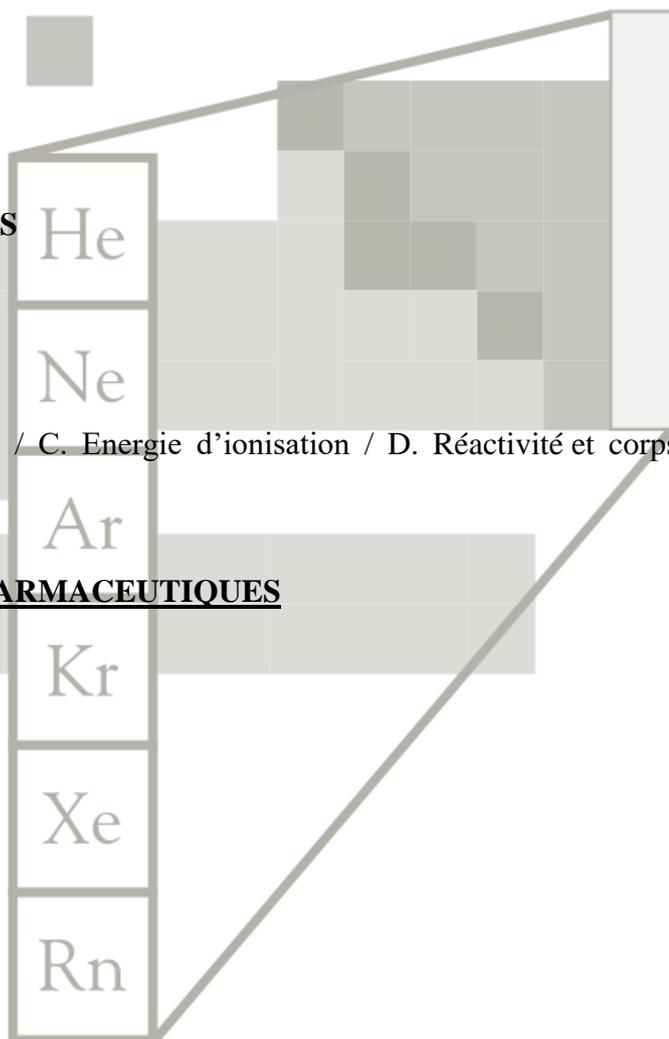
I. 3. PROPRIETES CHIMIQUES

A. Electronégativités / B. Rayon / C. Energie d'ionisation / D. Réactivité et corps composés

II. ASPECTS BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES

II.1. HELIUM

II.2. XENON



Objectifs du cours : à la fin du cours, l'étudiant devrait être en mesure de :

- Propriétés des gaz nobles et leurs réactivités ;
- Mise à profit de leur inertie chimique relative.

❖ INTRODUCTION :

Elément	Symbole	Z	Conf. électronique	Abondance dans l'atmosphère (%/mole)
Hélium	He	2	1s ²	0.00052
Néon	Ne	10	[He] 2s ² 2p ⁶	0.0015
Argon	Ar	18	[Ne] 3s ² 3p ⁶	0.93
Krypton	Kr	36	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	0.00011
Xénon	Xe	54	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶	0.0000087
Radon	Rn	86	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶	Trace

Les éléments du groupe 18 sont des éléments gazeux caractérisés par leur non-réactivité. Autrefois appelés gaz inertes, en raison de leur inertie chimie, cette appellation fut abandonnée depuis la découverte de certains de leurs composés, notamment ceux du xénon. L'appellation gaz rares, n'est plus recommandée, car l'argon représente environ 1 % de l'atmosphère et l'hélium peut être obtenu en des quantités appréciables à partir de certains gisements de gaz naturel. Actuellement, l'appellation gaz noble semble la mieux indiquée, car comme pour les métaux nobles, elle renseigne sur une réactivité faible, mais significative.

Dans la nature, ces éléments se trouvent exclusivement à l'état libre, principalement dans l'atmosphère. Leur obtention s'effectue par distillation fractionnée de l'air liquide. L'hélium est présent également dans les gisements gaziers. Le radon est quant à lui, un élément radioactif ($T_{1/2} = 3.8$ Jours), présent en très faible quantité dans les mines d'uranium et de radium. Sa radiotoxicité est directement liée à l'incidence des cancers chez les travailleurs des mines.

I. PROPRIETES :

I. 1. PROPRIETES ELECTRONIQUES :

La couche de valence de type : **ns²np⁶** est saturée en électron, ce qui explique en grande partie leur non-réactivité chimique.

Elément	Conf. électronique
He	1s ²
Ne	[He] 2s ² 2p ⁶
Ar	[Ne] 3s ² 3p ⁶
Kr	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
Xe	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶
Rn	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶

2. PROPRIETES PHYSIQUES :

A. Aspect : les gaz nobles se présentent sous forme de gaz monoatomiques, incolores, inodores et insipides.

B. Densité, points d'ébullition et de fusion :

Elément	PE (°C)	PF (°C)	densité (g/ml)	Masse molaire (g/mol)
He	-272	-269	0.2	4
Ne	-249	-246	1.0	20
Ar	-189	-186	1.9	39
Kr	-157	-152	4.1	84
Xe	-112	-108	5.851	131
Rn	-71	-62	9.97	222

Les points d'ébullition et de fusion sont très faibles, indiquant que les forces de dispersion maintenant ensemble les atomes sont très faibles. , ;

Les PE°, PF° et densité augmentent dans le groupe **proportionnellement à la masse molaire** des éléments, les atomes gazeux étant liés uniquement par **les forces de London** (voir cours des halogènes).

L'hélium se liquéfie à 1°C près du zéro absolu (-273°C / 0 K), il présente les PE° et les PF° les plus bas de toutes les substances connues. Il est utilisé comme **agent réfrigérant** et **cryogénique**.

3. PROPRIETES CHIMIQUES :

	Electronégativité de Pauling	R _a (pm)	E _{i1} (kJ/mol)
He	-	31	2372.3
Ne	-	38	2080.6
Ar	-	71	1520.4
Kr	3.0	88	1350.7
Xe	2.6	108	1170.4
Rn	2.2	120	1037.1

A. Electronégativités : les électronégativités du Kr et Xe ont été déterminées via les composés qu'ils forment.

B. Rayon : les atomes sont relativement petits. Le rayon augmente dans le groupe par ajout progressif de couches électroniques.

C. Energie d'ionisation : les énergies d'ionisation sont très élevées. Leur ionisation par voie chimique est très difficile. A partir de Kr, les valeurs de E_i rendent possibles certaines réactions notamment avec le fluor.

D. Réactivité et corps composés : les gaz nobles sont considérés comme les éléments les moins réactifs du tableau périodique. Cette non-réactivité est mise à profit dans les plusieurs applications notamment :

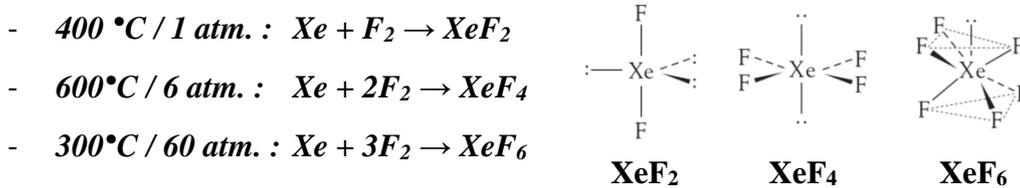
- En **chromatographie gazeuse** (méthode séparative permettant l'analyse des composés gazeux et volatils), He et Ar sont utilisés comme gaz vecteur (gaz permettant de transporter l'échantillon tout au long du dispositif).
- Ils sont utilisés pour créer une **atmosphère inerte** permettant de réaliser des réactions chimiques dont les réactifs ou produits sont sensibles à l'atmosphère ordinaire.

Toutefois, le **krypton** réagit avec le difluor (à -196°C + décharge électrique) selon la réaction : $\text{Kr} + \text{F}_2 \rightarrow \text{KrF}_2$. Le **radon**, constituerait le gaz noble le plus réactif, mais sa radioactivité et la difficulté de son obtention limitent grandement son étude.

Ainsi, le **xénon** est le gaz noble dont on a pu obtenir le plus grand nombre de composés.

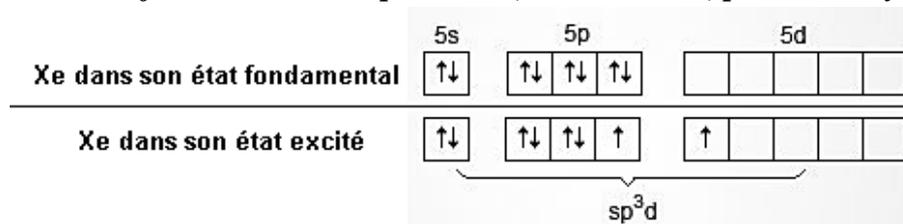
□ LES COMPOSES XENON :

- Seul le fluor se combine directement au Xe pour donner une série de fluorures de Xe : **XeF₂**, **XeF₄** et **XeF₆**, sous conditions :



La formation d'un composé est rendue possible par l'existence de l'orbitale d vacante.

Ex. Lors de la formation du composé XeF₂, les orbitales s, p et d sont hybridés sp³d



- Les fluorures de Xe sont des solides (à T° ambiante) covalents et incolores.



Difluorure de Xénon (XeF₂)



Tétrafluorure de Xénon (XeF₄)

Ce sont de puissants agents de fluoration et de puissants agents de fluoration ($\text{XeF}_6 > \text{XeF}_4 > \text{XeF}_2$). *Ex Fluoration de la silice : $\text{XeF}_6 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{XeOF}_4 + \text{SiF}_4$*

- D'autres composés du Xe ont pu être obtenus. Les **oxydes** sont produits par hydrolyse des fluorures comme suit :
 - $6\text{XeF}_4 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{XeO}_3 + 4\text{Xe} + 24\text{HF} + 3\text{O}_2$
 - $\text{XeF}_6 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{XeO}_3 + 6\text{HF}$

N.B. Les oxydes de Xe sont des composés très instables et hautement explosifs.

II. ASPECTS BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES :

En dépit de leur inertie chimique, les gaz nobles, notamment He et Xe, sont particulièrement étudiés pour les effets qu'ils provoquent une fois administré à l'homme et pour les applications dont ils sont ou seraient objets.

Toutefois, le coût de ces gaz et leur rareté, limite grandement leur exploitation.

II.1. HELIUM :

- **Effet sur le système respiratoire :**

Inhalé, l'hélium est en soi dénué d'effet biologique. Toutefois sa faible densité (7 fois inférieure à celle de l'air) est responsable d'une diminution des résistances à l'écoulement des gaz dans les voies aériennes.

Chez les patients souffrant d'une : obstruction des voies supérieures, obstruction pulmonaire chronique, asthme aigu grave ou bronchiolite, l'utilisation de mélanges hélium-oxygène (He-O_2) présente les effets bénéfiques suivants :

- *Diminution de la fréquence respiratoire et de la dyspnée ;*
- *Diminution des résistances des voies aériennes et du travail respiratoire ;*
- *Amélioration des échanges gazeux et correction de l'acidose respiratoire ;*
- *Meilleure propulsion des bronchodilatateurs inhalés.*
- **Effet cardioprotecteur et neurprotecteur notamment en cas d'ischémie.** Mécanisme d'action non élucidé.
- **IRM (Imagerie par résonance magnétique) :** L'hélium liquide (-271°C) est utilisé comme réfrigérant pour refroidir les aimants supraconducteurs des bobines des appareils à IRM modernes.

II.2. XENON :

- **Anesthésie** : inhalé, le xénon, provoque une anesthésie générale avec peu d'effets secondaires (réactivité chimique très faible). Il est facilement éliminé par l'organisme ce qui permet un réveil rapide du sujet. Le seul inconvénient reste le prix élevé du xénon.
- **Imagerie médicale par résonance magnétique nucléaire (IRM) : l'isotope, ^{129}Xe** , est administré aux patients pour effectuer des imageries des poumons et du cerveau.
- **Chirurgie oculaire** : utilisant un Laser provenant de la stimulation d'atomes de gaz nobles (Xe, Ar, Kr) ou d'un mélange Gaz noble/Halogène par un rayonnement ultraviolet.