



« Je suis à bout de souffle »

# INTRODUCTION À LA CHIMIE

« Je vais gagner la  
course »

« Je crois que je me suis trompé d'épreuve »

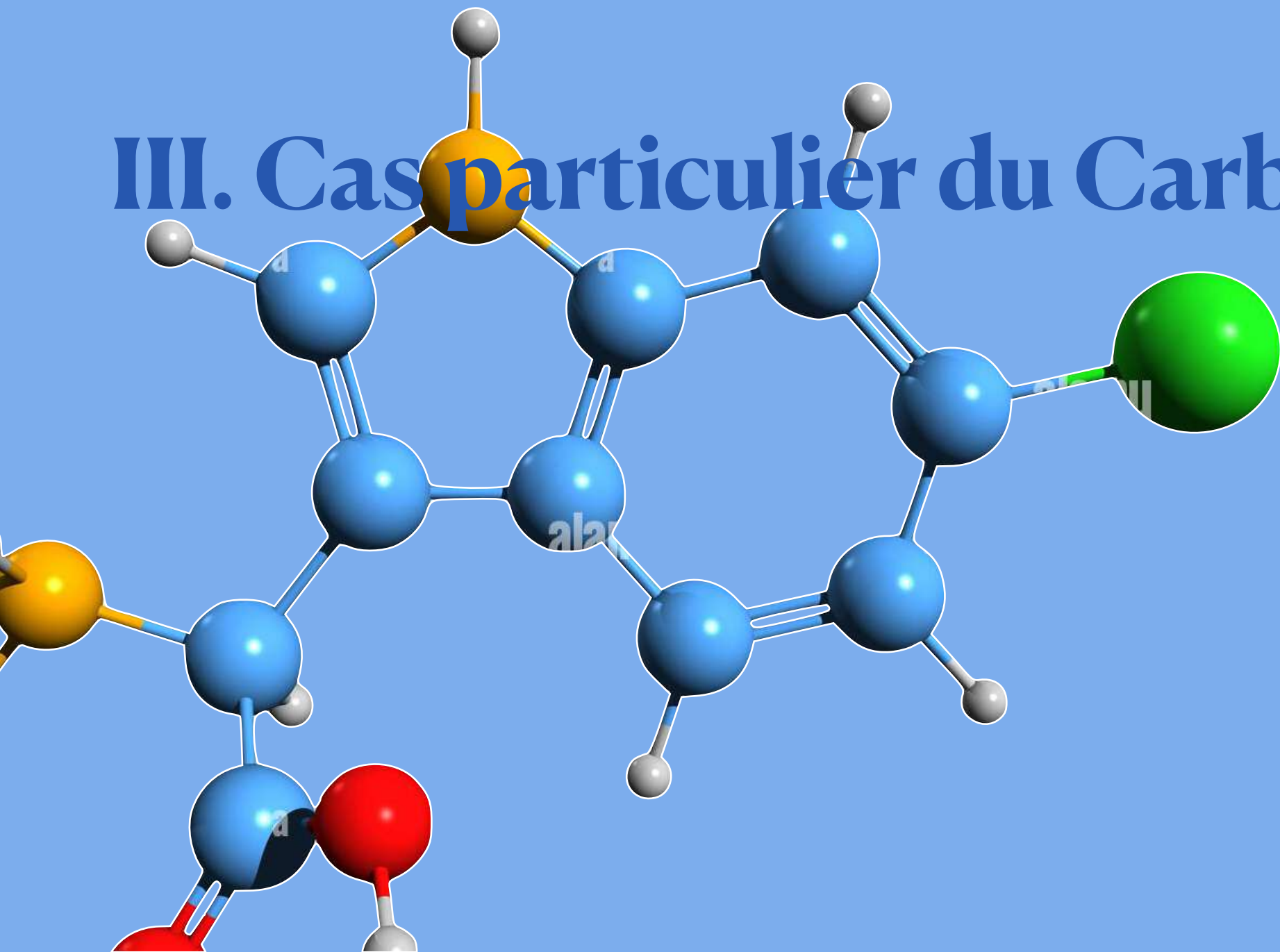


# Sommaire :

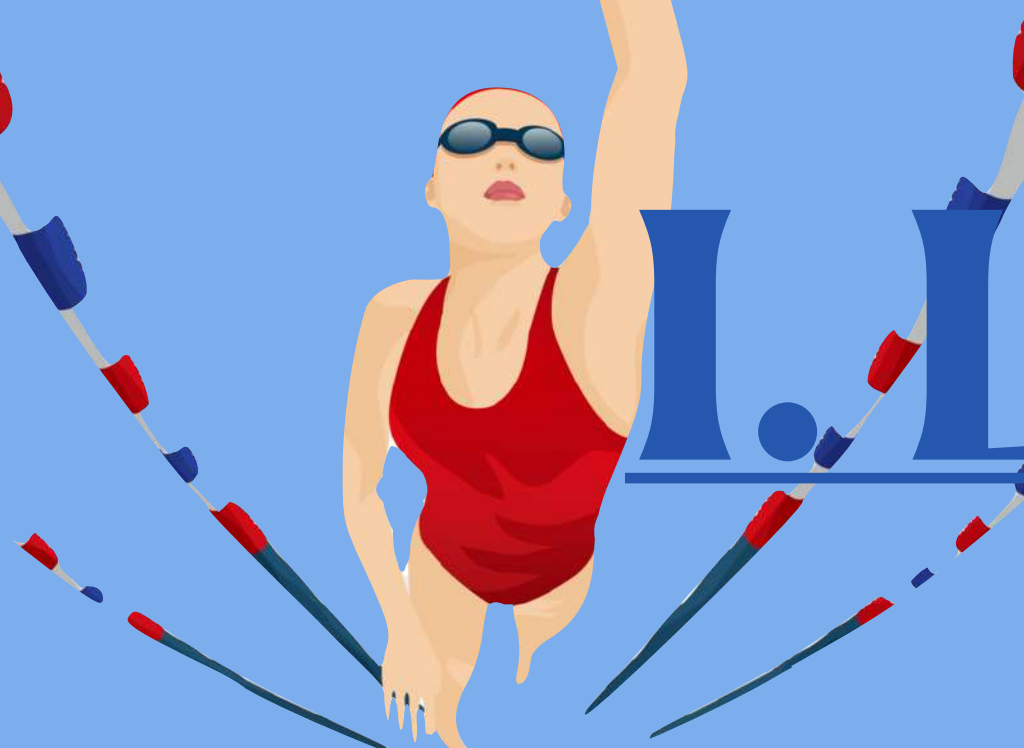
I. La structure de l'atome

II. La structure électronique des atomes

III. Cas particulier du Carbone



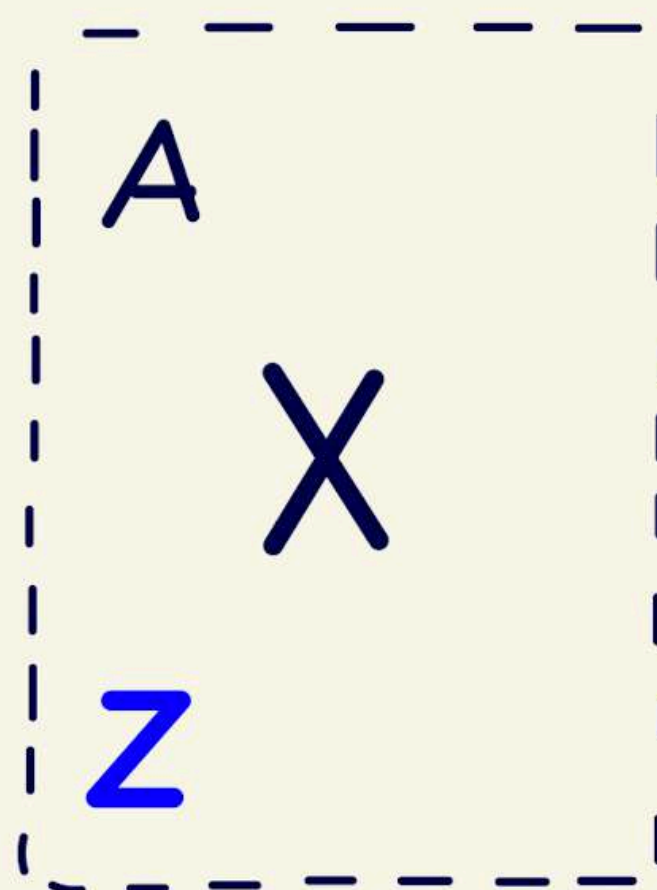




# I. La structure de l'atome



Nombre de masse



Numéro atomique

Un atome est symbolisé par :

**A** : nombre de masse

**Z** : numéro atomique

Un atome possède :

**A** nucléons = neutrons + protons

**Z** protons et **Z** électrons

**A-Z** neutrons

Un atome ne possède pas de charge, il est électriquement neutre

La masse de l'atome se trouve principalement dans le noyau

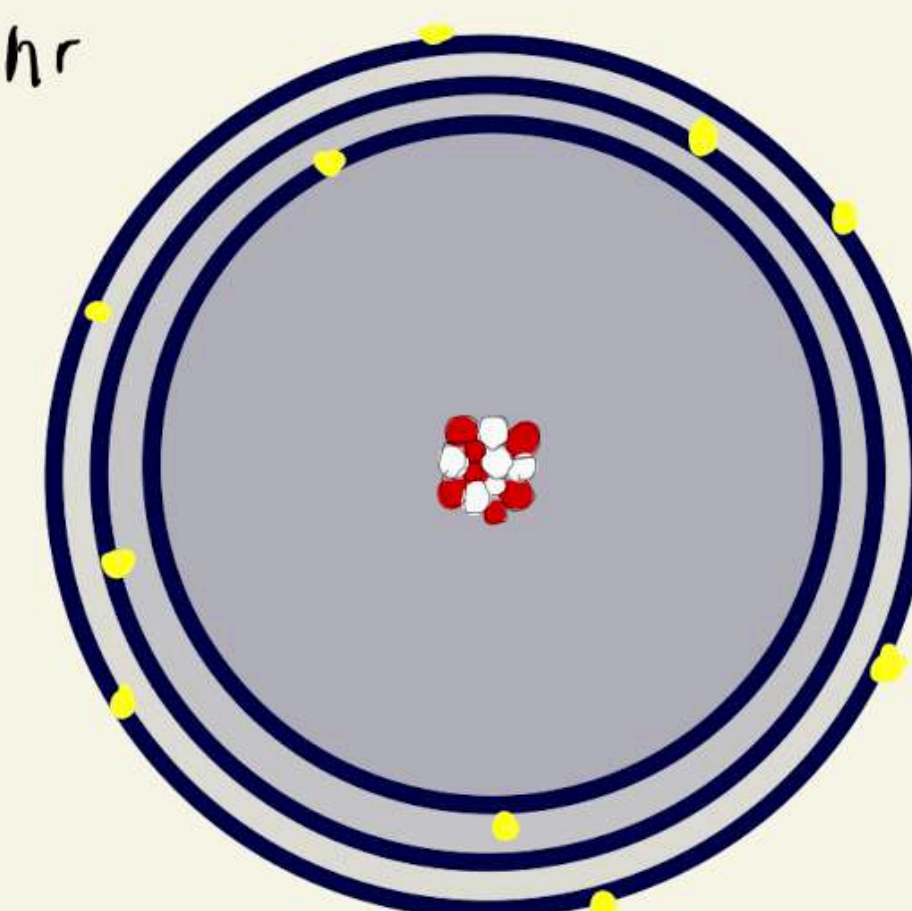
Les électrons sont 1800 fois plus léger que les protons/neutrons

Pseudo-modèle de Bohr

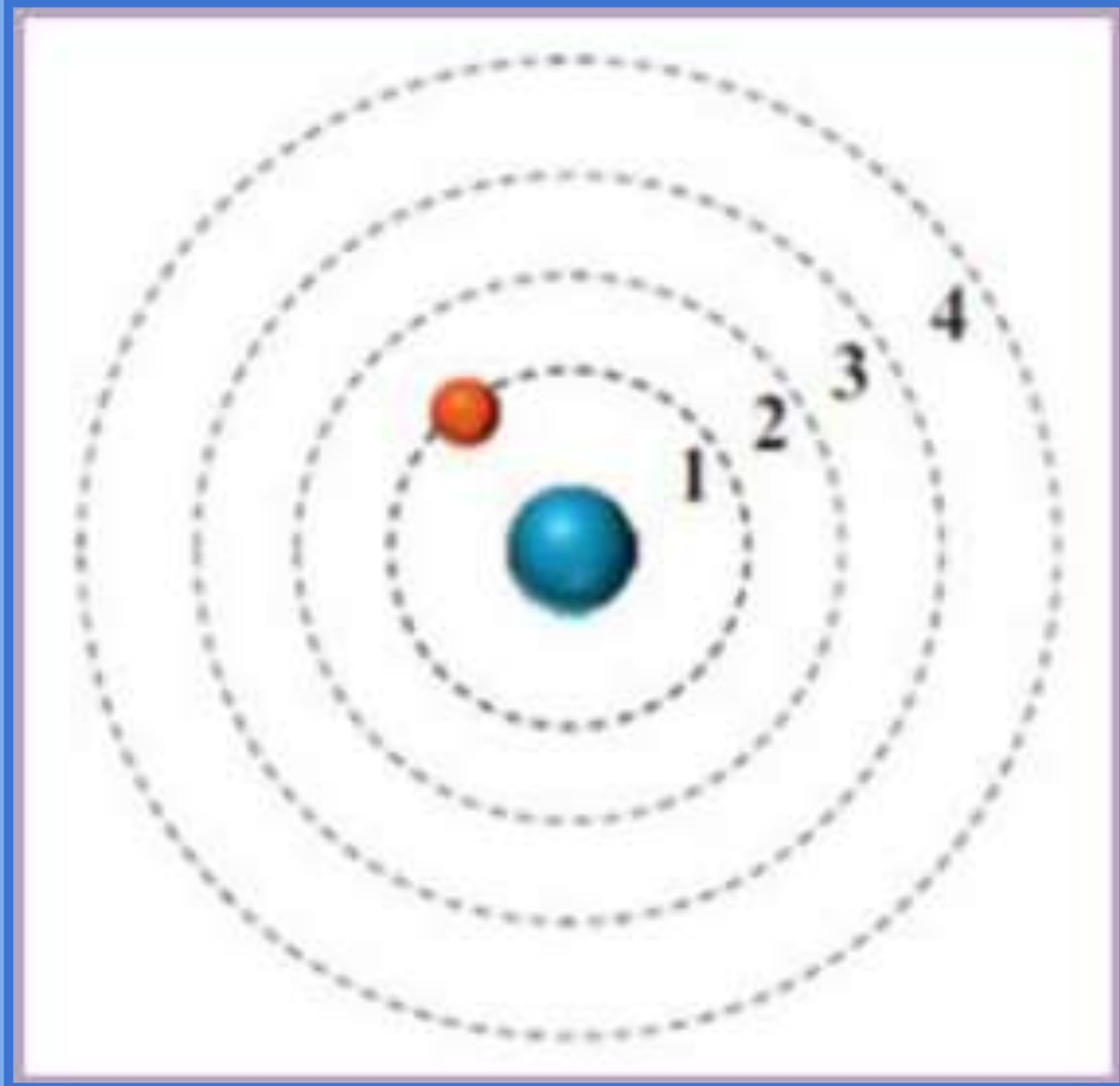
● Neutron n

● Proton p

● Electrone e



# Le modèle de Bohr



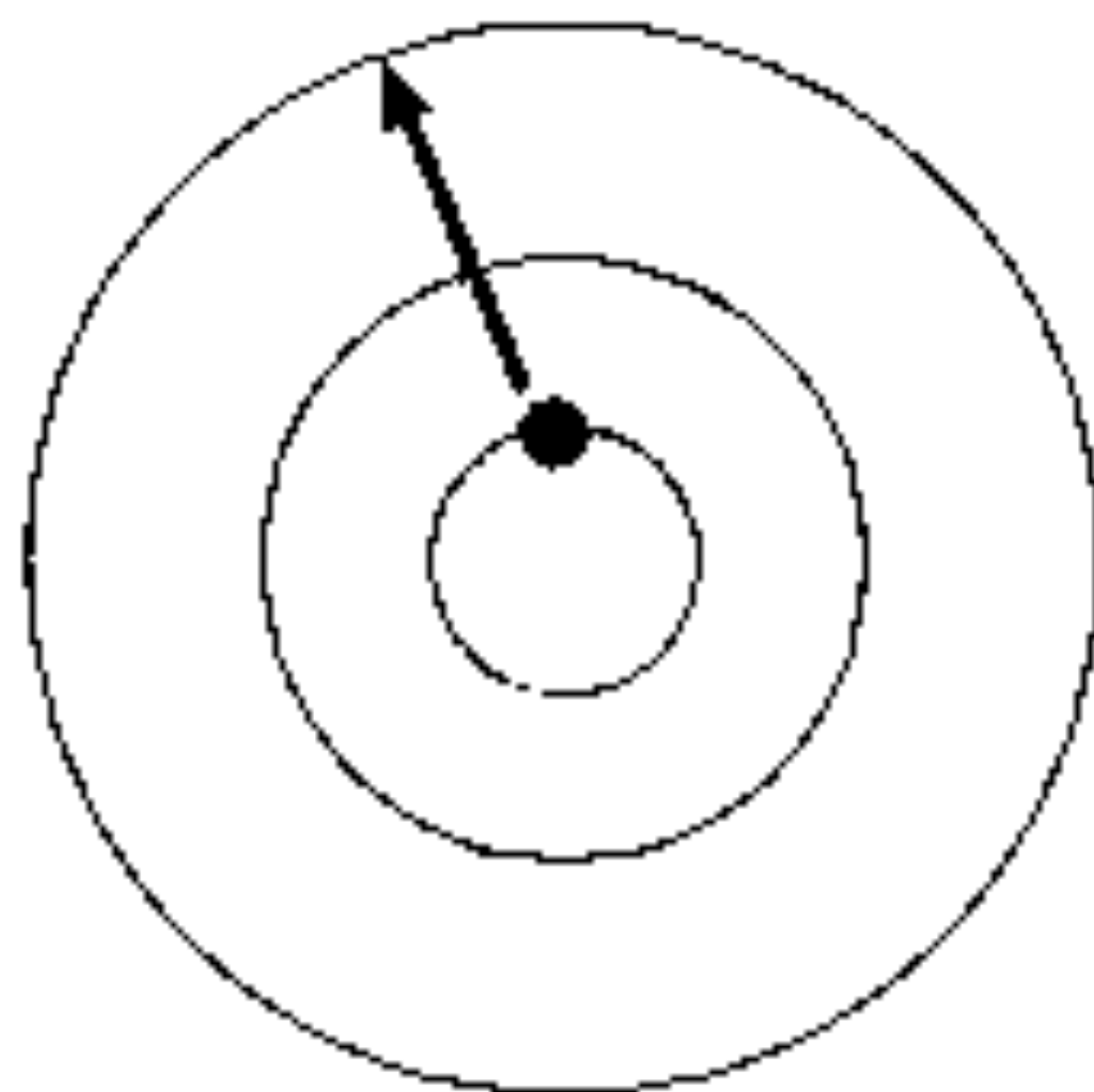
- On retrouve les électrons avec une orbite circulaire autour du noyau de l'atome
- Les différentes orbites correspondent à des niveaux d'énergie spécifiques pour les électrons

On va donc parler d'émissions et d'absorptions d'énergie

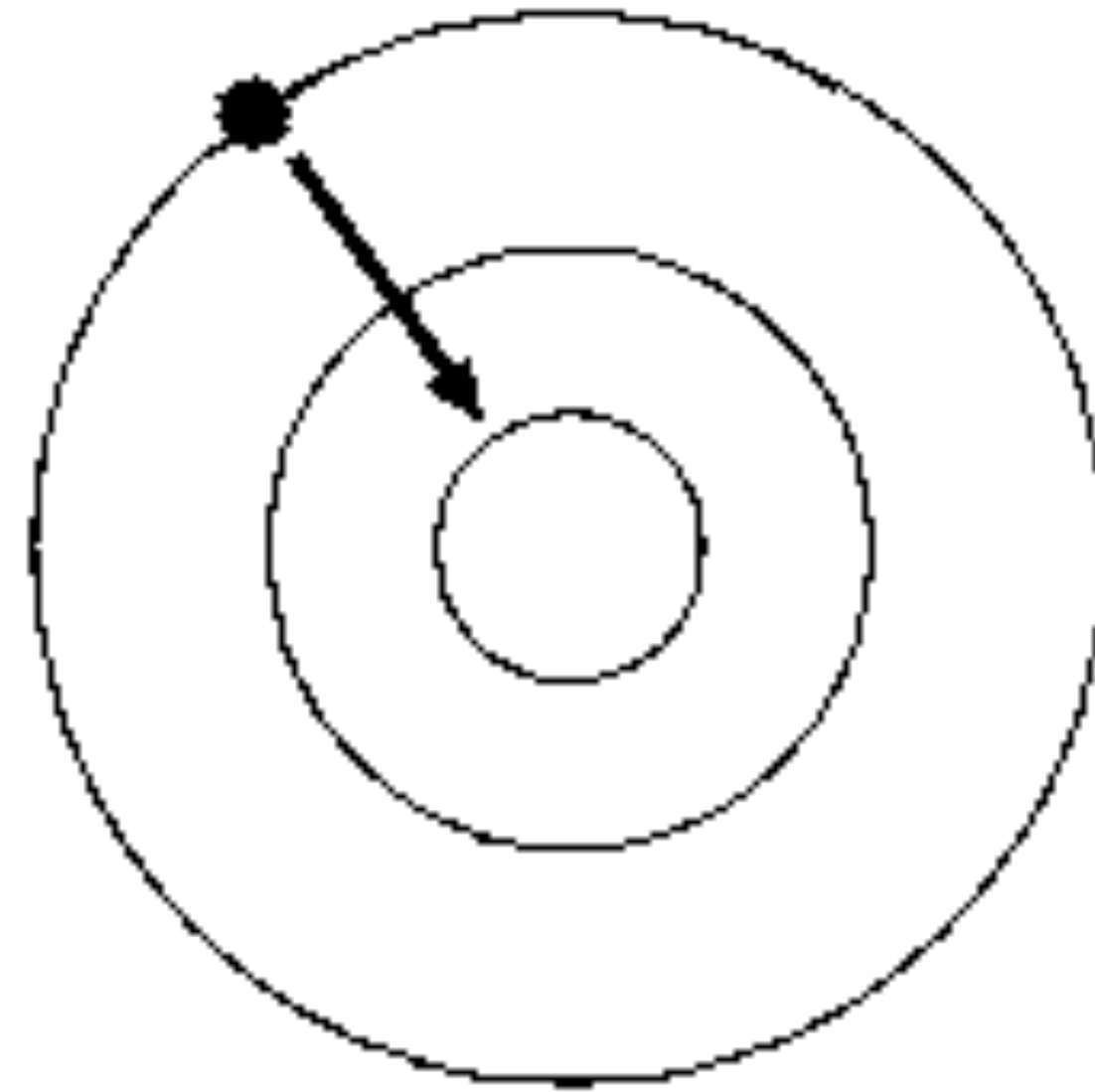
C'est quoi  
cette histoire d'émission et  
d'absorption ?!!







**Absorption**



**Emission**

Lorsqu'un électron passe d'une orbite à une autre de plus basse énergie, l'atome émet de l'énergie sous forme de photons.

À l'inverse, lorsque de l'énergie est absorbée, l'électron peut passer à une orbite de plus haute énergie

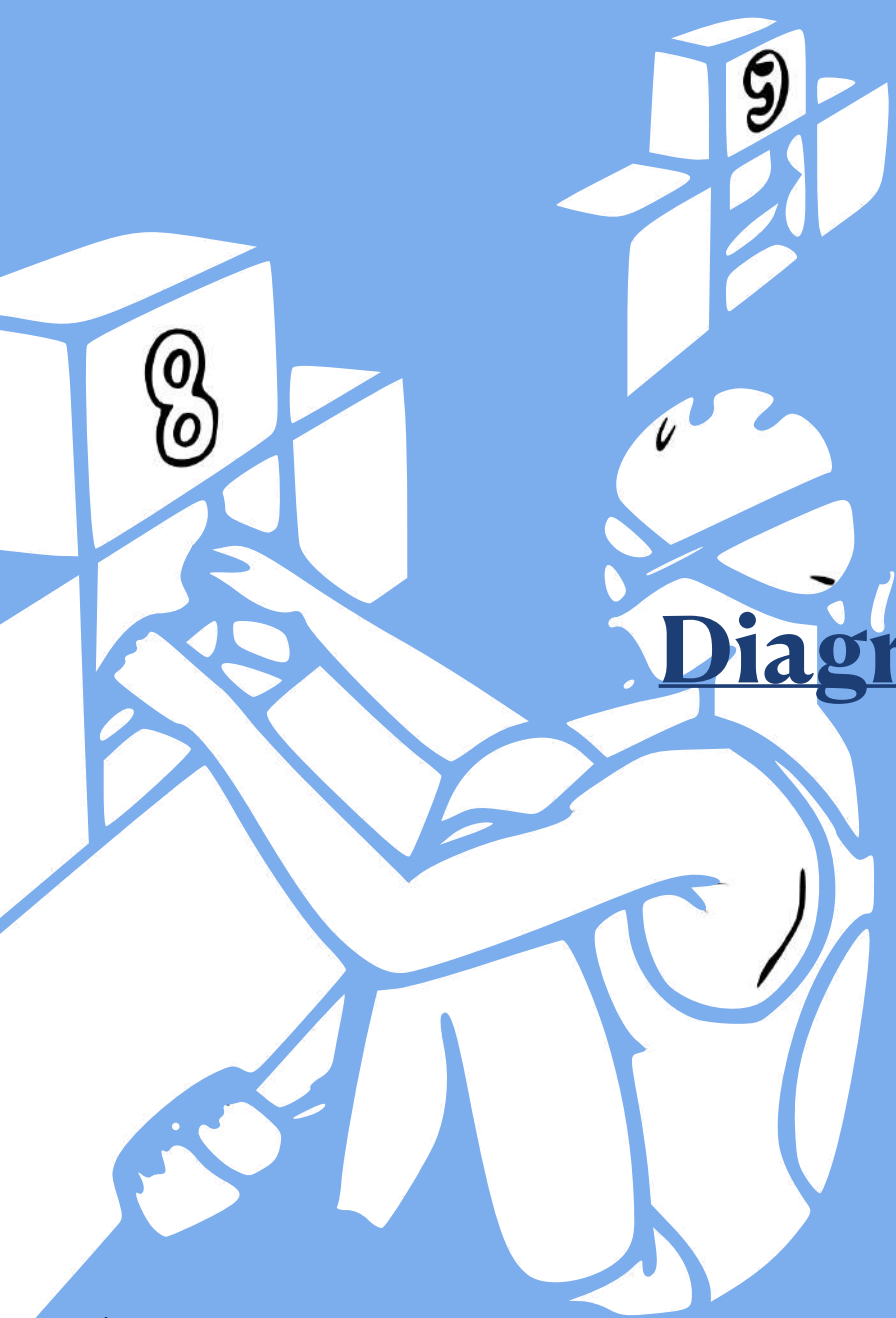
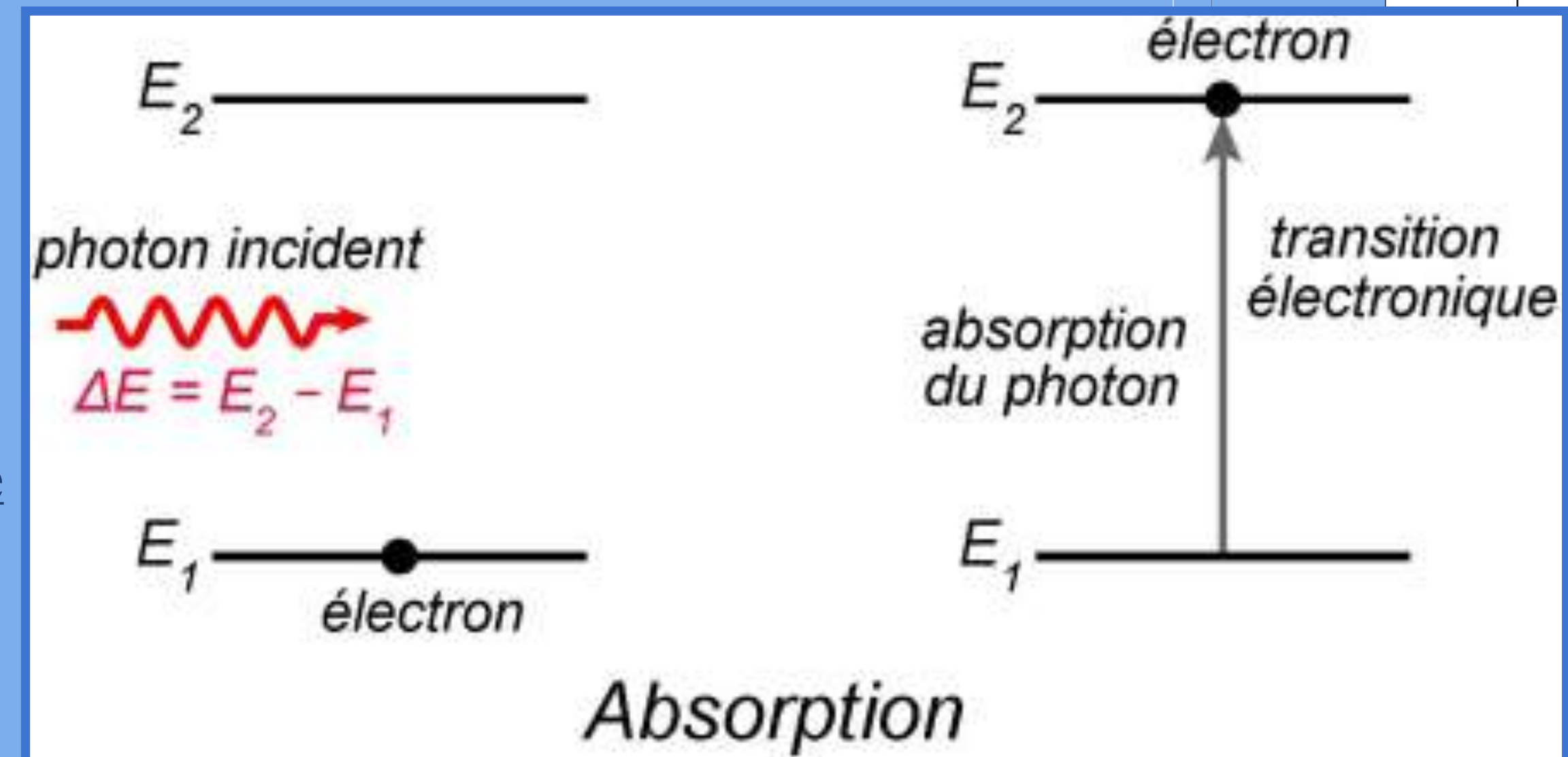


Diagramme représentant l'absorption d'énergie





Le modèle de BOHR était une étape importante dans la compréhension de l'atome.

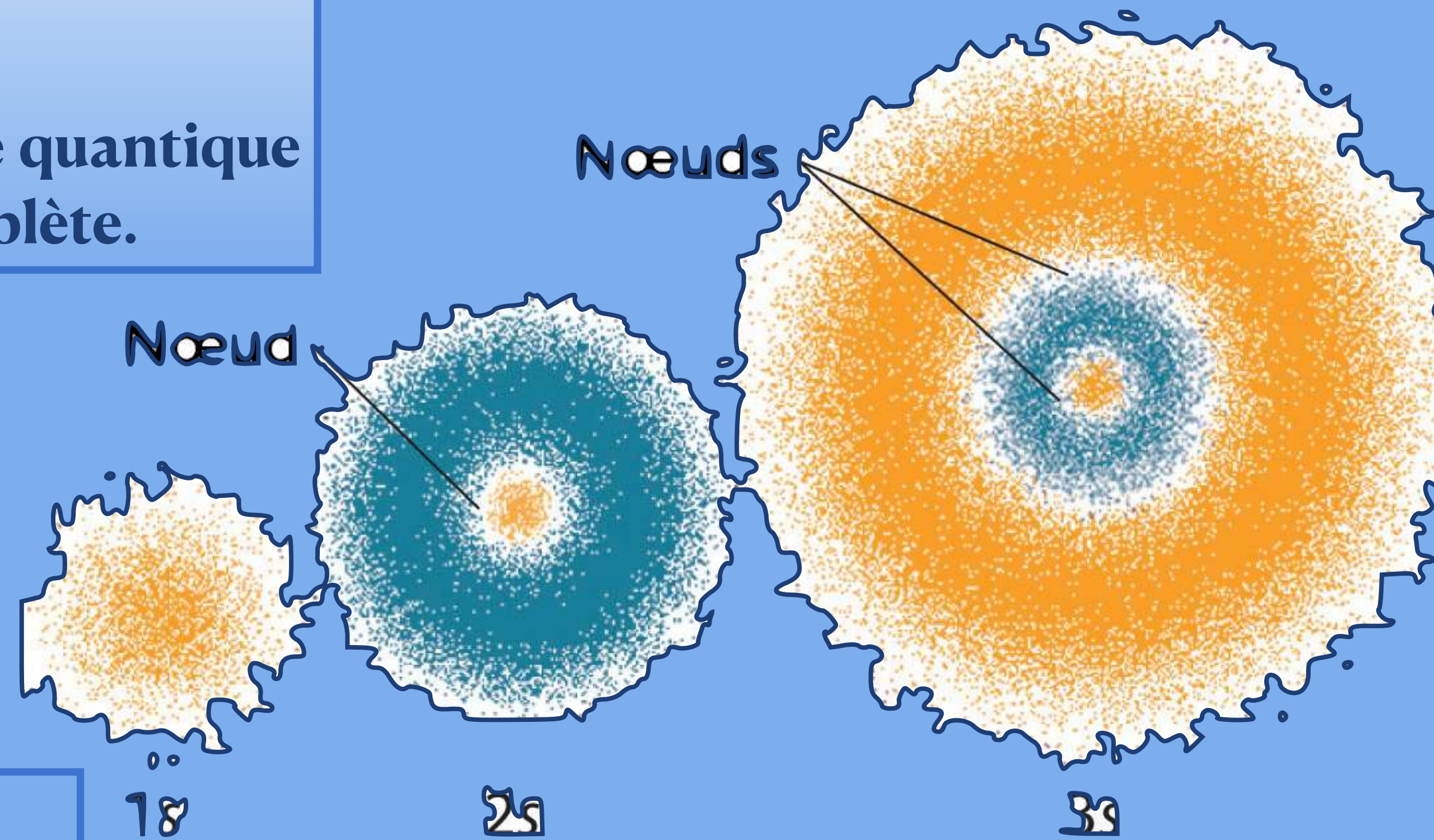
Cependant il était limité dans sa capacité à expliquer le comportement des atomes + complexes

Ce modèle a été ensuite remplacé par la mécanique quantique qui offre une description plus précise et complète.

À la différence du modèle de BOHR, la mécanique quantique prend en compte le changement de position des particules ainsi que leur vitesse.

### Exemple:

- collision entre particules peut provoquer des changements de niveaux d'énergie des électrons qui sont déjà en orbite autour du noyau. Cela peut influencer les niveaux d'énergie électronique et donc les propriétés chimiques et physiques de la substance concernée



*Modèle de Schrödinger*

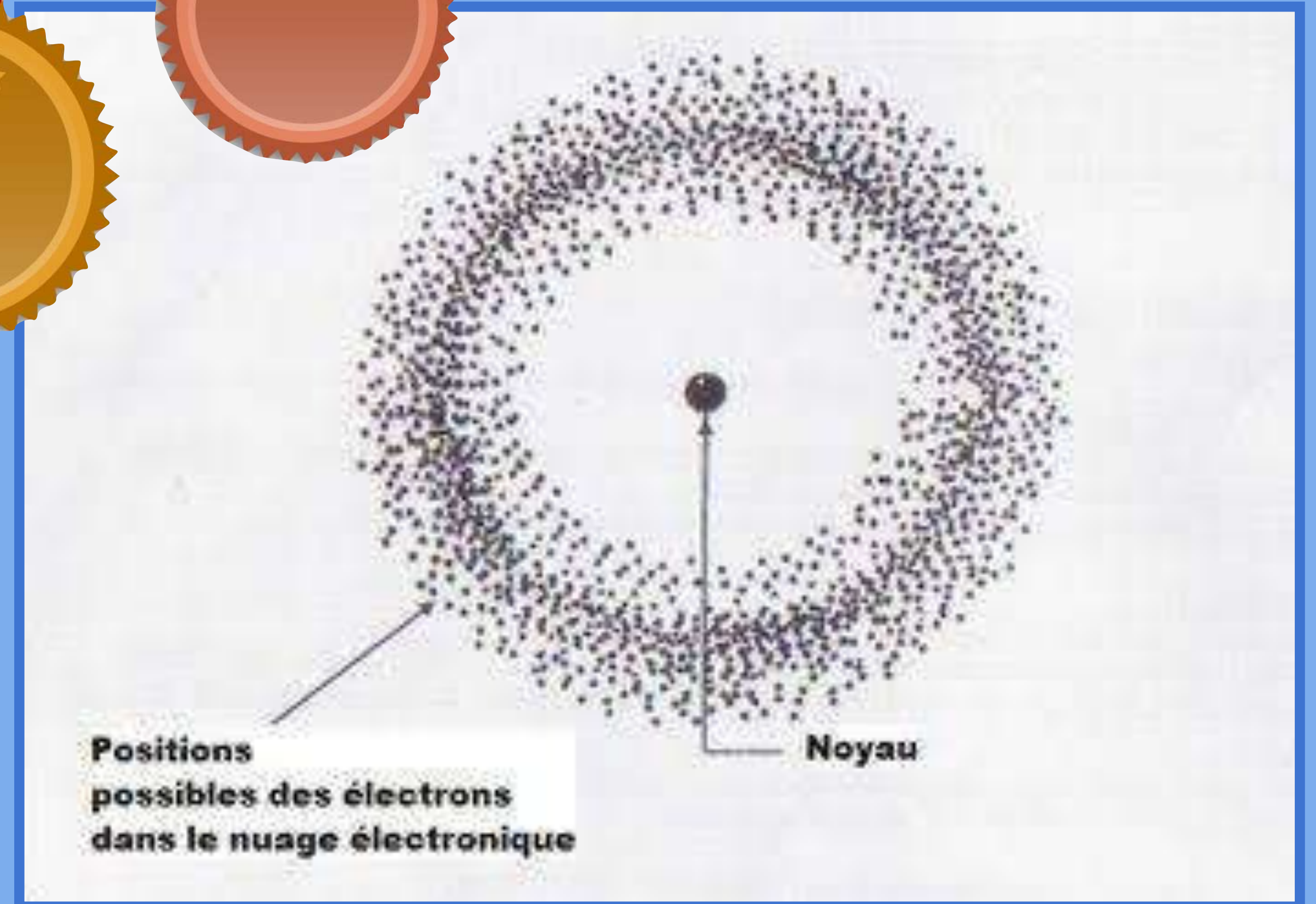


# *Modèle de Schrödinger*



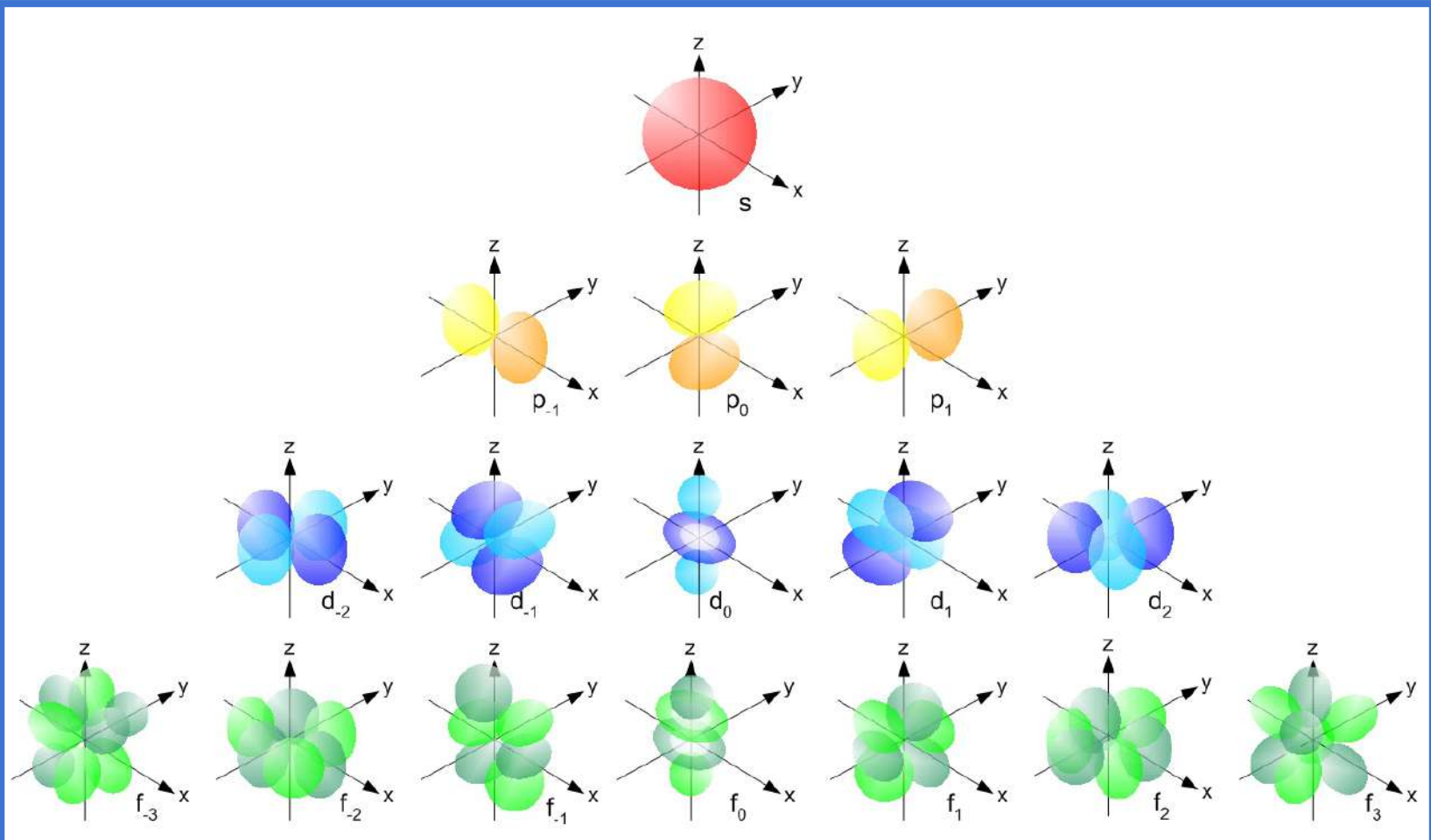
Il va définir l'électron en fonction :

- De son énergie
- De sa probabilité de position dans l'espace
- Introduit la notion d'orbitales

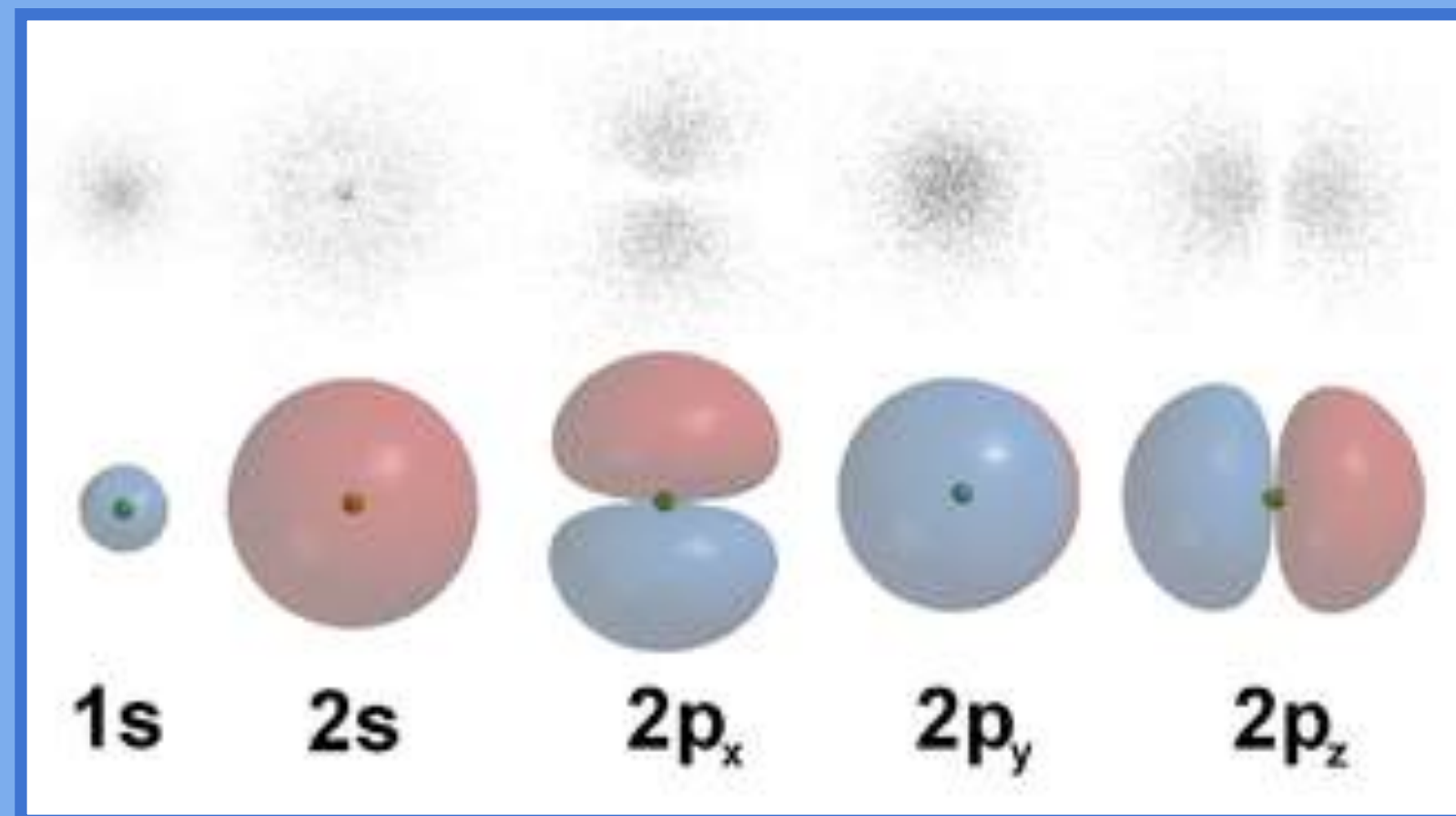


Pour résoudre l'équation de Schrödinger, nous devons introduire 4 nombres quantiques

Nombre quantique	Défini...	Défini...	Défini...	Valeurs
N Nombre	Couche	La période	Energie	$N = 1, 2, 3...$
L Nombre	Sous-couche	Le type d'orbitale	Forme	$0 \leq l \leq n-1$
M Nombre	Case quantique	l'Orbitale	Direction	$-l \leq m \leq +l$
S Nombre	Spin	Le Sens de rotation	X	$+1/2$ ou $-1/2$







**Orbitale atomique** : zone dans laquelle on a une probabilité de présence des électrons qui est non nulle



On trouve les électrons sur la couche externe de l'atome, c'est le nuage électronique.

Les électrons s'intègrent dans les orbitales qui sont des zones de probabilité de présence des électrons.

Dans chaque orbitale s'intègre jusqu'à deux électrons.

**Notion non vu mais pour mieux comprendre le principe de l'équation de Schrödinger**



# Les orbitales se répartissent dans des sous couches :

s : 1 orbitale ☐  $\Rightarrow$  2 e-

p : 3 orbitales ☐☐☐  $\Rightarrow$  6 e-

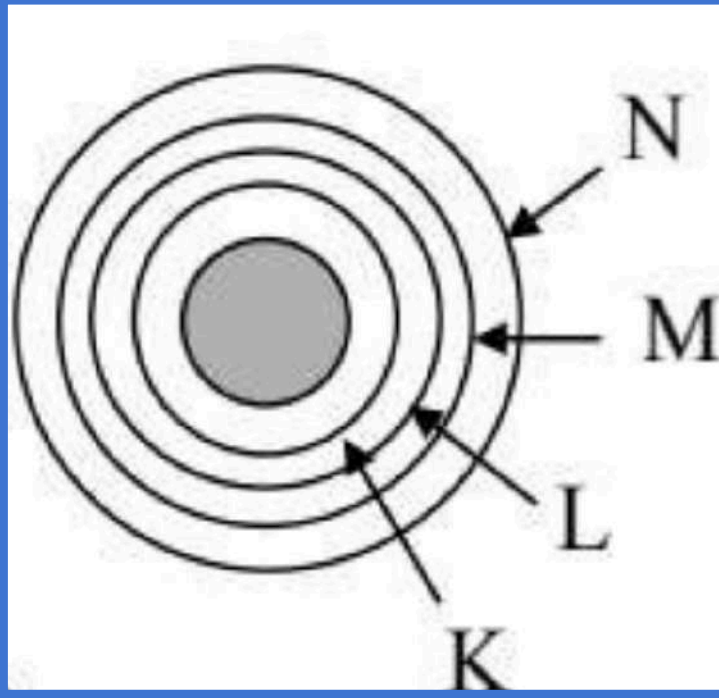
d : 5 orbitales ☐☐☐☐☐  $\Rightarrow$  10 e-

f : 7 orbitales ☐☐☐☐☐☐☐  $\Rightarrow$  14 e-

☐ lacune électronique ☐ e<sup>-</sup> célibataire ☐ doublet







Type d'orbitale

		0				1					2					3						
		0				-1 0 +1					-2 -1 0 +1 +2					-3 -2 -1 0 +1 +2 +3						
K L M N	n = 1																					
	n = 2																					
	n = 3																					
	n = 4																					
		s				p					d					f						

Schéma de cases quantiques

Case quantique (m) :  
Elles accueillent jusqu'à  
2 électrons maximum

Les sous-couches sont incluses dans des couches : K, L, M, N

Couche électronique n



# La structure électronique de l'atome

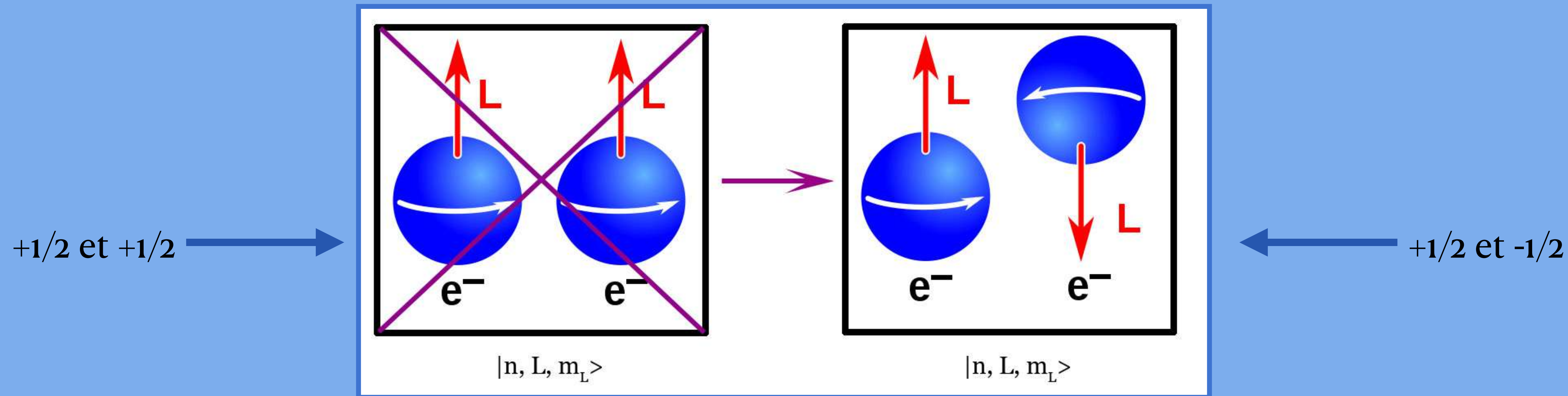
L'organisation des électrons dans l'atome va respecter les règles de bases pour remplir les couches électroniques des atomes :

- **Pauli**
- **Hund**
- **Klechkowski**



# Règle de PAULI

2 électrons ne peuvent pas avoir les 4 nombres quantiques identiques



Cela signifie que dans une orbitale atomique, il peut y avoir qu'un maximum de 2 électrons et ils doivent avoir des spins opposés



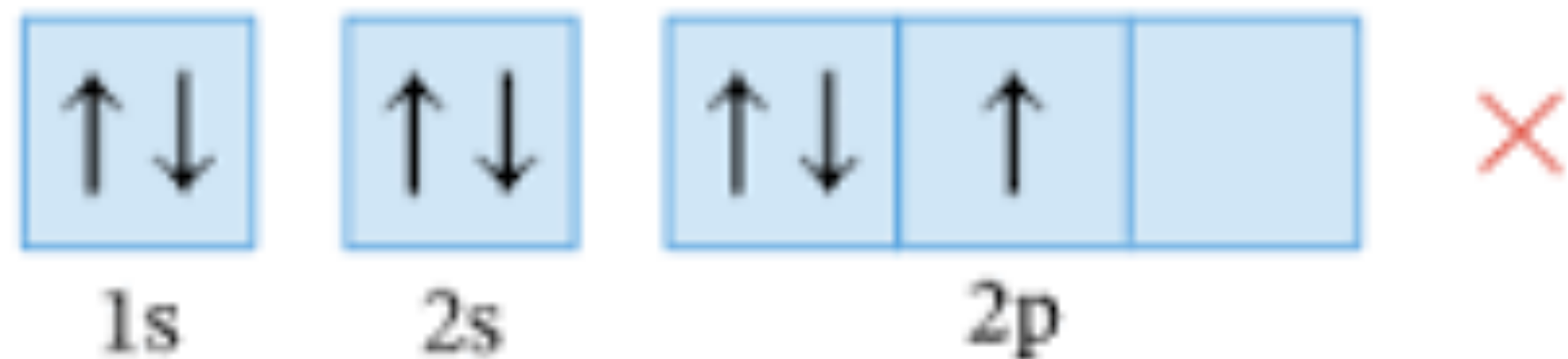
# Règle de Hund

« Les électrons se placent à raison de 1 par case avant de s'apparier en doublets »

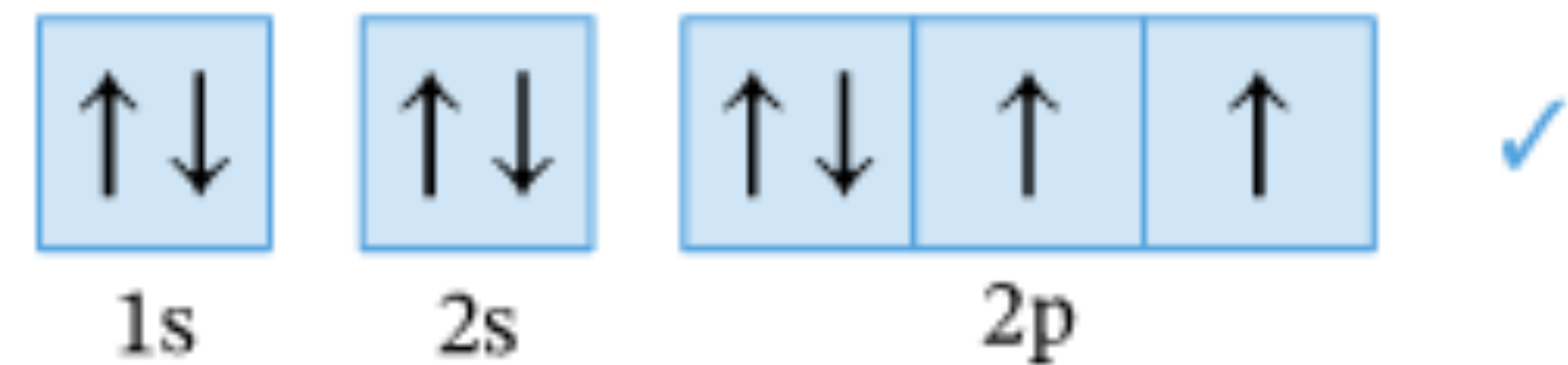
Azote



Azote



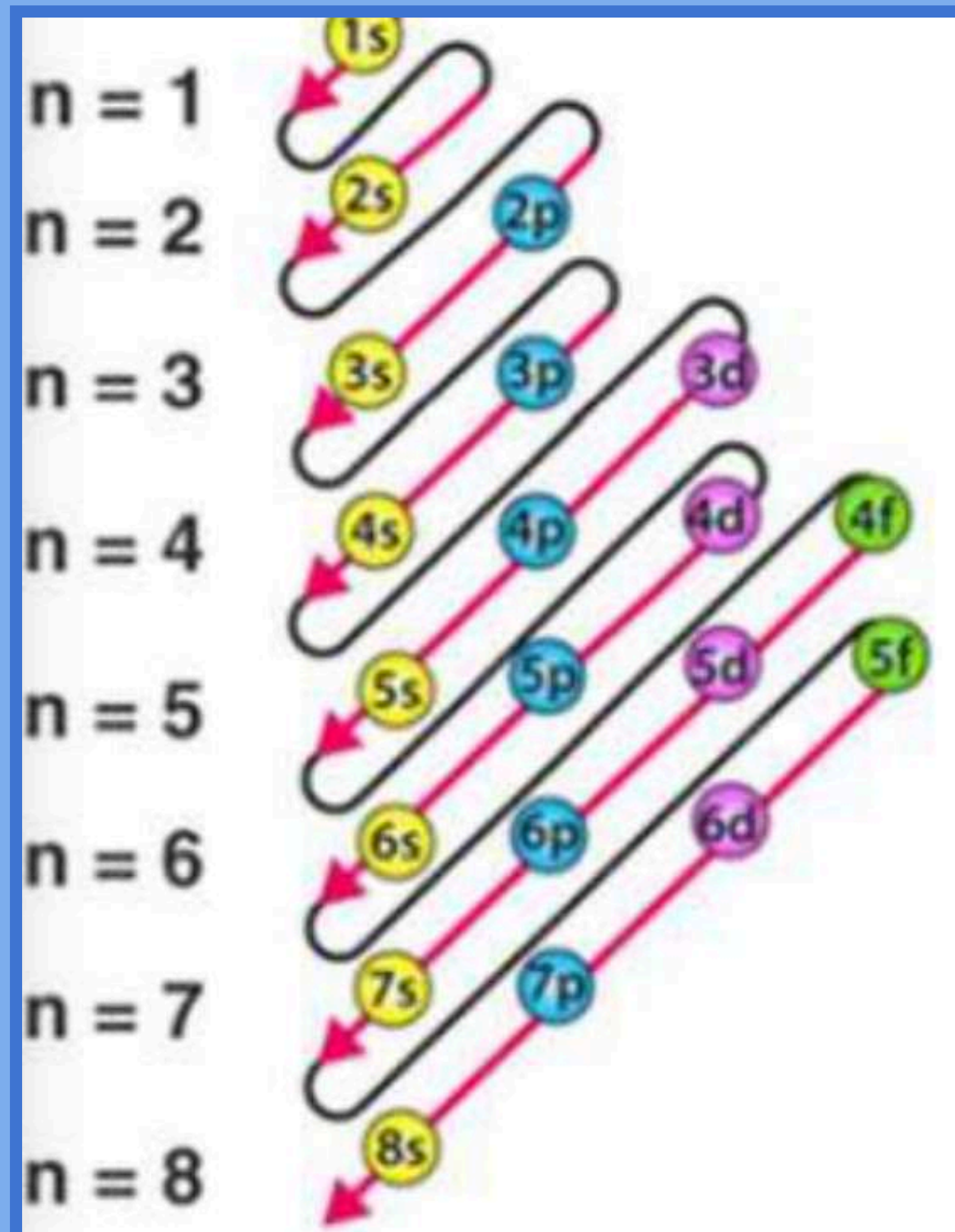
Oxygène





## Règle de Klechkowski (ou $n+l$ minimal) :

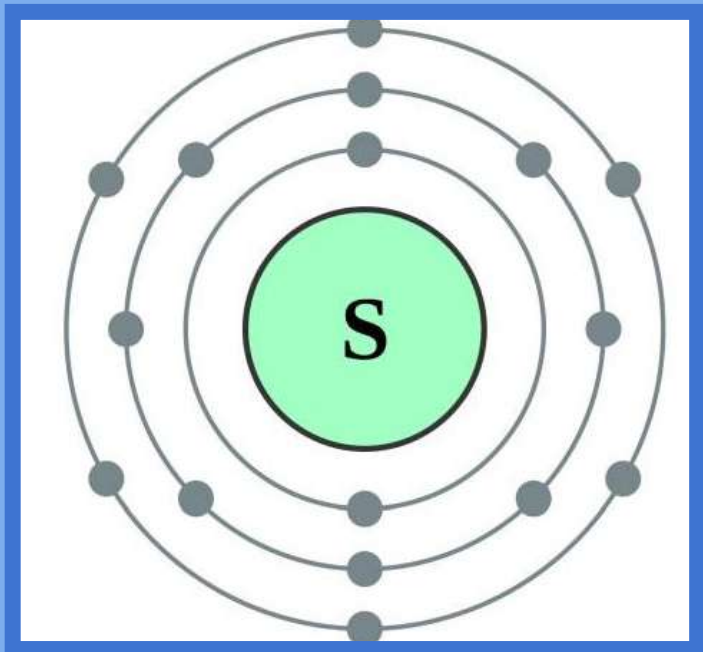
Cette règle permet de déterminer l'ordre de remplissage des couches et sous-couches. Les électrons remplissent les orbitales de plus faibles énergies en premier



Pour définir l'ordre on utilise ce diagramme



## Exemple de structure électronique de l'atome du soufre

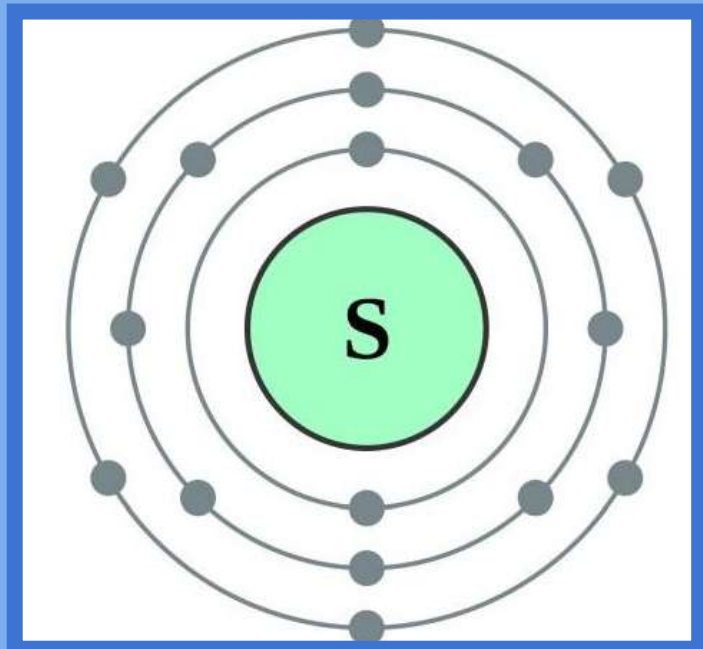


**Souffre : Z = 16**

	<b>l =</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1 0 +1</b>	<b>-2 -1 0 +1 +2</b>	<b>-3 -2 -1 0 +1 +2 +3</b>	
<b>K</b>	<b>n = 1</b>	<div></div>				
<b>L</b>	<b>n = 2</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>			
<b>M</b>	<b>n = 3</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>		
<b>N</b>	<b>n = 4</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	
		<b>s</b>	<b>p</b>	<b>d</b>	<b>f</b>	

Schéma de cases quantiques

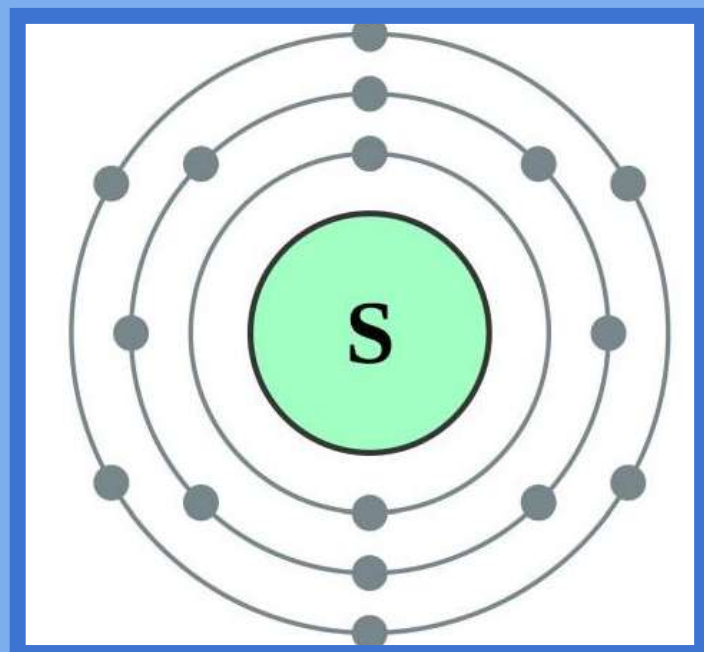




	<b>l =</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1 0 +1</b>	<b>-2 -1 0 +1 +2</b>	<b>-3 -2 -1 0 +1 +2 +3</b>
<b>K</b>	<b>n = 1</b>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>			
<b>L</b>	<b>n = 2</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>		
<b>M</b>	<b>n = 3</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	
<b>N</b>	<b>n = 4</b>	<div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
		<b>s</b>	<b>p</b>	<b>d</b>	<b>f</b>

*Schéma de cases quantiques*

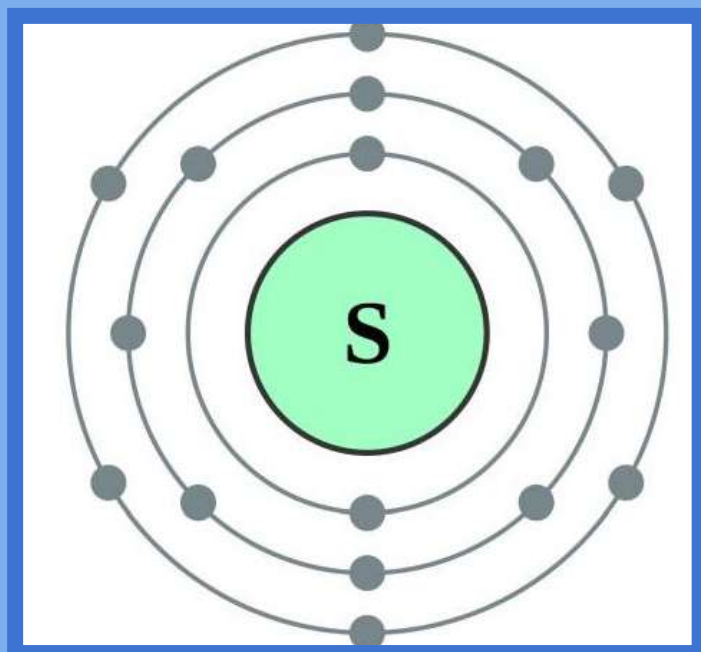




K  L  M  N	<b>l =</b>	<b>0</b>			<b>1</b>			<b>2</b>					<b>3</b>								
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1 0 +1</b>		<b>-2 -1 0 +1 +2</b>			<b>-3 -2 -1 0 +1 +2 +3</b>													
	<b>n = 1</b>	<div>↑↓</div>																			
	<b>n = 2</b>	<div>↑↓</div>	<div>↑↓↑↓↑↓</div>																		
	<b>n = 3</b>	<div></div>	<div></div>			<div></div>															
<b>n = 4</b>	<div></div>	<div></div>			<div></div>					<div></div>											
		<b>s</b>	<b>p</b>			<b>d</b>					<b>f</b>										

Schéma de cases quantiques

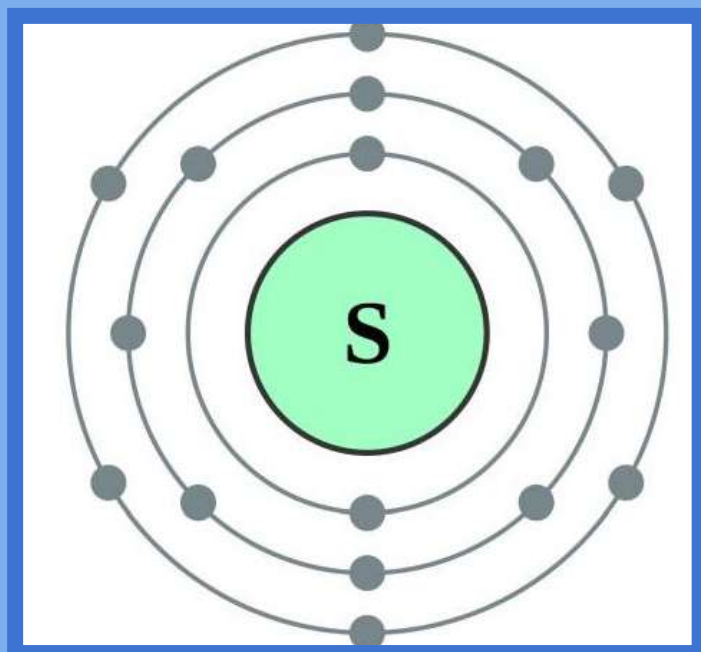




	<b>l =</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>					<b>3</b>									
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>	<b>+3</b>	
<b>K</b>	<b>n = 1</b>	<div>↑↓</div>																
<b>L</b>	<b>n = 2</b>	<div>↑↓</div>	<div>↑↓↑↓↑↓</div>															
<b>M</b>	<b>n = 3</b>	<div>↑↓</div>	<div></div>			<div></div>												
<b>N</b>	<b>n = 4</b>	<div></div>	<div></div>			<div></div>					<div></div>							
		<b>s</b>	<b>p</b>			<b>d</b>					<b>f</b>							

*Schéma de cases quantiques*

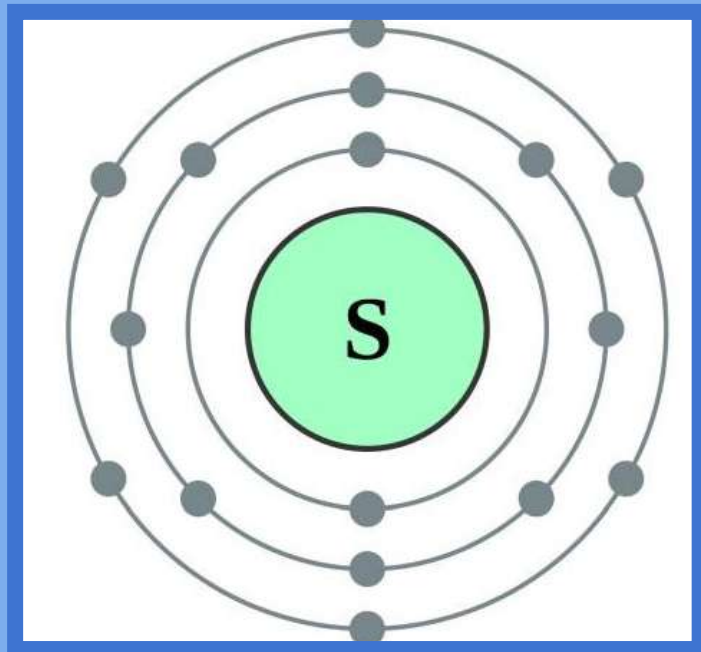




	<b>l =</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>					<b>3</b>									
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>	<b>+3</b>	
<b>K</b>	<b>n = 1</b>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>																
<b>L</b>	<b>n = 2</b>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>												
<b>M</b>	<b>n = 3</b>	<div><div>↑</div><div>↓</div></div>	<div>↑</div>	<div>↑</div>	<div>↑</div>													
<b>N</b>	<b>n = 4</b>																	
		<b>s</b>	<b>p</b>			<b>d</b>					<b>f</b>							

*Schéma de cases quantiques*





	<b>l =</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>m =</b>	<b>0</b>	<b>-1 0 +1</b>	<b>-2 -1 0 +1 +2</b>	<b>-3 -2 -1 0 +1 +2 +3</b>
<b>K</b>	<b>n = 1</b>	<div>↑↓</div>			
<b>L</b>	<b>n = 2</b>	<div>↑↓</div>	<div>↑↓↑↓↑↓</div>		
<b>M</b>	<b>n = 3</b>	<div>↑↓</div>	<div>↑↓↑↑</div>	<div></div>	
<b>N</b>	<b>n = 4</b>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
		<b>s</b>	<b>p</b>	<b>d</b>	<b>f</b>

Schéma de cases quantiques

La configuration électronique du soufre sera :  $1s^2$  ,  $2s^2$ ,  $2p^6$ ,  $3s^2$ ,  $3p^4$



# LE TABLEAU PÉRIODIQUE

**Une ligne = nombre de couches (n) => remplissage d'une couche**

# N => la période

# Tableau périodique : notion de couche

The image displays a stylized periodic table of elements, organized into rows labeled K, L, M, N, O, P, and Q on the left. The elements are represented by colored blocks, and the layout shows the s, p, d, and f blocks. The element 'Ge' is labeled in the red block, and 'Ar' is labeled in the blue block.

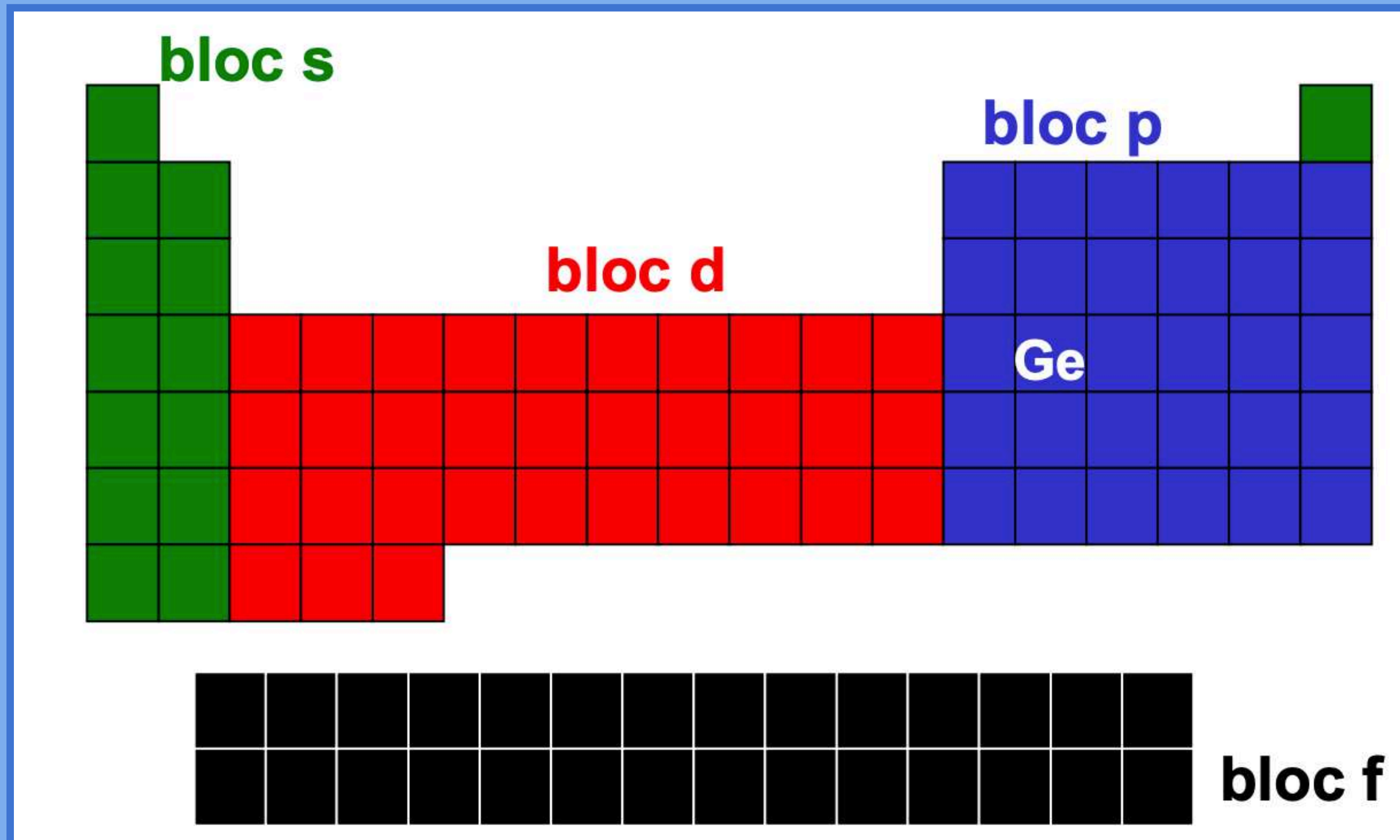
Row	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6	Block 7	Block 8	Block 9	Block 10	Block 11	Block 12	Block 13	Block 14	Block 15	Block 16	Block 17	Block 18
K	Teal																	Teal
L	Magenta	Magenta																Magenta
M	Blue	Blue																Blue
N	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
O	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
P	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Q	Black	Black	Black	Black	Black													

Labels: 'Ge' is located in the red block (Row N, Column 14). 'Ar' is located in the blue block (Row M, Column 18).



Une colonne = nombre d'électrons sur la couche externe => configuration de la couche externe sauf pour la partie des métaux de transition qui correspond au remplissage des sous-couches d,f, ...

L => type d'orbitale









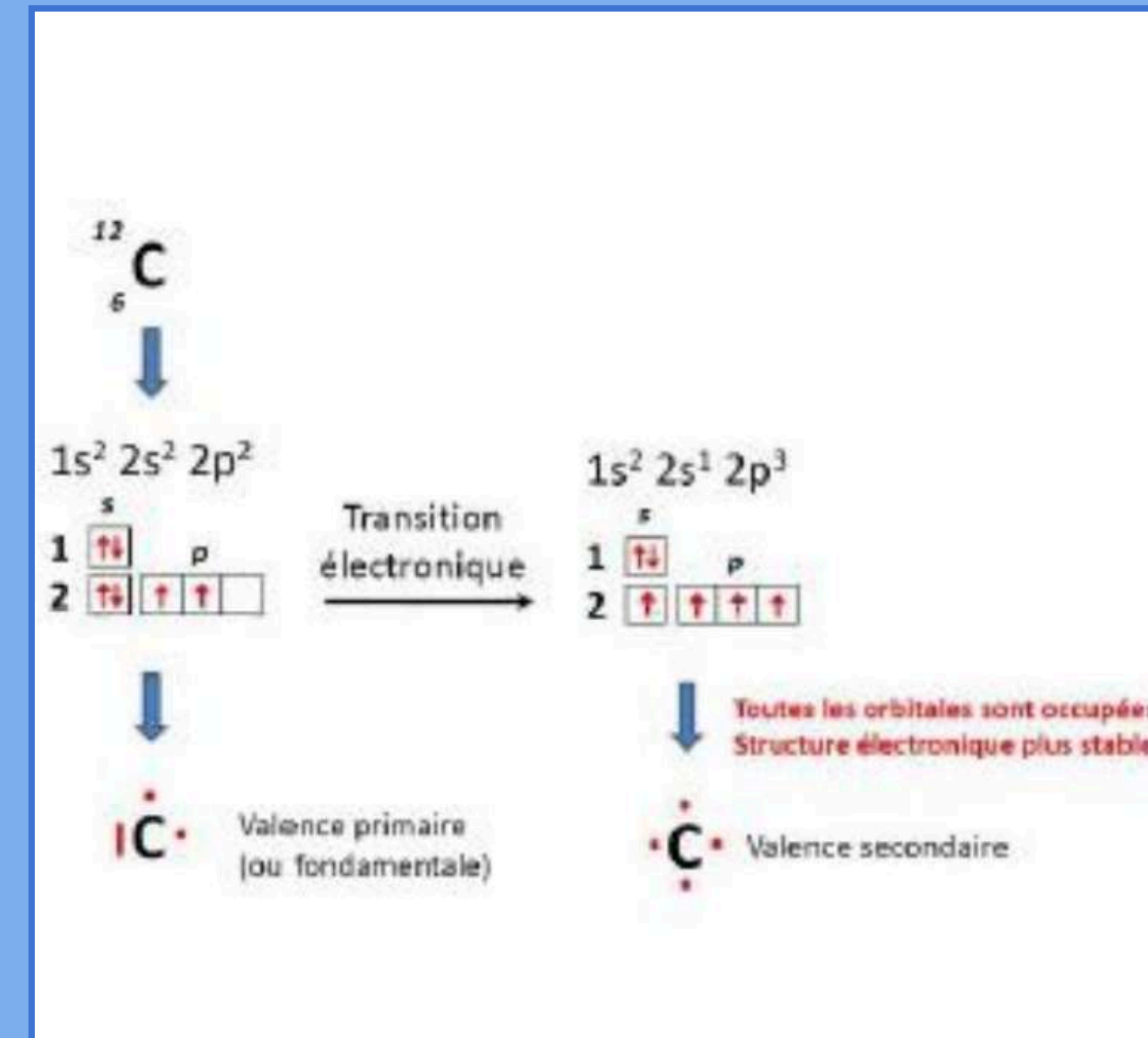
# Cas particulier : la structure du Carbone

$$Z = 6$$



La valence primaire du carbone n'est pas en accord avec la structure courante

Transition électronique : tous les électrons de la couche 2 vont se répartir seul à seul sur l'ensemble des orbitales



**ATTENTION : D'autres atomes sont aussi capable de réaliser des transitions électroniques !**



C'est fini pour ce premier cours, vous aurez d'avantages de détails dans les fiches sur le forum ! Courage à vous<3



À propos de la règle de Klechkowski, dans quel ordre devons-nous remplir les orbitales

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s  
4p 4d

1s 2s 2d 2p 3s 3d 3p  
4s 4d

1s 2s 2p 3s 3d 4s 3p  
4p 5s

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d  
4p 5s

À propos de la règle de Klechkowski, dans quel ordre devons-nous remplir les orbitales

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s  
4p 4d

1s 2s 2d 2p 3s 3d 3p  
4s 4d

1s 2s 2p 3s 3d 4s 3p  
4p 5s

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d  
4p 5s





Une orbitale de type p peut accueillir  
jusqu'à 2 électrons maximum

**Vrai**

**Faux**

Une orbitale de type p peut accueillir  
jusqu'à 2 électrons maximum



**Vrai**

**Faux**



Le carbone appartient à quel type d'orbitale dans le tableau périodique d'après sa Valence

**Bloc d**

**Bloc f**

**Bloc s**

**Bloc p**

Le carbone appartient à quel type d'orbitale dans le tableau périodique d'après sa Valence

Bloc d

Bloc f

Bloc s

Bloc p





# A propos de la configuration électronique de l'atome de magnésium ( $Z=12$ )

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

$1s^2 2s^2 3s^2 2p^6$

$1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$

$1s^2 2s^2 2p^7 3s^1$

## A propos de la configuration électronique de l'atome de magnésium ( $Z=12$ )



$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

$1s^2 2s^2 3s^2 2p^6$

$1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$

$1s^2 2s^2 2p^7 3s^1$





⌚ 20 s



À propos du fluor :

Le numéro  
atomique est égale  
à 19

Le nombre de  
proton est de 9

Le nombre de  
nucléons est égale à  
9

Le numéro  
atomique est 19

19F  
9

⌚ 20 s



À propos du fluor :

Le numéro  
atomique est égale  
à 19

✓  
Le nombre de  
proton est de 9

Le nombre de  
nucléons est égale à  
9

Le numéro  
atomique est 19



Lorsque l'électron passe d'une orbite basse en énergie à une orbite avec une énergie plus élevée, nous avons :

**Une absorption**

**Une émission**

**Ajouter une réponse  
(facultatif)**

**Ajouter une réponse  
(facultatif)**

Lorsque l'électron passe d'une orbite basse en énergie à une orbite avec une énergie plus élevée, nous avons :



**Une absorption**

**Une émission**

**Ajouter une réponse  
(facultatif)**

**Ajouter une réponse  
(facultatif)**