

Chapitre 3

Configuration électronique de valence

Dr. Pierre-Alexis GAUCHARD

Chapitre 3.

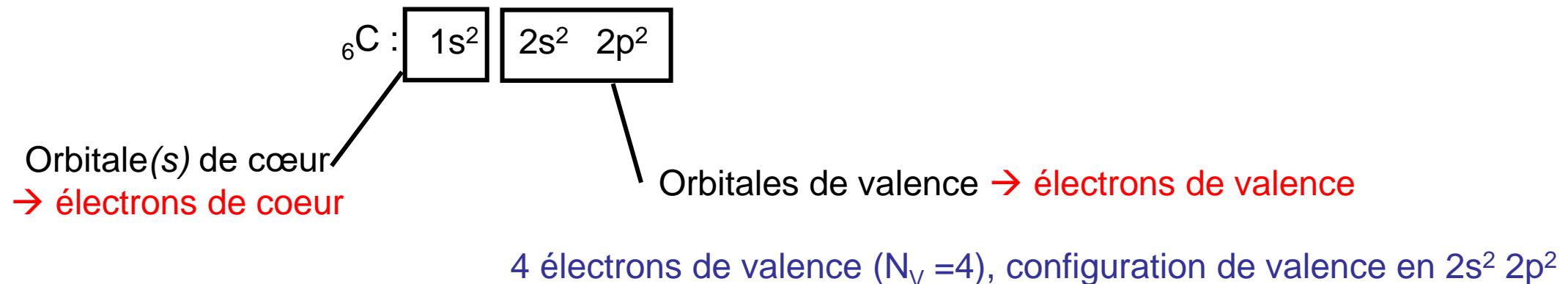
Configuration électronique de valence

Les électrons de valence sont moins liés au noyau que les électrons de cœur et sont à la base de la réactivité des éléments

- I. Electrons de cœur, électrons de valence
- II. Représentation de Lewis des atomes
- III. Configuration électronique d'un ion

I. Electrons de cœur / de valence

Les électrons de valence sont ceux des sous-couches dont le nombre quantique principal n est le plus élevé + ceux qui appartiennent à des sous-couches d et f en cours de remplissage.



I. Electrons de cœur / de valence

Les électrons de valence sont ceux des sous-couches dont le nombre quantique principal n est le plus élevé + ceux qui appartiennent à des sous-couches d et f en cours de remplissage.

Simplification de la notation



$^{34}\text{Se}:$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^4$

$^{34}\text{Se}:$ $[_{18}\text{Ar}]$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^4$

Sous-couches de valence

28 électrons de cœur

$N_V = 6$, configuration de valence en $4s^2 4p^4$

$^{23}\text{V}:$ $[_{18}\text{Ar}]$ $3d^3$ $4s^2$

Sous-couches de valence

18 électrons de cœur

$N_V = 5$, configuration de valence en $3d^3 4s^2$

I. Electrons de cœur / de valence

Electrons externes et électrons de valence...

₂₃V:

[₁₈Ar]

3d³

4s²

Electrons externes =
électrons de valence

₃₄Se:

[₁₈Ar]

3d¹⁰

4s²

4p⁴

Electrons externes

₃₄Se:

[₁₈Ar]

3d¹⁰

4s²

4p⁴

Electrons de
coeur

Electrons de
valence

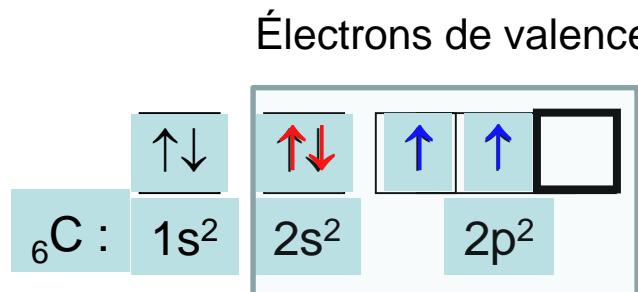
II) Représentation de Lewis des atomes

La représentation de Lewis des atomes ne tient compte que des **électrons de valence**.

Les **électrons célibataires** sont représentés par des **points**.

Les **doublets d'électrons** sont représentés par des **tirets**.

Une OA de valence vide est représentée par un rectangle vide (= **lacune électronique**).



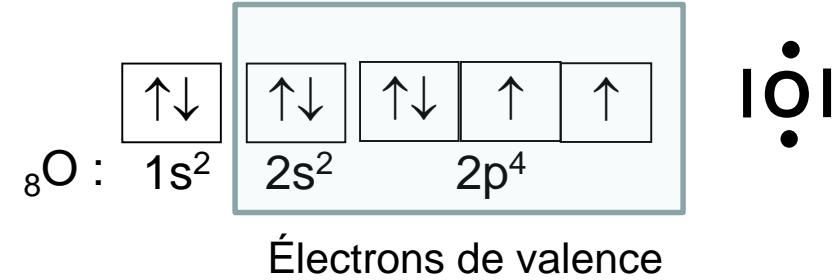
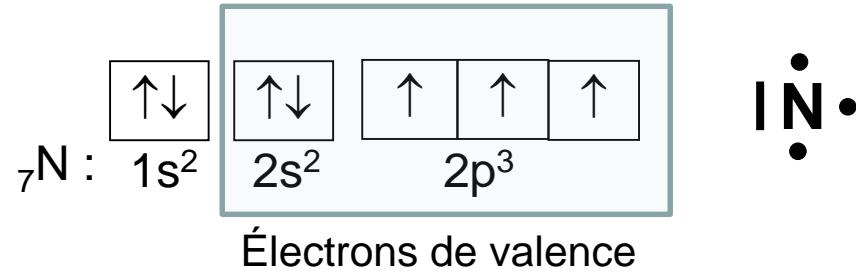
Représentation de Lewis du carbone dans son état fondamental :



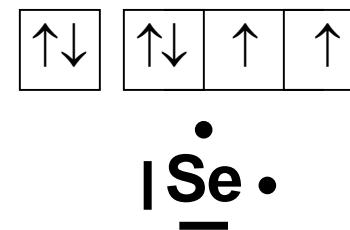
Remarque : Autre représentation de Lewis pour le carbone :



II) Représentation de Lewis des atomes



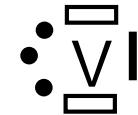
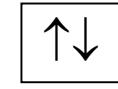
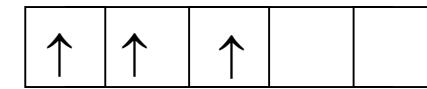
${}_{34}\text{Se}$: configuration de valence : $4\text{s}^2 4\text{p}^4$



II) Représentation de Lewis des atomes

$_{23}V:$

configuration de valence en $3d^3 4s^2$

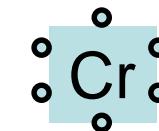
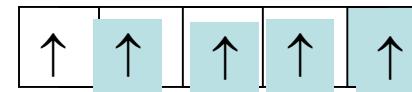


$_{24}Cr : [_{18}Ar]$

$3d^5 \quad 4s^1$

exception aux
règles de
remplissage

Sous-
couches
de valence



III. Configuration électronique d'un ion

III.1) Cas des anions

III.1) Cas des cations

III.1) Cas des anions

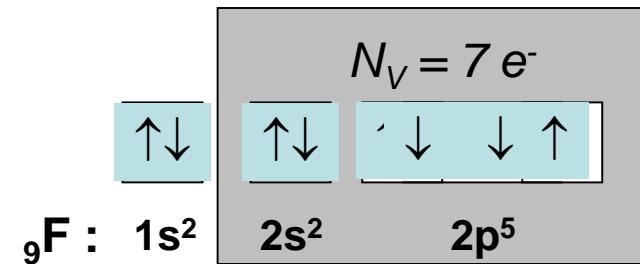
Ajout d'un ou plusieurs électrons à la configuration électronique de l'atome dans son état fondamental en respectant les règles de Klechkovski, Pauli et Hund.

Exemple : ion fluorure ${}_{9}\text{F}^{-}$

Atome

${}_{9}\text{F}$

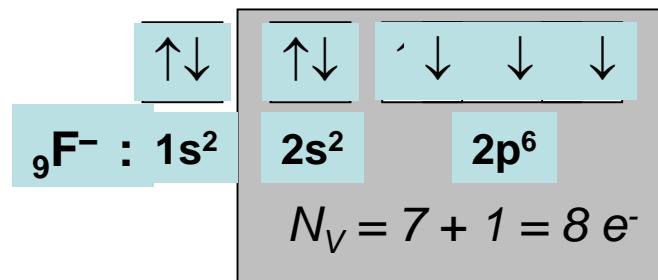
9 électrons



Ion

${}_{9}\text{F}^{-}$

10 électrons



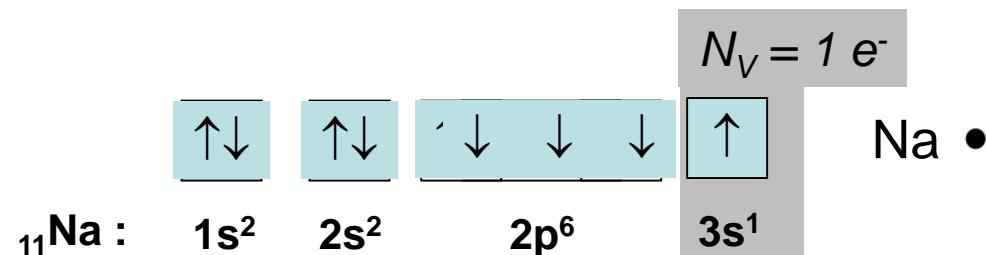
III.2) Cas des cations

Élimination d'un ou plusieurs électrons à la configuration électronique de l'atome dans son état fondamental en respectant les règles de Klechkovski, Pauli et Hund.

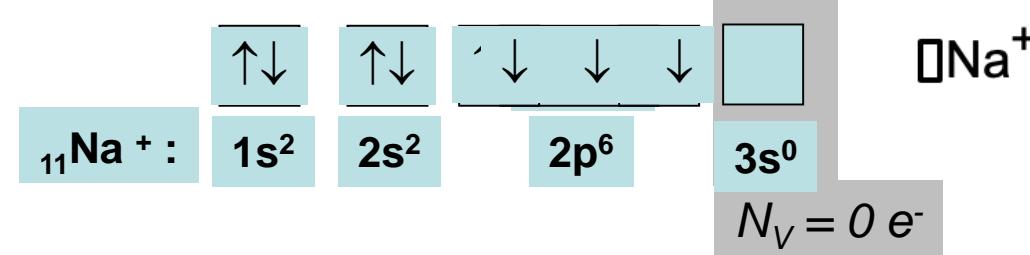
III.2.i) Cas des cations : exemple

ion sodium : ${}_{11}Na^+$

Atome ${}_{11}Na$ 11 électrons

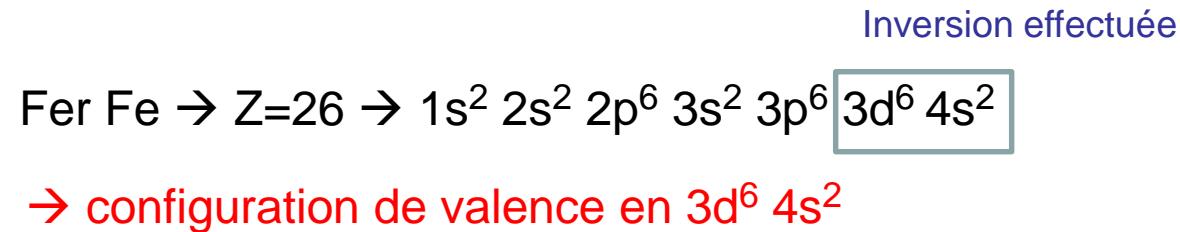


Ion ${}_{11}Na^+$ 10 électrons



III.2.i) Cas des cations : conséquence des inversions de sous-couches

Exemples : ions fer : $_{26}Fe^{2+}$ et $_{26}Fe^{3+}$



Conséquence

La sous-couche 4s « se vide » avant la sous-couche 3d.



Raisonnement identique pour les composés avec des électrons dans leur sous-couche 4d, 4f, 5f, ... On vide d'abord la sous-couche 5s, 6s ou 7s.

L'essentiel

Il faut « savoir faire »...

A partir d'une configuration électronique :

- ✓ savoir distinguer électrons de cœur et électrons de valence
- ✓ savoir représenter la structure de Lewis d'un atome (éléments du bloc p)
- ✓ savoir passer de la configuration électronique d'un atome à celle d'un ion

EXERCICES

Exercices

Exercice 1. Quels sont les quadruplets de nombres quantiques (n , ℓ , m , m_s) pouvant caractériser l'unique électron de valence de l'atome de sodium Na (donnée : $_{11}\text{Na}$) ?

Exercice 2. En reprenant éventuellement les configurations établies dans les exercices du chapitre 2, expliciter la configuration électronique de valence et le nombre d'électrons de valence des atomes et des ions suivants :

phosphore $_{15}\text{P}$

calcium $_{20}\text{Ca}$

germanium $_{32}\text{Ge}$

iode $_{53}\text{I}$

soufre $_{16}\text{S}$

scandium $_{21}\text{Sc}$

rubidium $_{37}\text{Rb}$

néodyme $_{60}\text{Nd}$ et ion $_{60}\text{Nd}^{3+}$

chlore $_{17}\text{Cl}$ et ion chlorure $_{17}\text{Cl}^-$

cobalt $_{27}\text{Co}$ et ion cobalt (II) $_{27}\text{Co}^{2+}$

ruthénium $_{44}\text{Ru}$ et ion ruthénium (IV) $_{44}\text{Ru}^{4+}$

bismuth $_{83}\text{Bi}$

Exercice 3. Combien de doublets d'électrons, d'électrons célibataires et de lacunes électroniques font apparaître les représentations de Lewis des atomes de phosphore P, de soufre S, de germanium Ge et de iodé I?

Exercices (correction)

Exercice 1. $_{11}\text{Na}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (1 seul électron de valence, l'électron 3s)

2 possibilités pour caractériser cet électron 3s : $(3,0,0,+1/2)$ et $(3,0,0,-1/2)$

Exercice 2.

$_{15}\text{P}$: $[_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ → configuration de valence en $3s^2 3p^3$ ($N_V = 5$)

$_{16}\text{S}$: $[_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ → configuration de valence en $3s^2 3p^4$ ($N_V = 6$)

$_{17}\text{Cl}$: $[_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ → configuration de valence en $3s^2 3p^5$ ($N_V = 7$)

$_{17}\text{Cl}^-$: $[_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^6$ → configuration de valence en $3s^2 3p^6$ ($N_V = 8$)

$_{20}\text{Ca}$: $[_{18}\text{Ar}] 4s^2$ → configuration de valence en $4s^2$ ($N_V = 2$)

$_{21}\text{Sc}$: $[_{18}\text{Ar}] 3d^1 4s^2$ → configuration de valence en $3d^1 4s^2$ ($N_V = 3$)

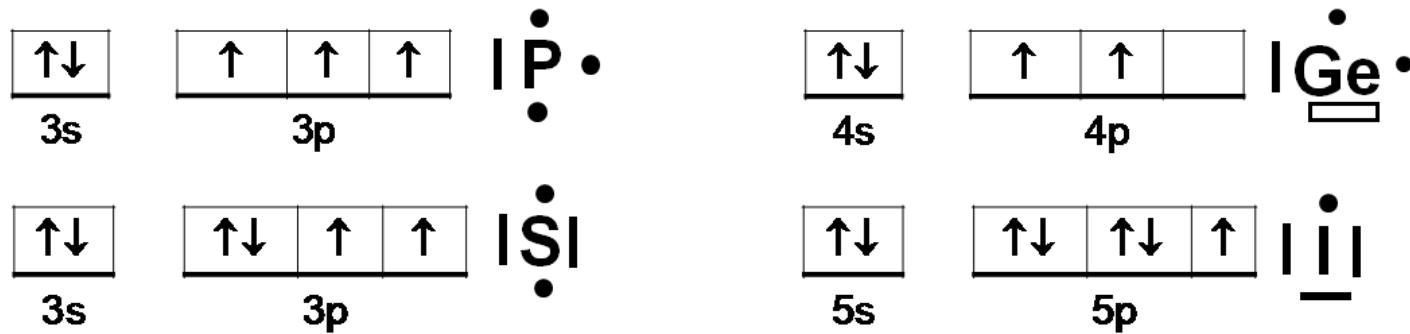
Exercice 2 (suite)

Exercices (correction)

- | | |
|--|---|
| $_{27}^{Co}$: $[_{18}Ar] 3d^7 4s^2$ | → configuration de valence en $3d^7 4s^2$ ($N_V = 9$) |
| $_{27}^{Co^{2+}}$: $[_{18}Ar] 3d^7 (4s^0)$ | → configuration de valence en $3d^7$ ($N_V = 7$) |
| $_{32}^{Ge}$: $[_{18}Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2$ | → configuration de valence en $4s^2 4p^2$ ($N_V = 4$) |
| $_{37}^{Rb}$: $[_{36}Kr] 5s^1$ | → configuration de valence en $5s^1$ ($N_V = 1$) |
| $_{44}^{Ru}$: $[_{36}Kr] 4d^6 5s^2$ | → configuration de valence en $4d^6 5s^2$ ($N_V = 8$) |
| $_{44}^{Ru^{4+}}$: $[_{36}Kr] 4d^4 (5s^0)$ | → configuration de valence en $4d^4$ ($N_V = 4$) |
| $_{53}^{I}$: $[_{36}Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^5$ | → configuration de valence en $5s^2 5p^5$ ($N_V = 7$) |
| $_{60}^{Nd}$: $[_{54}Xe] 4f^4 6s^2$ | → configuration de valence en $4f^4 6s^2$ ($N_V = 6$) |
| $_{60}^{Nd^{3+}}$: $[_{54}Xe] 4f^3 (6s^0)$ | → configuration de valence en $4f^3$ ($N_V = 3$) |
| $_{83}^{Bi}$: $[_{54}Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$ | → configuration de valence en $6s^2 6s^3$ ($N_V = 5$) |

Exercices (correction)

Exercice 3



Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.