

UE2 PASS Atomistique

Julie-Anne Chemelle
Raphael Terreux

CHIMIE PHYSIQUE

Chapitre 1 : Structure de l'atome

Chapitre 2 : Configuration électronique

 Chapitre 3: Classification périodique

Chapitre 4 : Orbitales atomiques

Chapitre 5 : Liaisons faibles / fortes

Chapitre 6 : Thermodynamique et équilibres

CLASSIFICATION PERIODIQUE

Julie-Anne Chemelle

Raphael Terreux

Classification périodique

Objectifs d'apprentissage :

- Lire le tableau périodique
- Savoir relier le tableau aux configurations électroniques
- Identifier certaines familles d'éléments dans le tableau
- Comprendre les propriétés : CNE, rayon atomique, électronégativité et énergie d'ionisation
- Prédire l'évolution de ces propriétés dans le tableau
- Identifier les métaux et non métaux

Classification périodique

- ➔ A. Tableau périodique de Mendeleïev
- B. Propriétés des éléments
 - A. CNE
 - B. Rayons atomiques
 - C. Energie d'ionisation
 - D. Electronégativité
- C. Métaux et non métaux

A- Tableau périodique de Mendeleïev

1869 : Mendeleïev propose une table, évolution → 2016 :
118 éléments

Eléments rangés par Z croissant (configuration électronique)

		I II										III IV V VI VII VIII															
1	H 1																					He 2					
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10									
3	Na 11	Mg 12	350 Cur										Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18									
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36									
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54									
6	Cs 55	Ba 56											Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88											Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118
			57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71										La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu														
			89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103										Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr														

- Alkali metals
- Alkaline-earth metals
- Semimetallics
- Transition metals
- Other metals
- Lanthanides
- Actinides
- Nonmetals
- Halogens
- Noble Gases
- #alwayscurious

A- Tableau périodique de Mendeleïev

Legend:

- Alkali metals
- Alkaline-earth metals
- Semimetallics
- Transition metals
- Other metals
- Lanthanides
- Actinides
- Nonmetals
- Halogens
- Noble Gases
- #alwayscurious

	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII									
1	H ¹																			He ²							
2	Li ³	Be ⁴											B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰									
3	Na ¹¹	Mg ¹²											Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸									
4	K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶									
5	Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴									
6	Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶											Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Tl ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶
7	Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸											Rf ¹⁰⁴	Db ¹⁰⁵	Sg ¹⁰⁶	Bh ¹⁰⁷	Hs ¹⁰⁸	Mt ¹⁰⁹	Ds ¹¹⁰	Rg ¹¹¹	Cn ¹¹²	Nh ¹¹³	Fl ¹¹⁴	Mc ¹¹⁵	Lv ¹¹⁶	Ts ¹¹⁷	Og ¹¹⁸
													La ⁵⁷	Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰	Lu ⁷¹
													Ac ⁸⁹	Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Gm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	No ¹⁰²	Lr ¹⁰³

Alcalins
 s^1



Halogènes
 $s^2 p^5$

Gaz
Rares
 $s^2 p^6$

A- Tableau périodique de Mendeleïev

1s	1 H	S	
2s	3 Li		4 Be
3s	11 Na		12 Mg
4s	19 K		20 Ca
5s	37 Rb		38 Sr
6s	55 Cs		56 Ba
7s	87 Fr		88 Ra

d										
3d	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
4d	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
5d	57- La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
6d	89- Ac	104 Ku	105							

p					2 He	
2p	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3p	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4p	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5p	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6p	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7p						

4f	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
5f	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

f

Classification périodique montrant l'ordre de remplissage des orbitales atomiques



A- Tableau périodique de Mendeleïev

- Du tableau, les principales propriétés chimiques des éléments peuvent être prédites:
 - **CNE = $Z^* = Z - \Sigma\sigma$**
 - Rayon atomique (Slater) : **$r = (n^{*2} / Z^*) \cdot a_0$**
 - **Energie d'ionisation**: énergie nécessaire à arracher un électron (valence): relation inverse / rayon
 - **Electronégativité**: tendance à récupérer des électrons dans la liaison chimique: relation inverse / rayon
- Comparaison périodes/périodes ou colonnes/colonnes

CHIMIE PHYSIQUE

Chapitre 1 : Structure de l'atome

Chapitre 2 : Configuration électronique

 Chapitre 3: Classification périodique

Chapitre 4 : Orbitales atomiques

Chapitre 5 : Liaisons faibles / fortes

Chapitre 6 : Thermodynamique et équilibres

Configuration électronique

A. Tableau périodique de Mendeleïev

➔ B. Propriétés des éléments

A. CNE

B. Rayons atomiques

C. Energie d'ionisation

D. Electronégativité

➔ C. Métaux et non métaux

B-1. Propriétés: CNE

Évolution des charges nucléaires effectives selon les règles de Slater

$$\text{CNE} = Z^* = Z_{\text{eff}}$$

H 1,0							He 1,70
Li 1,30	Be 1,95	B 2,60	C 3,25	N 3,90	O 4,55	F 5,20	Ne 5,85
Na 2,20	Mg 2,85	Al 3,50	Si 4,15	P 4,80	S 5,45	Cl 6,10	Ar 6,75
K 2,20	Ca 2,85	Ga 5,00	Ge 5,65	As 6,30	Se 6,95	Br 7,60	Kr 8,25
Rb 2,20	Sr 2,85	In 5,00	Sn 5,65	Sb 6,30	Te 6,95	I 7,60	Xe 8,25

**Variations : très fortes dans la période
faibles dans la colonne**

B-2. Propriétés: Rayons atomiques

Évolution des rayons atomiques (pm)

Rayon atomique orbitalaire (Slater) relié à Z_{eff} :

$$r = (n^2 / Z^*) \cdot a_0$$

H 53								He 31
Li 163	Be 109	B 82	C 65	N 55	O 47	F 41		Ne 36
Na 217	Mg 168	Al 137	Si 115	P 100	S 88	Cl 78		Ar 71
K 332	Ca 256	Ga 146	Ge 129	As 116	Se 105	Br 96		Kr 88
Rb 386	Sr 300	In 171	Sn 151	Sb 135	Te 122	I 112		Xe 103

 = Le plus petit et le plus gros

B-3. Propriétés: Energie d'ionisation

Évolution des énergies d'ionisation en eV

Electron le – lié (mesuré) en eV : $A \rightarrow A^+ + e(-)$

Variation en sens inverse du rayon !

Effet des sous-couches pleines ou ½ pleines

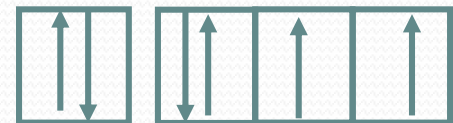
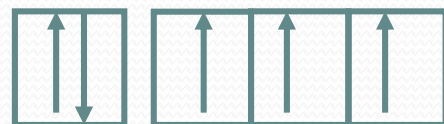
H 13,6	2		13	14	15	16	17	He 24,6
Li 5,4	Be 9,3	B 8,3	C 11,3	N 14,5	O 13,6	F 17,4	Ne 21,6	
Na 5,1	Mg 7,6	Al 6,0	Si 8,2	P 10,5	S 10,4	Cl 13,0	Ar 15,8	
K 4,3	Ca 6,1	Ga 6,0	Ge 7,9	As 9,8	Se 9,8	Br 11,8	Kr 14,0	
Rb 4,2	Sr 5,7	In 5,8	Sn 7,3	Sb 8,6	Te 9,0	I 10,5	Xe 12,1	

max

B-3. Propriétés: Energie d'ionisation

Effet des sous-couches pleines ou ½ pleines

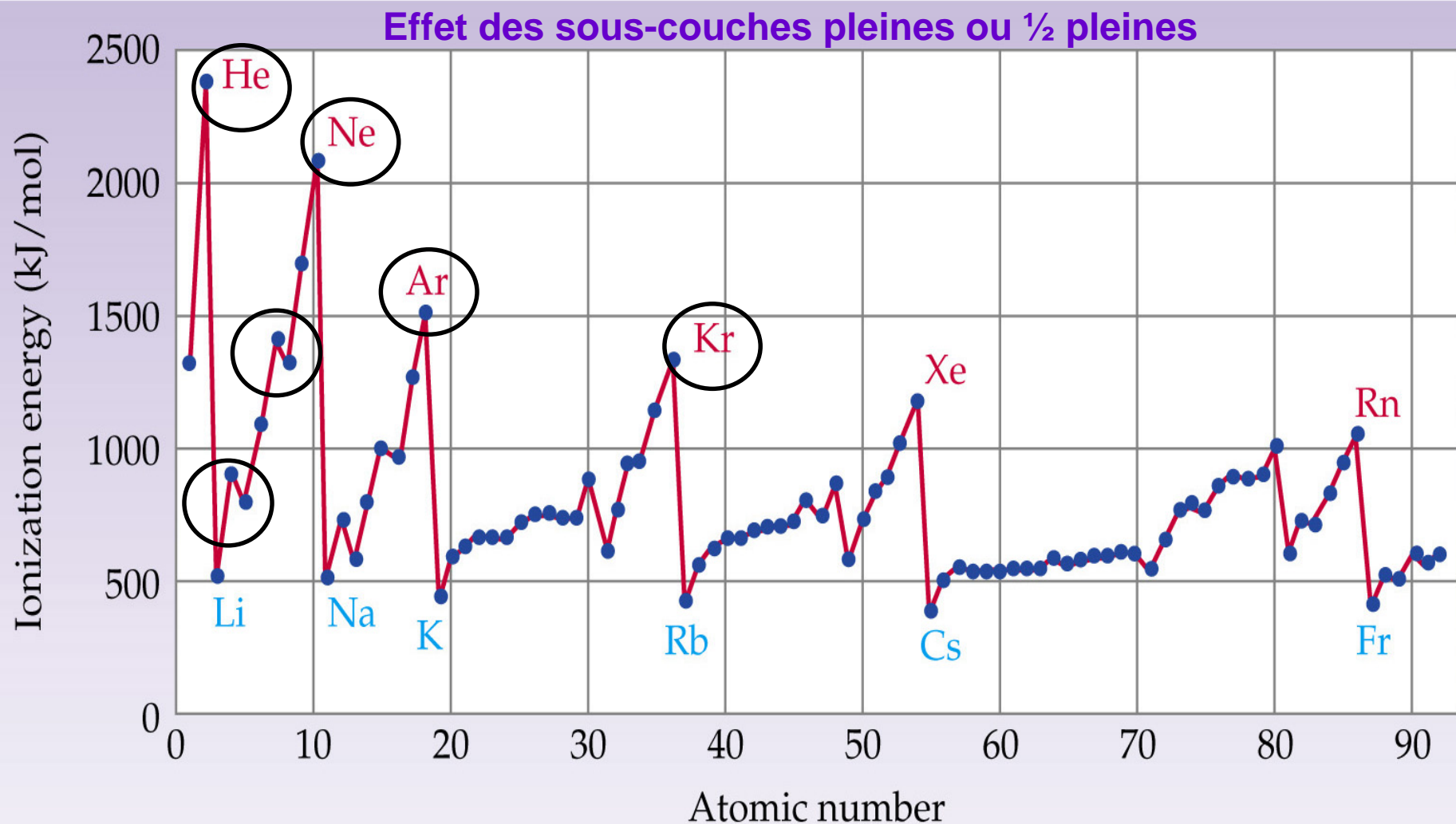
H							He
13,6	2	13	14	15	16	17	24,6
Li 5,4	Be 9,3	B 8,3	C 11,3	N 14,5	O 13,6	F 17,4	Ne 21,6
Na 5,1	Mg 7,6	Al 6,0	Si 8,2	P 10,5	S 10,4	Cl 13,0	Ar 15,8
K 4,3	Ca 6,1	Ga 6,0	Ge 7,9	As 9,8	Se 9,8	Br 11,8	Kr 14,0
Rb 4,2	Sr 5,7	In 5,8	Sn 7,3	Sb 8,6	Te 9,0	I 10,5	Xe 12,1



s^2 plus stable que s^2p^1

s^2p^3 plus stable que s^2p^4

B-3. Propriétés: Energie d'ionisation



B-4. Propriétés: Electronégativité

Electronégativité selon Pauling

Variation comme E_i , sens opposé rayon

Gaz rare: $E_n = 0$



$\chi_P(F) = 4$: c'est le + E_n

1	2.2																			He
2	0.98	1.57										2.04	2.55	3.04	3.44	3.98				Ne
3	0.93	1.31										1.61	1.9	2.19	2.58	3.16				Ar
4	0.82	1	1.36	1.54	1.63	1.66	1.55	1.83	1.88	1.91	1.9	1.65	1.81	2.01	2.18	2.55	2.96			Kr
5	0.82	0.95	1.22	1.33	1.6	2.16	2.1	2.2	2.28	2.2	1.93	1.69	1.78	1.96	2.05	2.1	2.66	2.6		Xe
6	0.79	0.89		1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.2	2.2	2.4	1.9	1.8	1.8	1.9	2	2.2			Rn
7	0.7	0.9																		
				1.1	1.12	1.13	1.14		1.17		1.2		1.22	1.23	1.24	1.25			1	
				1.1	1.3	1.5	1.7	1.3	1.3											

B-4. Propriétés: Electronégativité

Selon l'électronégativité on classe en : métaux, métalloïdes et non métaux : $\frac{3}{4}$ **des éléments = métaux**

1. Métaux : Electronégativité faible < 2

- Situés à gauche du tableau
- **Métaux de transition: bloc d**
- Potentiel d'ionisation faible
- Conduisent à des cations : Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+}
- Caractéristiques des métaux:
 - Éclat : brillants quand ils sont polis
 - Conducteurs du courant et de la chaleur
 - Malléables, ductiles
 - Tendence à s'oxyder : perte d'électron(s)
 - Oxydes à caractère basique (Na_2O , CaO , CuO , ZnO ,)

B-4. Propriétés: Electronégativité

2. Non-métaux : Electronégativité élevée > 2

- Situés à droite du tableau (groupe « p »)
- Potentiel d'ionisation élevé
- Conduisent à des anions (oxygénés) Cl^- , Br^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-}
- Oxydes à caractère acide : CO_2 , SO_2 , SO_3 , NO_2 , P_2O_5 , ...

3. Éléments intermédiaires dits *métalloïdes*: Electronégativité ≈ 2

- Situés sur la diagonale du groupe « p »
- Ex: B (2,0), Si (1,9), As (2,0), Te(2,1), Po(2,0)
- Conduisent à des cations et à des anions



B-4. Propriétés: Electronégativité

Tableau périodique des éléments

I												VIII					
1 H <small>Hydrogène</small>																2 He <small>Helium</small>	
II												III	IV	V	VI	VII	VIII
3 Li <small>Lithium</small>	4 Be <small>Béryllium</small>											5 B <small>Bore</small>	6 C <small>Carbone</small>	7 N <small>Azote</small>	8 O <small>Oxygène</small>	9 F <small>Fluor</small>	10 Ne <small>Neon</small>
11 Na <small>Sodium</small>	12 Mg <small>Magnésium</small>											13 Al <small>Aluminium</small>	14 Si <small>Silicium</small>	15 P <small>Phosphore</small>	16 S <small>Soufre</small>	17 Cl <small>Chlore</small>	18 Ar <small>Argon</small>
19 K <small>Potassium</small>	20 Ca <small>Calcium</small>	21 Sc <small>Scandium</small>	22 Ti <small>Titane</small>	23 V <small>Vanadium</small>	24 Cr <small>Chrome</small>	25 Mn <small>Manganèse</small>	26 Fe <small>Fer</small>	27 Co <small>Cobalt</small>	28 Ni <small>Nickel</small>	29 Cu <small>Cuivre</small>	30 Zn <small>Zinc</small>	31 Ga <small>Gallium</small>	32 Ge <small>Germanium</small>	33 As <small>Arsenic</small>	34 Se <small>Sélénium</small>	35 Br <small>Brome</small>	36 Kr <small>Krypton</small>
37 Rb <small>Rubidium</small>	38 Sr <small>Strontium</small>	39 Y <small>Yttrium</small>	40 Zr <small>Zirconium</small>	41 Nb <small>Niobium</small>	42 Mo <small>Molybdène</small>	43 Tc <small>Technétium</small>	44 Ru <small>Ruthénium</small>	45 Rh <small>Rhodium</small>	46 Pd <small>Palladium</small>	47 Ag <small>Argent</small>	48 Cd <small>Cadmium</small>	49 In <small>Indium</small>	50 Sn <small>Étain</small>	51 Sb <small>Antimoine</small>	52 Te <small>Tellure</small>	53 I <small>Iode</small>	54 Xe <small>Xénon</small>
55 Cs <small>Césium</small>	56 Ba <small>Baryum</small>	57-71 La-Lu	72 Hf <small>Hafnium</small>	73 Ta <small>Taomé</small>	74 W <small>Tungstène</small>	75 Re <small>Réhenium</small>	76 Os <small>Osmium</small>	77 Ir <small>Iridium</small>	78 Pt <small>Platine</small>	79 Au <small>Or</small>	80 Hg <small>Mercure</small>	81 Tl <small>Thallium</small>	82 Pb <small>Plomb</small>	83 Bi <small>Bismuth</small>	84 Po <small>Polonium</small>	85 At <small>Astato</small>	86 Rn <small>Radon</small>
87 Fr <small>Francium</small>	88 Ra <small>Radium</small>	89-103 Ac-Lr	104 Rf <small>Rutherfordium</small>	105 Db <small>Dubnium</small>	106 Sg <small>Seaborgium</small>	107 Bh <small>Böhmium</small>	108 Hs <small>Hassium</small>	109 Mt <small>Méttelium</small>	110 Uun <small>Ununium</small>	111 Uuu <small>Ununium</small>	112 Uub <small>Unbium</small>						

Légende

- = métaux
- = non-métaux
- = métalloïdes

Métaux de transition

57 La <small>Lanthane</small>	58 Ce <small>Cérium</small>	59 Pr <small>Praseodyme</small>	60 Nd <small>Neodyme</small>	61 Pm <small>Prométhium</small>	62 Sm <small>Samarium</small>	63 Eu <small>Europium</small>	64 Gd <small>Gadolinium</small>	65 Tb <small>Terbium</small>	66 Dy <small>Dysprosium</small>	67 Ho <small>Holmium</small>	68 Er <small>Erbium</small>	69 Tm <small>Thulium</small>	70 Yb <small>Ytterbium</small>	71 Lu <small>Lutécium</small>
89 Ac <small>Actinium</small>	90 Th <small>Thorium</small>	91 Pa <small>Protactinium</small>	92 U <small>Uranium</small>	93 Np <small>Neptunium</small>	94 Pu <small>Plutonium</small>	95 Am <small>Americium</small>	96 Cm <small>Curium</small>	97 Bk <small>Berkélium</small>	98 Cf <small>Californium</small>	99 Es <small>Einsteinium</small>	100 Fm <small>Fermium</small>	101 Md <small>Mendélévium</small>	102 No <small>Nobélium</small>	103 Lr <small>Lavrenscium</small>