

ARCHITECTURE DE LA MATIÈRE

Cinquième période

Tab. 9.21 : Configuration électronique (cinquième période)

85-37	Rb	Rubidium	Métal alcalin	[Kr] 5s ¹	[Mo] D 20 ¹
88-38	Sr	Strontium	Métal alcalino-terreux	[Kr] 5s ²	[Mo] D 20 ²
89-39	Y	Yttrium	Métal de transition	[Kr] 5s ² 4d ¹	[Mo] D 20 ³
90-40	Zr	Zirconium	Métal de transition	[Kr] 5s ² 4d ²	[Mo] D 20 ⁴
93-41	Nb	Niobium	Métal de transition	[Kr] 5s ¹ 4d ⁴	[Mo] D 20 ⁵
98-42	Mo	Molybdène	Métal de transition	[Kr] 5s ¹ 4d ⁵	[Mo] D 20 ⁶
98-43	Tc	Technétium	Métal de transition	[Kr] 5s ² 4d ⁵	[Cd] G 24 ¹
102-44	Ru	Ruthénium	Métal de transition	[Kr] 5s ¹ 4d ⁷	[Cd] G 24 ²
103-45	Rh	Rhodium	Métal de transition	[Kr] 5s ¹ 4d ⁸	[Cd] G 24 ³
106-46	Pd	Palladium	Métal de transition	[Kr] 4d ¹⁰	[Cd] G 24 ⁴
107-47	Ag	Argent	Métal de transition	[Kr] 5s ¹ 4d ¹⁰	[Cd] G 24 ⁵
114-48	Cd	Cadmium	Métal pauvre	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰	[Cd] G 24 ⁶
115-49	In	Indium	Métal pauvre	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹	[Xe] D 24 ¹
120-50	Sn	Étain	Métal pauvre	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ²	[Xe] D 24 ²
121-51	Sb	Antimoine	Métalloïde	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³	[Xe] D 24 ³
130-52	Te	Tellure	Métalloïde	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁴	[Xe] D 24 ⁴
127-53	I	Iode	Halogène	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁵	[Xe] D 24 ⁵
132-54	Xe	Xénon	Gaz noble	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶	[Xe] D 24 ⁶

En tirant les leçons de l'étude des trois séquences de la quatrième période, nous disposons maintenant de toutes les clés pour décrire celles de la cinquième.

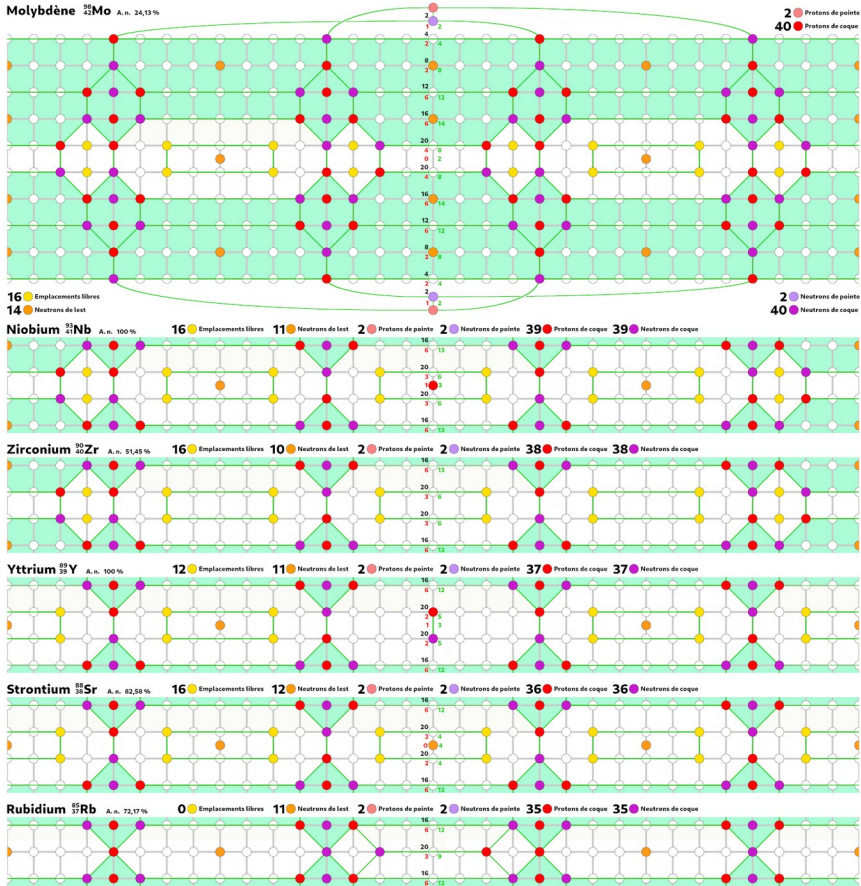
Nous conserverons donc le principe de la *nucléogénèse descendante* ($Z \searrow$), c'est pourquoi nous pouvons nous limiter à la présentation des graphes polaires des trois éléments qui terminent une séquence, à savoir le **molybdène 98**, le **cadmium 114** et le **xénon 132**, lesquels ont déjà fait l'objet d'une description par *quadrant* dans la section consacrée à la *nucléogénèse intermédiaire décroissante*, avec la Figure 9.71 de la page 116 intitulée *Développement de la nucléogénèse intermédiaire décroissante*.

Sur la base de ces graphes équatoriaux, il nous suffira alors de regarder quelles procédures utiliser pour supprimer jusqu'à cinq protons, afin de vérifier si cette hypothèse d'une *nucléogénèse descendante* ($Z \searrow$) permet bien de décrire l'ensemble des éléments des trois sections de la cinquième période. Il nous faudra également regarder si ces suppressions progressives de protons dans les graphes équatoriaux peuvent potentiellement expliquer les six anomalies indiquées en rouge dans la nomenclature du Modèle standard.

THÉORIE NR

Commençons par le graphe équatorial du noyau de l'atome de **molybdène 98**, terminant la première séquence (couche cylindrique 20D).

Fig. 9.100 : Nucléogénèse descendante ($Z \searrow$) Molybdène → Rubidium



Les évolutions décrites graphiquement à partir de la réduction du graphe équatorial du noyau de l'atome de **molybdène 98** aux seules couches cylindriques 16G 16D 20G et 20D sont les suivantes :

- Molybdène → Niobium : $^{98}_{42}\text{Mo} - {}^4_2\text{He} - 2\,{}_0^1\text{n} + {}^1_1\text{p} = ^{93}_{41}\text{Nb}$
- Niobium → Zirconium : $^{93}_{41}\text{Nb} - {}^1_1\text{p} - 2\,{}_0^1\text{n} = ^{90}_{40}\text{Zr}$
- Zirconium → Yttrium : $^{90}_{40}\text{Zr} - {}^4_2\text{He} + {}^2_1\text{D} + {}^1_0\text{n} = ^{88}_{39}\text{Y}$
- Yttrium → Strontium : $^{89}_{39}\text{Y} - {}^1_1\text{p} = ^{88}_{38}\text{Sr}$
- **Strontium → Rubidium :** $^{88}_{38}\text{Sr} - {}^1_1\text{p} - 2\,{}_0^1\text{n} = ^{85}_{37}\text{Rb}$
- Krypton → Rubidium : $^{84}_{36}\text{Kr} + {}^1_1\text{p} = ^{85}_{37}\text{Rb}$

ARCHITECTURE DE LA MATIÈRE

La procédure suivie consiste à transformer les deux mailles carrées équatoriales du noyau de l'atome de **molybdène 98** en mailles octogonales également centrées sur l'équateur du graphe. Ces deux mailles carrées sont considérées comme des noyaux de l'atome d'**hélium 4** (particules α) composées de deux protons et de deux neutrons. L'ajustement visant à obtenir les isotopes les plus naturellement abondants — **niobium 93** (100 %), **zirconium 90** (51,45 %), **yttrium 89** (100 %) et **strontium 88** (82,58 %) — se fait ensuite en gérant le nombre de protons et de neutrons, parfois associés sous la forme d'un noyau de l'atome de **deutérium 2**.

L'hypothèse de la transformation du noyau de l'atome de **strontium 88** en celui du **rubidium 85** a été écartée, le graphe ne permettant pas de supprimer un nouveau neutron sans toucher à ceux présents dans les « calottes polaires » pochées de couleur bleue claire, considérées comme « figées ».

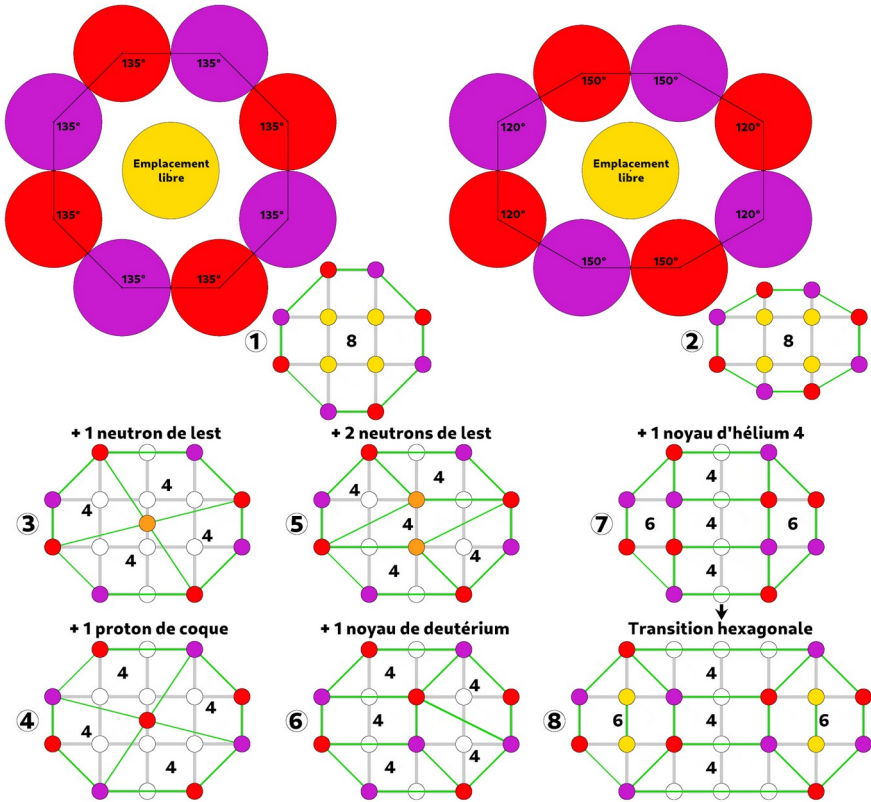
Cette hypothétique formule a donc été indiquée en rouge, et remplacée par une transformation du graphe du noyau de l'atome de **krypton 84** par adjonction d'un proton sur l'équateur qui, associé au neutron de lest déjà présent, est donc représenté sous la forme d'un noyau de l'atome de **deutérium 2**. La *nucléogenèse descendante* (**Z ↘**) trouve donc ici sa limite. Il n'est toutefois pas possible d'imaginer transformer une nouvelle fois la base constituée par le noyau de l'atome de **krypton 84** pour obtenir celui du **strontium 88**, car il n'y a pas d'emplacements disponibles pour accueillir deux neutrons de lest supplémentaires. C'est donc bien la procédure de la *nucléogenèse descendante* (**Z ↘**) qui doit s'appliquer à ce niveau, aboutissant à un graphe équatorial du noyau de l'atome de **strontium 88** parfaitement symétrique, autant en termes d'hémisphères Nord et Sud que Ouest et Est.

Comme précédemment signalé, il nous faut se représenter ce noyau de **deutérium 2** comme positionné perpendiculairement à la « coque », neutron coté intérieur conservant son statut de neutron de lest, et proton déporté vers l'extérieur, en accord avec le statut de l'atome de **rubidium 85**, appartenant au groupe des *métaux alcalins*, éléments chimiques possédant un électron unique sur leur couche électronique la plus externe, ceci autant dans les dispositions du Modèle standard que dans celles de la théorie NR.

THÉORIE NR

S'agissant de la vingtaine d'exceptions indiquées en rouge dans la nomenclature du Modèle standard, nous avons étudié les trois premières signalées dans le Tableau 9.20 de la quatrième période, qui sont les atomes de **chrome 52**, de **nickel 58** et de **cuivre 63**. Deux éléments d'explication ont été identifiés, la présence de *quadruples liaisons* entre nucléons de coque possiblement « faibles » en raison de la structure hexagonale des neutrons et protons, ainsi que la nature particulière des *mailles octogonales*, dont la relative « porosité » est susceptible de favoriser certains évolutions de la nucléogénèse, ce que montre la figure suivante :

Fig. 9.101 : Évolutions possibles des mailles octogonales



La Figure 9.84 de la Page 135 intitulée *Maille hexagonale du dodécaèdre rhombique tronqué* nous avait montré les possibilités d'évolution d'une *maille hexagonale* en mettant en évidence les différences entre l'approche *métrique* avec des sphères tangentes et approche *symbolique* (ou *topologique*) sous forme de graphes.

ARCHITECTURE DE LA MATIÈRE

La partie haute de la figure 9.101 ci-dessus nous montre la géométrie « réelle » (ou *métrique*) d'une maille octogonale, avec à gauche une hypothétique forme régulière montrant des angles de liaisons entre nucléons de 135° ($90^\circ + 45^\circ$), et à droite une forme s'accordant avec la symétrie hexagonale des nucléons, les angles de liaisons étant alors de 120° et 150° ($90^\circ + 30^\circ$ et $90^\circ + 60^\circ$). Cette deuxième configuration semble plus réaliste, car outre le respect de la symétrie hexagonale, l'aplatissement de la maille octogonale est plus susceptible de refléter l'évolution progressive de la nucléogénèse, l'implantation de nouveaux nucléons sur ou autour de l'équateur devant se faire d'une manière progressive. Viennent ensuite huit représentations symboliques d'une *maille octogonale*, les deux premières ne faisant que traduire la graphiquement la vision métrique qui vient d'être commentée. Les deux suivantes nous montrent en ③ l'ajout d'un neutron de lest, lequel doit être visualisé en retrait coté intérieur de la coque d'un noyau atomique, puis en ④ l'introduction d'un proton supplémentaire à positionner en déport à l'extérieur de la « peau » d'un noyau atomique. La maille ⑤ illustre l'hypothèse de l'adjonction de deux neutrons de lest de part et d'autre de l'équateur d'un graphe et la maille ⑥ celle de la capture d'un noyau de deutérium. Ces deux dernières représentations sont trompeuses, car comme le montre l'approche *métrique*, il n'y a qu'une seule place disponible au centre d'une maille octogonale, et il nous faut donc admettre que ces doubles captures se font perpendiculairement à la surface d'un noyau atomique, un nucléon étant déporté vers l'intérieur du noyau, l'autre vers l'extérieur. Enfin, les représentations ⑦ et ⑧ concernent la capture (ou l'émission) d'une particule α , ce qui compte tenu du manque de place déjà signalé implique une forte évolution du maillage avec l'apparition (ou la disparition) de mailles hexagonales.

Ces observations sur les évolutions possibles des mailles octogonales étant faites, revenons à la première section de la cinquième période, qui précisément en fait un usage abondant.

Deux nouvelles exceptions de la nomenclature du Modèle standard apparaissent dans cette section. Ce sont le **niobium 93** et le **molybdène 98**, l'évolution théorique des sous-couches électroniques $5s^2 4d^3$ et $5s^2 4d^4$ devenant $5s^1 4d^4$ et $5s^1 4d^5$. Notons au passage que si on excepte les deux mailles carrées polaires, les graphes équatoriaux des noyaux atomiques de ces deux éléments ne font pas apparaître de quadruples liaisons.

THÉORIE NR

En revanche, les cinq premiers graphes de la Figure 9.100 concernant cette première section de la cinquième période sont très riches en mailles octogonales, puisqu'on en dénombre pas moins de seize. Mais ce n'est peut-être pas de ce côté qu'il nous faut chercher l'explication de ces deux exceptions. En effet, une nouvelle particularité est envisageable, car de par sa conception *géométrique*, le modèle en couches cylindriques de la théorie NR ne fait pas de différence entre la couche **20G** appartenant à la troisième section de la quatrième période et la couche **20D** objet de la présente recherche.

Il est donc raisonnable d'envisager que le remplissage progressif de ces deux couches cylindriques finisse par aboutir à une difficulté, précisément au niveau de ses deux derniers éléments que sont le **niobium 93** et le **molybdène 98**. Effectivement, si on observe les taux d'occupation des couches cylindriques **16G 16D 20G** et **20D** sur les cinq premiers graphes de la figure 9.95, nous obtenons cette évolution :

molybdène 98 : 14 (8 2 8) 14, **niobium 93** : 13 (6 3 6) 13, **zirconium 90** : 13 (6 6) 13, **yttrium 89** : 12 (5 3 5) 12 et **strontium 88** : 12 (4 4 4) 12.

Il y a donc bien une corrélation entre le caractère exceptionnel, selon le Modèle standard, des atomes de **molybdène 98** et de **niobium 93** et les taux d'occupation au niveau de l'équateur de leurs graphes respectifs, selon les principes géométriques de la théorie NR, puisque les totaux de ces cinq distributions des taux d'occupation des couches cylindriques **16G 16D (20G 20D)** sont les suivants : **46 (18)** , **41 (15)** , **38 (12)** , **37 (13)** et **36 (12)**. On note donc une forte saturation de ces deux noyaux atomiques au niveau de l'équateur, ce qui peut justifier l'évolution anormale des sous-couches électroniques mises en exergue dans la nomenclature du Modèle standard (**5s² 4d³** et **5s² 4d⁴** devenant **5s¹ 4d⁴** et **5s¹ 4d⁵**), un électron de la sous-couche **s** réputée plus profonde dans le nuage électronique de l'atome migrant vers la sous-couche **d** plus externe.

Notons par ailleurs que ces deux exceptions que sont les atomes de **molybdène 98** et de **niobium 93** se positionnent au beau milieu de la sous-couche **d** dans la nomenclature du Modèle standard, alors qu'elles viennent clore l'ensemble symétrique par rapport à l'équateur des graphes des couches cylindriques **20G** et **20D** de la nomenclature de la théorie NR. Dans ces conditions, la question est : comment les physiciens justifient-ils ces deux exceptions ?