

# Les éléments 110 et 111

par Alfred MATHIS  
Lycée Jean Rostand - 67000 Strasbourg

---

## RÉSUMÉ

Cet article donne des informations sur les deux derniers transactinides synthétisés ainsi que quelques exemples d'utilisation des informations dans nos cours.

## 1. MÉTHODE ACTUELLE DE SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS LOURDS [1]

### 1.1. Principe

Une cible, sous forme d'une feuille très fine formée d'un élément tel que le bismuth ou le plomb très pur, est bombardée par des noyaux accélérés de fer ou de chrome par exemple.

Les chocs, peu nombreux, peuvent donner naissance à une réaction de fusion conduisant à l'élément lourd. Ce dernier cependant aura une durée de vie très faible.

### 1.2. Conditions d'obtention des éléments lourds

Pour la réussite de la synthèse il faut surmonter deux difficultés essentielles :

- l'énergie des particules réagissantes doit être suffisante pour s'opposer à la répulsion électrostatique entre les deux noyaux chargés positivement qui empêcherait la fusion recherchée des deux noyaux,
- cependant pour éviter la fission immédiate de l'édifice formé par fusion des noyaux cible et projectile, il ne faut pas que cet édifice ait une énergie trop grande, ce qui nécessite donc de limiter l'énergie des particules réagissantes.

A cause de la section efficace très faible, la probabilité d'une réaction entre les noyaux projectile et cible tend pratiquement vers zéro [2].

Malgré des améliorations extrêmement importantes de l'instrumentation d'accélération, ce qui a nécessité plus de cinq ans de mises au point, il faut toujours encore plusieurs journées d'expérimentation et environ  $10^{18}$  noyaux projectiles pour obtenir de façon certaine la réaction de fusion souhaitée. Ainsi avec  $10^{18}$  noyaux projectiles, un seul fusionnera avec un noyau cible !

### 1.3. Dernières synthèses réalisées dans les années 80

- Élément 107 en février 1981.
- Élément 109 en août 1982.
- Élément 108 en mars 1984.

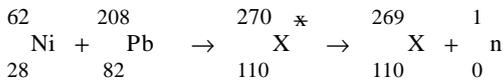
## 2. RÉACTIONS DE FORMATION DES ÉLÉMENTS 110 ET 111

### 2.1. Élément 110

C'est le 9 novembre 1994 à 16 h 39 [3, 4] qu'une équipe de chercheurs de l'Institut d'Étude des Ions Lourds (Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI) de Darmstadt en Allemagne réussit la synthèse d'un noyau de l'isotope 269 de l'élément 110. La préparation de l'expérience a duré cinq ans.

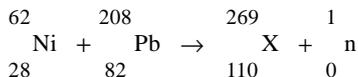
Les noyaux projectiles étaient des noyaux de nickel, tandis que la cible était constituée de plomb 208.

On peut donc écrire la réaction de formation du nouveau noyau :

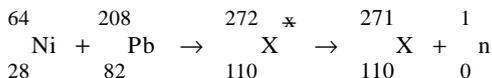


où X<sup>\*</sup> représente le noyau excité obtenu par fusion des deux noyaux réagissants. Ce noyau libère son énergie d'excitation par l'émission d'un neutron.

On peut également représenter cette réaction de façon simplifiée :



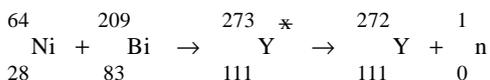
En prenant des noyaux de nickel 64, l'équipe de Darmstadt a réussi à obtenir, quelques semaines plus tard, un second isotope de l'élément 110 [5] selon la réaction :



### 2.2. Élément 111

D'une façon analogue, l'équipe de Darmstadt a réussi le 8 décembre de la même année, à 5 h 49 la synthèse d'un noyau de l'élément 111. Cette fois, des noyaux de nickel 64 étaient projetés sur une cible en bismuth 209.

La réaction de formation de ce noyau s'écrit donc :



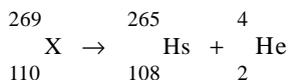
## 3. CARACTÉRISTIQUES DES NOUVEAUX ÉLÉMENTS LOURDS

### 3.1. Élément 110

Au total, il a été identifié quatre noyaux de l'isotope 269 et sept noyaux de l'isotope 271 de l'élément 110 pendant l'expérimentation réalisée. Cela démontre évidemment la difficulté d'une part de réalisation mais également de la détection des noyaux formés [1].

Les deux isotopes sont émetteurs alpha ( $\alpha$ ) avec une période de 170  $\mu\text{s}$  pour l'isotope 269 et de 1,4 ms pour l'isotope 271 [4].

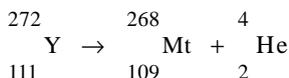
La désintégration de l'isotope 269 s'écrit :



### 3.2. Élément 111

Ici, ce sont seulement trois noyaux qui ont été identifiés pendant la durée de l'expérimentation. Le noyau de l'élément 111 est également émetteur alpha ( $\alpha$ ) avec une période de 1,5 ms [4].

La désintégration de l'isotope 272 de l'élément 111 s'écrit donc :



### 3.3. Fiche d'identité des éléments 110 et 111

Le tableau 1 donne les caractéristiques connues, à ce jour, pour les éléments 110 et 111 :

	Élément 110		Élément 111
Structure électronique	Rn 5f <sup>14</sup> 6d <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup>		Rn 5f <sup>14</sup> 6d <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup>
Isotopes	269 X 110	271 X 110	272 Y 111
Radioactivité	α	α	α
Période	170 μs	1,4 ms	1,5 ms
Section efficace (cm <sup>2</sup> )	3,5 . 10 <sup>-36</sup>	15 . 10 <sup>-36</sup>	3 . 10 <sup>-36</sup>

**Tableau 1** : Caractéristiques des éléments 110 et 111.

**Remarque** : On constate que ces éléments se trouvent prêt de l'îlot de stabilité prévu à 162 neutrons et probablement 114 protons [6].

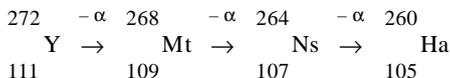
## 4. DÉTECTION

On identifie actuellement les éléments lourds par l'intermédiaire de leurs produits de désintégration radioactive [7].

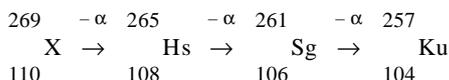
Le temps de réaction des détecteurs utilisés est de l'ordre de 10<sup>-9</sup> s, ce qui est environ un million de fois inférieur à la durée de vie (quelques ms) des noyaux étudiés. Ceci permet donc de suivre correctement les événements qui se produisent et se succèdent.

La désintégration des éléments lourds en éléments plus légers s'accompagne de l'émission de particules α . Les périodes de désintégration et l'énergie des particules α émises permettent de reconstituer la chaîne de désintégration.

Ainsi pour l'élément 111 on a :



et pour l'élément 110 (isotope 269) :



## 5. PERSPECTIVES

Selon les dires du Professeur ARMBRUSTER, responsable du laboratoire de Darmstadt, si les autres laboratoires de recherche sur les éléments lourds (Berkeley, Doubna) utilisent les mêmes méthodes de synthèse qu'à Darmstadt, il y aura une forte concurrence et la découverte de l'élément 114 sera pour bientôt.

En tout cas, il ne s'écoulera plus dix ans jusqu'à la découverte du prochain élément comme c'était le cas depuis la découverte de l'élément 108 en 1984.

## 6. UTILISATION PÉDAGOGIQUE DES RÉACTIONS DE SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS LOURDS

Notre enseignement doit évidemment intégrer les découvertes récentes. Ceci peut se faire par une simple information des élèves et des étudiants. Mais en intégrant ces nouvelles données dans le déroulement d'un cours on peut faire participer les élèves plus activement.

Voici donc quelques exemples de questions s'intégrant parfaitement dans les programmes :

- structure électronique,
- place des éléments 110 et 111 dans la classification périodique des éléments,
- quels noms Mendeleïev aurait-il donné à ces éléments (Ekaplatine pour l'élément 110 et Ekaor pour l'élément 111),
- écrire les réactions de fusion correspondant à la formation de ces éléments,

– écrire les réaction de désintégrations  $\alpha$  successives des isotopes connus de ces éléments.

Il est intéressant de constater que les élèves ne manqueront pas de soulever la question de la dénomination des différents éléments intervenant dans ces questions.

On pourra alors par exemple expliquer la façon systématique de dénomination avec les symboles Unu, Unb, Unt par exemple pour les éléments 101, 102 et 103. Mais on pourra aussi indiquer les noms proposés par les équipes ayant synthétisé ces éléments [1], [5].

Pour les éléments 110 et 111 il n'y a pas encore de nom.

Enfin la classification périodique des éléments complète est donnée ci-après (état 1995).

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	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	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	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103	Rf 104	Ha 105	Sg 106	Ns 107	Hs 108	Mt 109	110	111							

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. MATHIS : «*Les éléments 107 - 108 - 109*», B.U.P. n° 775, p. 729, 1995.
- [2] P. BOUTIN : «*Énergie nucléaire*», Éditions Eyrolles, p. 19.
- [3] Elemente 110 und 111 Chemie in unserer Zeit 28/6, 291, 1994.
- [4] «*Chasse aux noyaux super lourds*», Pour la Science n° 208, p. 24, 1995.
- [5] Elemente 110 und 111 Chemie und Schule 42/6, 237, 1995.
- [6] «*La course aux éléments super lourds*», Revue du Palais de la Découverte n° 226, p. 8, 1995.
- [7] M. LEFORT : «*Les éléments transuraniens*», La Recherche 14/145, 174, 1983.