

constata que l'échauffement des noyaux formés était inférieur à celui qui apparaissait quand on bombardait des isotopes transuraniens très lourds avec des ions très légers. Cette idée fut à l'origine d'une nouvelle méthode de production d'éléments superlourds : l'énergie d'excitation des noyaux formés lors des collisions étant inférieure, un nombre supérieur de noyaux survivent à la fusion, parce que leurs nucléons (protons et neutrons) sont moins agités, donc mieux groupés.

Notre équipe s'intéressa à cette technique, que nous avons nommée «fusion froide» (cette fusion froide n'a rien à voir avec celle qui fit la une des journaux, il y a quelques années). Les chercheurs de Berkeley considérèrent la fusion froide comme une curiosité, mais, pour nous, elle présentait plusieurs avantages. D'une part, les matériaux de base, le plomb et le bismuth, étaient plus accessibles que les éléments produits par des réacteurs nucléaires. D'autre part, la configuration de l'UNILAC nous permettait d'utiliser tous les types d'ions comme projectiles et de faire varier leur énergie par paliers.

Nous avions aussi l'appareillage adéquat pour isoler et détecter les produits d'une réaction de fusion : notre collègue Gottfried Münzenberg avait construit un filtre, nommé séparateur des produits de réaction d'ions lourds (SHIP, pour *Separator for Heavy-Ion reaction Products*), qui écarte les projectiles et les produits résiduels de la réaction de fusion et concentre les produits recherchés sur un détecteur, où on les identifie par leurs produits de désintégration radioactive.

Au-delà de l'élément 107

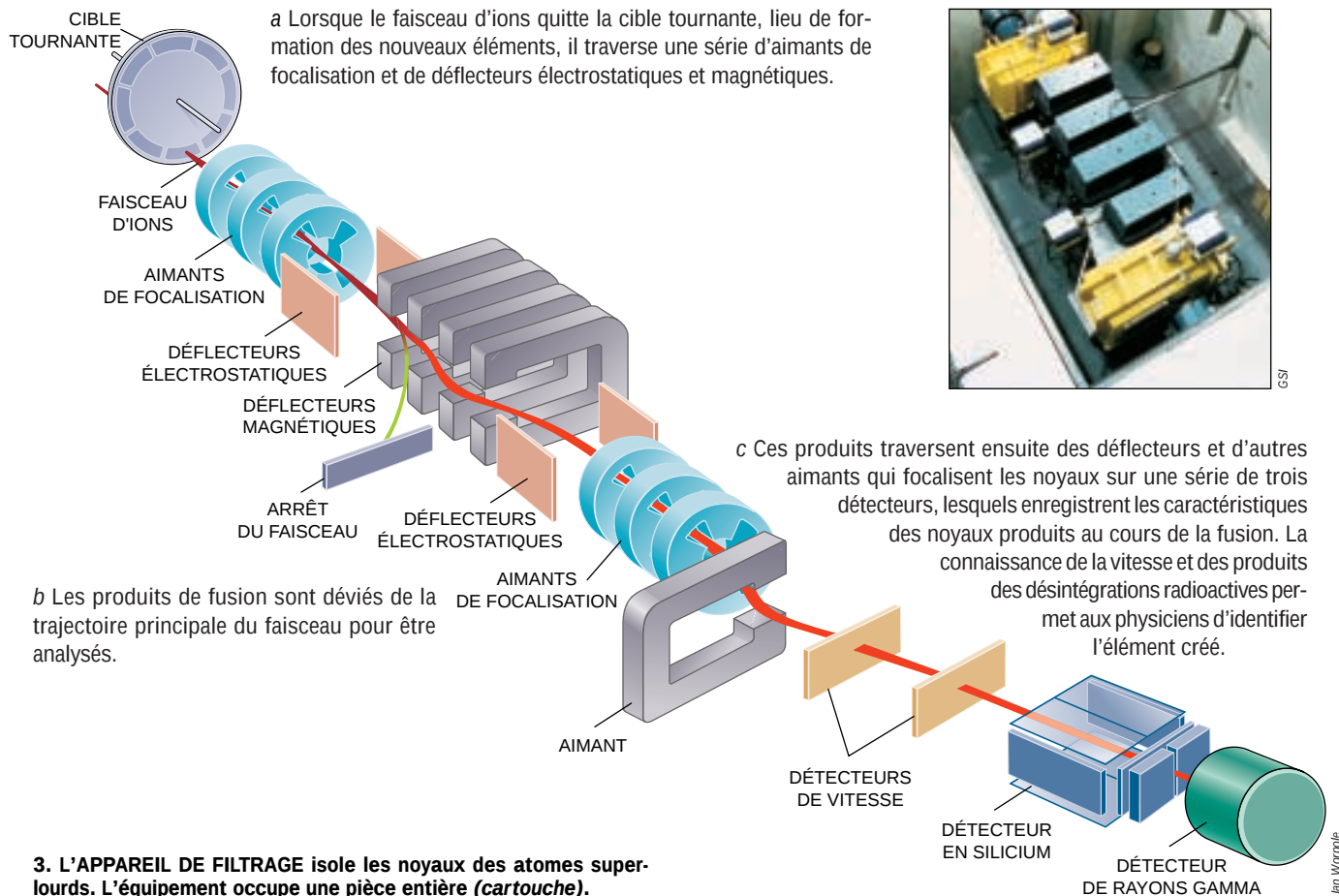
Au début des années 1980, nous avons démontré que la fusion froide fonctionnait : nous avons synthétisé et identifié le bohrium (l'élément 107), le hassium (108) et le meitnerium (109).

Après ce succès, nous avons compris que le franchissement de l'étape suivante nécessitait des améliorations de nos techniques expérimentales. Pour produire un seul atome de meitnerium, l'élément 109, par exemple, nous avons dû faire fonctionner l'accélérateur pendant deux semaines. De surcroît, à chaque création d'un

nouvel élément, la probabilité d'obtenir un nouveau noyau diminuait d'un facteur trois, ce qui compliquait sa détection.

Malgré ces difficultés, nous avons poursuivi les études de la fusion froide, tandis que les équipes de Berkeley et de Dubna étaient revenues à la méthode précédente, de «fusion chaude». En modifiant notre accélérateur linéaire, nous avons triplé l'intensité du faisceau d'ions et la sensibilité de l'appareil de filtrage, et construit des détecteurs de sensibilité accrue, essentiellement sous la houlette de Sigurd Hofmann.

Au redémarrage des expériences sur l'UNILAC, en 1993, nous avons testé notre nouvel appareillage avec des faisceaux d'argon 40 (à 18 protons et 22 neutrons) et de titane 50 (à 22 protons et 28 neutrons), qui avaient été utilisés pour créer divers isotopes du mendelevium et du rutherfordium. D'autres réglages permirent de calibrer l'énergie nécessaire à l'obtention de l'élément 110. Dans tous ces essais, les améliorations étaient patentées : l'intensité du faisceau et la sensibilité du détecteur étaient accrues.



3. L'APPAREIL DE FILTRAGE isole les noyaux des atomes superlourds. L'équipement occupe une pièce entière (cartouche).

Le 9 novembre 1994, après un arrêt de plus de dix ans, nous identifîâmes les produits de désintégration de l'élément 110, alors inconnu : par la fusion de plomb 208 (l'élément 82) avec du nickel 62 (l'élément 28), nous obtenions un nouveau noyau composé de 110 protons et de 160 neutrons. Ce noyau a rapidement émis un neutron, devenant l'isotope 269 de l'élément 110. Ce nouvel isotope avait une période de 170 microsecondes ; nous l'avons identifié grâce à sa désintégration en des éléments de plus en plus légers. Le noyau a d'abord émis une série de quatre particules alpha (composées de deux neutrons et de deux protons) et formé l'isotope 257 du rutherfordium (l'élément 104). Dans d'autres expériences, nous avons aussi créé l'isotope 271 de l'élément 110.

Un peu plus d'un mois plus tard, le 17 décembre 1994, date du 25^e anniversaire du GSI, nous avons découvert l'élément 111 après avoir irradié

du bismuth 209 avec du nickel 64. Cette expérience a corroboré la théorie des couches nucléaires : conformément à la théorie, deux des produits de désintégration de l'élément 111 (l'isotope 268 du meitnerium et l'isotope 264 du bohrium) se révélèrent plus stables que les isotopes plus légers de ces éléments observés auparavant.

Pour la série d'expériences suivantes, nous avons utilisé comme projectile le zinc 70, un élément riche en neutrons, espérant créer les éléments 112 et 113. Le 9 février 1996, nous avons synthétisé l'élément 112, l'élément le plus lourd jamais créé en laboratoire.

Le butin final était toutefois inférieur aux espérances initiales ; comme mentionné précédemment, nous avons fabriqué deux atomes en 24 jours. La période de l'élément 112 était de 240 microsecondes. Nous étions capables d'identifier l'isotope 277 de l'élément 112 en observant sa désintégration radioactive et en suivant l'émis-

sion de six particules alpha successives pour aboutir au fermium 253 (voir les figures 1 et 2). Durant cette désintégration, nous avons identifié un nouvel isotope de l'élément 110 et un nouvel isotope du hassium (l'élément 108). L'isotope de l'élément 112 était le premier noyau que nous ayons créé avec plus de 162 neutrons, une quantité qui constitue une couche nucléaire déformée remplie. Ce facteur a contribué à la stabilité croissante de certains produits de la désintégration de l'élément : le hassium 269, produit lors de la désintégration de cet isotope de l'élément 112, a une période de 9,3 secondes, tandis que le hassium 265, qui avait été observé dans des expériences précédentes, a une période de 1,7 milliseconde seulement. Ces découvertes ont corroboré les prédictions des théoriciens : avec 162 neutrons, les couches du noyau seraient complètement remplies.

La création d'éléments super-lourds est le fruit d'une planification

Dénomination et politique

Les contestations sur l'antériorité de la découverte des éléments 102 à 109 eurent pour résultat une controverse internationale sur leurs dénominations. En 1994, l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) chargea la Commission sur la nomenclature en chimie inorganique (CNIC) d'établir les noms officiels de ces éléments

(beaucoup avaient été nommés de manière informelle par leurs découvreurs). Toutefois, la liste proposée par la Commission ne fit qu'envenimer le débat. En 1997, l'IUPAC sollicita l'avis des chimistes du monde entier et, en août, les noms définitifs furent adoptés. Les éléments 110 à 112 n'ont pas encore été officiellement nommés.

ÉLÉMENT	DÉCOUVREUR(S)	NOMS PROPOSÉS (par)	NOM OFFICIEL (symbole chimique)
102	Revendication initiale : l'Institut Nobel à Stockholm, Suède Revendication ultérieure : l'Université de Berkeley ; l'Institut de recherche nucléaire, Dubna, Russie	Jolotium (Dubna) Nobelium (Institut Nobel, CNIC)	Nobelium (No) ; en l'honneur d'Alfred Nobel, inventeur suédois et fondateur des prix Nobel
103	Contesté ; les groupes de Dubna et de Berkeley revendiquent tous deux l'antériorité	Lawrencium (Berkeley, CNIC)	Lawrencium (Lr) ; en l'honneur d'Ernest Lawrence, inventeur du cyclotron
104	Contesté ; les groupes de Dubna et de Berkeley revendiquent tous deux l'antériorité	Dubnium (CNIC) Kurchatorium (Dubna) Rutherfordium (Berkeley)	Rutherfordium (Rf) ; en l'honneur du physicien né en Nouvelle-Zélande, Ernest Rutherford, dont le travail a été essentiel pour la compréhension du noyau
105	Contesté ; les groupes de Dubna et de Berkeley revendiquent tous deux l'antériorité	Hahnium (Berkeley) Jolotium (CNIC) Nielsbohrium (Dubna)	Dubnium (Db) ; en l'honneur du laboratoire de Dubna
106	Berkeley (non contesté)	Rutherfordium (CNIC) Seaborgium (Berkeley)	Seaborgium (Sg) ; en l'honneur de Glenn Seaborg, chimiste américain qui fut codécouvreur de 11 éléments artificiels
107	Institut de recherche sur les ions lourds (GSI), Darmstadt, Allemagne (non contesté)	Bohrium (CNIC) Nielsbohrium (GSI)	Bohrium (Bh) ; en l'honneur du physicien danois Niels Bohr, dont la recherche contribua à la compréhension moderne de l'atome
108	GSI (non contesté)	Hahnium (CNIC) Hassium (GSI)	Hassium (Hs) ; nommé d'après l'État allemand de Hesse, où est située Darmstadt
109	GSI (non contesté)	Meitnerium (GSI, CNIC)	Meitnerium (Mt) ; en l'honneur de Lise Meitner, la physicienne autrichienne qui conçut l'idée de fission nucléaire