



Sources radioactives et étalonnage : une expertise française

Au cœur de la plateforme industrielle du Tricastin (Drôme), le Laboratoire d'étalons d'activité (LEA), filiale d'Orano, produit et distribue des sources radioactives, utilisées quotidiennement dans les services de médecine nucléaire, les installations nucléaires, les laboratoires d'analyse ou les centres de recherche. De quoi parle-t-on ? Revue de détail.

Propos recueillis par le Laboratoire d'étalons d'activité (LEA) - Orano

Les matières radioactives ou sources radioactives ne servent pas uniquement à produire de l'électricité dans les réacteurs nucléaires. Elles sont utilisées de longue date dans de très nombreux champs d'activité : que ce soit pour détecter des matières (analyseurs de plomb, diagraphie dans l'exploration pétrolière, etc.), en transformer les propriétés (stérilisation), mesurer/évaluer à distance (jauges d'épaisseur, de niveau, etc.), analyser des structures (gammagraphie), calibrer des équipements de mesure (en métrologie, radioprotection), pour marquer/tracer (développements radiopharmaceutiques, radiobiologie cellulaire) ou pour soigner des patients (radiothérapies).

Concrètement, une source radioactive désigne un ou plusieurs radionucléides (le plus souvent artificiels), conditionnés dans une matrice (solide, liquide, gaz), à un certain niveau d'activité, allant de quelques becquerels à plusieurs centaines de térabecquerels.

Le choix du type de source (scellée ou non), du ou des radionucléides émetteurs (alpha, bêta, gamma, X ou neutron), de sa géométrie (taille, forme, etc.) et du niveau d'activité (totale, massique ou volumique)



« La spécificité et la diversité des compétences mobilisées pour fournir et reprendre des milliers de sources radioactives par an, auprès de centaines de clients en France et à l'étranger, en toute sûreté-sécurité et dans le respect de l'ensemble des exigences normatives et réglementaires en vigueur, tout cela est un véritable défi »

Matthieu Crappier,
directeur général du LEA

est directement lié à l'application finale recherchée. Par exemple, en radioprotection dans des installations nucléaires, il est nécessaire de contrôler régulièrement les balances de surveillance atmosphérique: pour cela, des sources alpha/beta sont utilisées pour s'assurer du bon fonctionnement de l'appareil. Pour détecter la présence éventuelle de plomb dans les peintures, les analyseurs intègrent des petites sources scellées en cobalt 57 (^{57}Co) ou cadmium 109 (^{109}Cd), dont le rayonnement gamma permet d'exciter les atomes de plomb. En se désexcitant, ils émettent un rayonnement X (c'est le principe dit de « fluorescence X ») qui est capté par l'analyseur pour confirmer la présence ou non de plomb dans les murs. Les équipements intégrant les sources de plus forte activité sont souvent radioprotégés (gammaphages par exemple), et soumis à des exigences d'autorisation, de traçabilité et de sécurité spécifiques.

En France, des dizaines de milliers de sources radioactives sont utilisées tous les jours, sous la surveillance de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour tracer des sources dont l'activité dépasse

les seuils d'exemption, mais aussi de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), qui définit les exigences et octroie les autorisations de détention, d'utilisation, de distribution et de production des sources.

Enfin, les sources « étalons » sont des sources radioactives dont l'activité est mesurée de façon maîtrisée, garantissant la traçabilité au Système international (SI) des unités. L'activité de ces sources est déterminée conformément à un référentiel normatif spécifique (norme ISO/IEC 17025:2017), pour lequel le COFRAC est l'organisme d'accréditation en France.

Un savoir-faire unique en France, hérité du CEA

Historiquement gérée au sein du CEA DAMRI (Département des applications et de la métrologie des rayonnements ionisants), l'activité de production de sources étalons a été transférée à Orano (CERCA) à la fin des années 1990: ainsi est né le Laboratoire d'étalons d'activité (LEA), héritier des savoir-faire techniques de conception, fabrication et mesure d'étalons de radioactivité du CEA. Le CEA reste garant des références

nationales de mesure de radioactivité: le LNHB (Laboratoire national Henri Becquerel) à Saclay est le laboratoire primaire auquel le LEA se « raccorde » pour garantir la traçabilité au système d'information. Le LEA est accrédité par le COFRAC pour les activités d'étalonnage en rayonnements ionisants (portée n° 2-6386 disponible sur www.cofrac.fr).

Une activité spécifique soumise à de nombreuses exigences

La production de sources étalons mobilise plusieurs types de compétences et répond à différentes exigences opérationnelles, réglementaires et normatives. La fabrication des sources, tout d'abord, répond aux exigences de sûreté-sécurité propres aux installations nucléaires (radioprotection, ventilation, gestion des déchets, etc.) et est soumise à autorisation par l'ASN. Les opérations de manipulation des substances radioactives sont réalisées par des personnels qualifiés, régulièrement formés et suivis par les équipes radioprotection. Les techniques de fabrication des sources (électrodéposition, adsorption, résines, etc.) sont le fruit de nombreuses années de recherche et développement. Les

Mesure de source
gamma.
→



© LEA

composants utilisés, réalisés sur mesure et gravés pour le marquage et la traçabilité des sources, mobilisent des industriels spécialisés. Certaines sources scellées, de par leur activité, répondent à des exigences spécifiques selon leur usage (norme ISO 2919) : des tests sont réalisés pour démontrer qu'elles restent étanches lorsque soumises à certains niveaux de température, pression, choc, etc. Une fois fabriquées, les sources doivent être mesurées pour devenir des étalons : la mesure des sources (étalonnage) mobilise alors des compétences et équipements métrologiques spécifiques (compteurs proportionnels, scintillateurs, spectromètres, etc.). Une fois mesurées, les sources étalons doivent être conditionnées et expédiées aux clients conformément aux exigences propres aux transports de matières radioactives (ADR, IATA). Un double-contrôle (documentation, autorisations clients) est systématiquement réalisé pour chaque dossier afin d'assurer la sécurité et la sûreté du transport.

Enfin, la reprise des sources en fin de vie répond également aux exigences du Code de la santé publique français (CSP), et mobilise plusieurs personnes pour en assurer

La production de sources étalons mobilise plusieurs types de compétences et répond à différentes exigences opérationnelles, réglementaires et normatives

la collecte, l'entreposage et l'élimination ou le recyclage dans des filières d'élimination adéquates.

En France, les sources scellées non exemptées doivent être renvoyées au fournisseur en fin de vie (dix ans, sauf autorisation de prolongation par l'ASN) ou d'usage. Les sources usées sont soit recyclées (pour certains types de sources uniquement), soit stockées dans les filières appropriées, notamment

à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). La stratégie nationale des sources usées s'inscrit dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). « La spécificité et la diversité des compétences mobilisées pour fournir et reprendre des milliers de sources radioactives par an, auprès de centaines de clients en France et à l'étranger, en toute sûreté-sécurité et dans le respect de l'ensemble des exigences normatives et réglementaires en vigueur, tout cela est un véritable défi », note Matthieu Crappier, directeur général du LEA. Défi d'autant plus relevé que le marché des sources étalons est plutôt en décroissance structurelle, pour des raisons à la fois technologiques (solutions *sourceless* privilégiées du point de vue sûreté) et économiques. Mais Matthieu Crappier reste confiant sur le potentiel de développement de l'activité, notamment à l'export : « nous avons la chance de pouvoir capitaliser sur une filière nucléaire française forte, d'une expérience et savoir-faire uniques, et d'équipes compétentes et engagées : tous les ingrédients sont là pour développer l'activité sur de nouveaux marchés ».



« Notre large réseau de partenaires, le champ d'autorisations et l'espace d'entreposage dont nous disposons nous permettent d'apporter des solutions optimales »

Jérôme Bonnet,
responsable commercial du LEA



Exemples de sources produites par le LEA.
←

Agilité et technicité

Au-delà des milliers de sources proposées au catalogue, le LEA développe aussi des sources sur-mesure pour répondre à des besoins spécifiques. « Pour la propulsion navale française, nous avons développé en quelques semaines des sources d'étalonnage dédiées au contrôle du fonctionnement des réacteurs nucléaires embarqués dans le nouveau sous-marin Barracuda », précise Matthieu Crappier. Autre exemple avec l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP) auquel le LEA a fourni une source d'étalonnage sur-mesure d'américium 241 (²⁴¹Am) pour le télescope ECLAIRS, instrument clé de la mission SVOM¹ consacrée à la détection d'apparition de sursauts gamma.

Et quand le LEA ne peut pas produire (sources neutron ou gamma de très forte activité), il se tourne vers des fabricants internationaux qualifiés, principalement en Amérique du Nord et en Europe de l'Est. « Notre large réseau de partenaires, le champ d'autorisations et l'espace d'entreposage dont nous disposons nous permettent d'apporter des solutions optimales », souligne Jérôme Bonnet, responsable commercial du LEA.

En 2019, le LEA a ainsi été retenu par l'IRSN pour remplacer une source neutron de plusieurs GBq (10⁹ Bq) dans l'irradiateur du LMDN² à Cadarache. « Sur ce type de projet, nous apportons une prestation clé en main : études techniques, fourniture et transport de la source neuve dans un conteneur adapté, montage de la source sur des supports sur-mesure, étalonnage de la source par un laboratoire compétent si besoin, tests mécaniques, ainsi que le démontage, transport et élimination de la source usée », précise Franck Chatel, responsable des projets haute activité au LEA.

Une étroite collaboration avec Framatome au cœur des EPR

Parmi les activités du LEA mobilisant des sources de haute activité, une d'entre elles sort du lot : la production des crayons primaires dits « PNS » (Primary Neutron Sources) pour les réacteurs EPR. Ces crayons, intégrés dans les grappes de combustibles des premiers cœurs des réacteurs, contiennent une quantité significative de californium 252 (²⁵²Cf) sous forme de source scellée à double-enveloppe. Ces crayons

PNS assurent l'amorçage de la réaction neutronique dans le cœur des nouveaux réacteurs, et la calibration des détecteurs de flux neutroniques. En étroite collaboration avec Framatome, le LEA gère les opérations de fabrication de ces crayons dans une ligne de production dédiée située aussi sur le site du Tricastin. ●

1. Mission sino-française dont la composante spatiale sera lancée fin 2021, pour une durée d'au moins trois ans.

2. Laboratoire de micro-irradiation, de métrologie et de dosimétrie des neutrons.