

Fontenay-aux-Roses, le 30 mars 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de Sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00083

Objet : Demande d'autorisation de l'ENSTA (91) d'utiliser un accélérateur laser-plasma - Emission de rayonnements X de 25 MeV

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-PRS-2017-040031 - SAISI-PRS-2017-0294 du 06/10/2017

Par lettre citée en référence [1], vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur le dossier de demande d'autorisation déposé par le Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA) de l'Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA), situé à Palaiseau (91). Ce dossier porte sur l'utilisation d'une installation de radiographie industrielle utilisant un accélérateur de particules laser-plasma. Ces appareils ont la particularité d'utiliser un laser intense, dont l'interaction avec un gaz crée un plasma, à l'origine de la production de faisceaux d'électrons entraînant l'émission de rayonnements X lors de leur interaction avec une cible de conversion.

Votre demande porte en particulier sur la conformité de l'installation à la norme NF M 62-105 (ou à des dispositions équivalentes), sur l'aptitude des organes de sécurité à interdire toute présence de personnel dans la casemate lors du fonctionnement de l'appareil et sur la conformité de l'évaluation des risques et des protections radiologiques mises en place.

Le LOA est une unité mixte de recherche du CNRS, sous tutelle de l'ENSTA et de l'école polytechnique. Une partie importante des activités de recherche du laboratoire concerne la mise au point et l'application de sources de rayonnements ionisants de nouvelle génération, issues de l'interaction entre un laser haute intensité et la matière.

L'accélérateur laser-plasma sera exploité dans les locaux de l'ENSTA par la start-up SourceLAB, en charge du développement du prototype et de sa commercialisation.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

L'objectif est de présenter une alternative aux appareils émetteurs de rayonnements ionisants utilisés dans le domaine du contrôle non destructif, en permettant des analyses sur des défauts micrométriques et un ajustement en énergie des rayonnements X émis, de quelques centaines de keV jusqu'à 25 MeV.

Le prototype sera installé dans une casemate déjà existante sur le site de l'ENSTA à Palaiseau. Un projet de modification de cette casemate a été présenté afin de l'adapter à l'utilisation de cet appareil. Les premiers tests de l'appareil sont prévus à une énergie de quelques MeV et seront suivis d'une montée en puissance progressive.

De l'analyse réalisée par l'IRSN, je retiens les éléments suivants.

Concernant le dimensionnement des protections radiologiques et l'évaluation des risques, l'adaptation de la casemate déjà existante, non destinée à l'utilisation de cet appareil, soulève des réserves au regard du dimensionnement envisagé.

En premier lieu, la configuration des tirs n'est pas optimale puisque les rayonnements seront émis en direction de la chicane et de la porte d'accès et que l'objet irradié pourra être positionné dans la chicane.

En second lieu, les résultats obtenus par l'IRSN à l'aide du code de calcul MCNP montrent que le dimensionnement du mur exposé au faisceau direct, de la porte d'accès et du mur situé en fond de chicane ont été sous-évalués par l'exploitant vis-à-vis du risque d'irradiation lié aux rayonnements X. De plus, le risque d'irradiation lié aux neutrons n'a pas été pris en compte par l'exploitant.

Ces éléments pourraient entraîner un dépassement des valeurs de débit d'équivalent de dose prévues par l'exploitant derrière les protections radiologiques et remettre en cause le zonage de l'installation. **En conséquence, j'estime que l'exploitant devra compléter son étude de dimensionnement et inclure le risque lié aux neutrons. Cette étude devra notamment porter sur le dimensionnement du mur exposé au faisceau direct sans objet à irradier, ainsi que sur le dimensionnement de la porte d'accès à la casemate et du mur en fond de chicane lorsque l'objet à irradier est positionné dans la chicane.**

**A l'issue de ces études, l'exploitant devra renforcer le cas échéant les protections radiologiques de l'installation, afin de respecter l'objectif radiologique défini pour les locaux adjacents.**

Par ailleurs, je constate que deux traversées cylindriques, non utilisées, sont présentes dans le plafond de la casemate au niveau de la chicane. J'estime que celles-ci devront être rebouchées, afin de limiter la propagation des neutrons.

En outre, afin de limiter la production de rayonnements ionisants dans la casemate, j'estime que l'exploitant devra veiller à ne pas placer d'objets composés de matériaux de numéro atomique élevé dans le faisceau résiduel d'électrons sortant de la cible.

Je note par ailleurs qu'aucune étude n'a été communiquée par l'exploitant pour ce qui concerne l'activation des matériaux présents dans la casemate et des objets irradiés dans l'installation. Sans autre précision, j'estime que l'exploitant devra effectuer des mesures lors des phases de test afin d'estimer

l'activation des objets irradiés et du capteur plan en raison de leur composition et de leur positionnement dans le faisceau. L'émission de rayonnements dans la casemate liée à l'activation des matériaux ne pouvant être exclue, j'estime que la casemate devrait être classée *a minima* en zone surveillée lorsque l'accélérateur n'est pas en fonctionnement.

J'estime que l'installation devrait être classée au niveau 3 selon la norme NF M 62-105, ce qui implique notamment d'intégrer une balise de mesure au système de sécurité d'accès du local conformément aux préconisations de cette norme. L'exploitant devra préciser les emplacements des différentes sondes de mesure et justifier les seuils associés.

Compte tenu de l'évolution réglementaire attendue avec la transposition de la directive 2013/59/EURATOM en droit français, l'exploitant devra également s'assurer que le zonage et/ou le dimensionnement de son installation restent conformes aux nouvelles prescriptions.

Concernant les organes de sécurité, l'exploitant a prévu de mettre en place un régime dérogatoire afin de pouvoir accéder à la casemate pour des opérations de réglage ou de maintenance alors que le laser est en marche. Ces opérations seront réalisées en diminuant la puissance du laser. Le laser devrait alors fonctionner à une énergie ne permettant pas la création de plasma et donc de rayonnements ionisants. Ce réglage de la puissance laser étant modifiable au niveau du poste de commande, **j'estime que l'exploitant devra limiter la puissance du faisceau laser, mais également couper le flux de gaz lorsque les opérateurs sont présents dans la salle lors des phases de réglage ou de maintenance.**

Pour le directeur général, par délégation

Philippe Dubiau

Chef du Service d'études et d'expertise en Radioprotection