

## AVIS

---

### **relatif au projet d'arrêté accordant dérogation à l'interdiction d'addition de radionucléides, énoncée à l'article R.1333-2 du code de la santé publique, pour l'utilisation de l'analyse neutronique par la société Tunnel Euralpin Lyon Turin**

2 mai 2019

---

Par la saisine du 19 mars 2019, le Service des Risques technologiques, Mission Sûreté nucléaire et radioprotection de la Direction générale de la prévention des risques – Ministère de la Transition écologique et solidaire – a demandé au Haut Conseil de la santé publique (HCSP) son avis sur un projet d'arrêté accordant dérogation à l'interdiction d'addition de radionucléides, énoncée à l'article R.1333-2 du code de la santé publique, pour l'utilisation de l'analyse neutronique par la société Tunnel Euralpin Lyon Turin.

La saisine rappelle en effet que *« l'article R.1333-2 du code de la santé publique interdit toute addition de radionucléides artificiels, y compris lorsqu'ils sont obtenus par activation, et de substances radioactives d'origine naturelle dans les produits de construction »*.

Toutefois, l'article R.1333-4 prévoit qu'*« en application du 1° de l'article L.1333-2, des dérogations aux interdictions d'addition de radionucléides énoncées aux R.1333-2 et R.1333-3 peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent au regard des risques sanitaires qu'elles peuvent présenter, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et du Haut Conseil de la santé publique »*.

En application de cet article, la société Tunnel Euralpin Lyon Turin a déposé par dossier en date du 29 juin 2018, une demande de dérogation pour l'utilisation de l'analyse neutronique sur le site de Villarondin-Bourget / Modane (Savoie).

La saisine précise aussi que *« conformément à l'arrêté du 5 mai 2009 fixant la composition du dossier et les modalités d'information des consommateurs prévues à l'article R. 1333-5, le dossier déposé justifie les avantages procurés par cette technique au regard des risques sanitaires qu'elle peut présenter. »* et que *« l'utilisation d'un analyseur neutronique permettra, dans le cadre de la construction du tunnel Lyon – Turin, de valoriser des matériaux d'excavation en accord avec la hiérarchie des modes de traitement des déchets, mentionnée au II de l'article L.541-1 du code de l'environnement »*.

Le présent avis du HCSP sur le projet d'arrêté précité a été établi en prenant en considération les éléments du dossier déposé par la société Tunnel Euralpin Lyon Turin.

### **Justification technique de l'analyse neutronique**

La société Tunnel Euralpin Lyon Turin (TELT), conformément à l'accord intervenu le 30 janvier 2012 entre les gouvernements des Républiques française et Italienne, est responsable de la réalisation et de l'exploitation de la partie transfrontalière de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon-Turin.

Les travaux de percement du tunnel de base de la section transfrontalière généreront plus de 37 millions de tonnes de matériaux dont près de 80% uniquement pour la partie française.

La Gestion et l'Emploi des Matériaux Excavés (GEME) s'inscrit dans la politique de développement durable mise en place par les états membres de l'UE, dont l'un des objectifs est de limiter les retombées environnementales des travaux en maximisant l'utilisation des MATériaux EXcavés (MATEX).

Sur le Lot de travaux n° 5 de Villarodin Bourget-Modane (VBM), les MATEX pourraient présenter une teneur en sulfates qui ne respecte pas le contexte réglementaire français pouvant permettre une utilisation pour le génie civil en tant que granulats pour béton. TELT doit donc être en mesure de caractériser en ligne la chimie de ces matériaux, en continu et à haut débit (1200 à 1500 tonnes / heure).

Compte tenu de l'importance du débit de sortie des MATEX sur les tapis roulants (Maximum 1300 tonnes heure / minimum 500 tonnes heure), le prélèvement et l'analyse par fluorescence X classique ne permettraient pas d'obtenir la représentativité (échantillonnage difficile et non représentatif) et par suite l'impossibilité de discriminer les MATEX sulfatés, interdisant leur utilisation dans la production de béton pour la réalisation du Tunnel.

Afin d'orienter le tri des matériaux, un procédé industriel d'analyse chimique des matériaux par rayonnement neutronique de type PGNAA (Prompt Gamma Neutron activation Analysis) permettrait de répondre aux attentes de TELT dans ce domaine. En permettant la caractérisation immédiate et en continu des MATEX, étape nécessaire qui conditionne des développements importants dans le domaine des matériaux, cette démarche contribue à la transition écologique de l'économie, notamment par l'utilisation de matériaux locaux de façon circulaire (utilisation des ressources locales, limitation des déchets de chantier, ...).

Ce procédé industriel implique l'utilisation d'une source radioactive continue, le californium 252 (<sup>252</sup>Cf).

L'analyseur neutronique en ligne de type PGNAA prévu dans le cadre du Lot 5 par la société TELT, considéré comme un lot test de la GEME, se fera sur le chantier de Villarodin-Bourget / Modane.

Il est rappelé que la société Lafarge Holcim a obtenu une dérogation pour l'utilisation du même matériel pour ses sites de Saint Pierre La Cour et Port La Nouvelle qui utilisaient

respectivement depuis 1995 et 1999, un analyseur neutronique Gammametrics (société Thermo Fisher Scientific).

### Principe de l'analyse neutronique des matériaux

Le principe de mesure est celui de la spectrométrie des rayons gamma émis instantanément après activation neutronique du matériau. Chaque élément constitutif du matériau à analyser, lorsqu'il est activé par un neutron provenant de la source de  $^{252}\text{Cf}$ , réémet un rayonnement gamma d'énergie caractéristique de cet élément. Un ensemble de détecteurs permet de compter ces rayonnements gamma, de mesurer précisément leur énergie, et sert donc ainsi à calculer le pourcentage de chacun de ces éléments au sein du matériau.

### Description de l'appareil et des protections associées

En pratique, la source neutronique (4 sources scellées  $^{252}\text{Cf}$ ) et le système de détection sont placés de part et d'autre de la bande convoyant la matière en provenance des chantiers souterrains. L'équipement de protection se présente sous la forme d'une enceinte d'acier garnie d'un mélange de paraffine borée et de polyéthylène (produits absorbants de neutrons) enveloppés dans de la fibre de verre. Ces matériaux neutrophages permettent ainsi de contenir les niveaux de radiation. Les sources sont fixées dans une enceinte fermée à clé et seuls les personnels du fournisseur de l'appareil sont habilités à les manipuler.

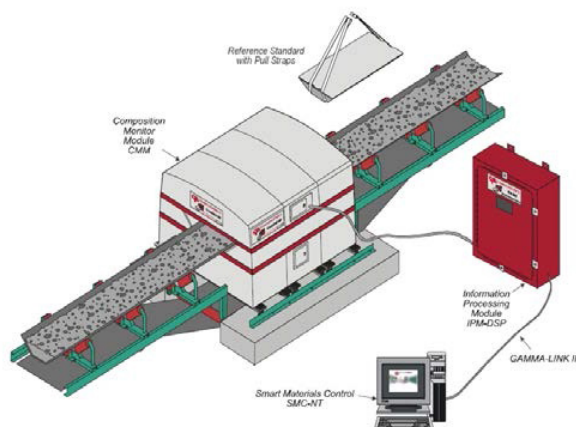


Figure 1-1 The CrossBelt Analyzer

Schéma de l'analyseur neutronique (société Thermo Fisher Scientific)



Analyseur neutronique mis en place à Saint-Pierre La Cour

### Evaluation de la radioactivité induite dans les matériaux par l'analyse neutronique

Après passage dans l'analyseur neutronique, la plupart des éléments constitutifs des MATEX sont dans un état stable, ne présentant aucune radioactivité résiduelle. Certains éléments contiennent toutefois une radioactivité induite, maximale à la sortie de l'analyseur, décroissant ensuite, fonction de la période de l'élément. C'est le cas notamment du manganèse (Mn) et du sodium (Na).

Une simulation a été réalisée par le fabricant de l'appareil (Thermo Fisher Scientific). Basée sur des hypothèses conservatives, elle conclut que seulement 4 heures après le passage dans l'analyseur, l'activité résiduelle totale est de l'ordre de 30 Bq / tonne. En considérant une durée de 48 heures, cette activité résiduelle est inférieure à 1 Bq / tonne, soit un niveau extrêmement faible. A titre de comparaison, la radioactivité naturelle des sols est de l'ordre de 1000 à 3000 Bq / kg respectivement en terrain sédimentaire et en terrain granitique, soit un niveau environ 1 million de fois plus élevé que celui de l'activité induite par l'analyseur.

Une étude de radioprotection a été menée en août 2017 par le Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement (SPRE) du CEA Paris-Saclay en appui à la demande de dérogation déposée par TELT. Cette étude a consisté à vérifier que l'utilisation d'un analyseur avec les matériaux d'excavation ne conduisait pas à la production d'une radioactivité différentiable de l'activité naturelle de ces matériaux. Ainsi, deux types d'échantillons de matériaux ont été soumis au flux neutronique de l'analyseur fonctionnant en condition nominale puis mesurés par spectrométrie gamma, à la fois sur site immédiatement après l'irradiation, et en laboratoire (au CEA Paris-Saclay). Des mesures ont également été réalisées sur des échantillons restés sous l'analyseur pendant 2 heures (soit une irradiation 700 fois plus longue qu'en fonctionnement normal) afin de simuler une situation incidentelle (panne de la bande transporteuse).

En dehors du potassium 40 (<sup>40</sup>K) naturellement présent dans les deux types d'échantillons, les mesures réalisées par le CEA ont mis en évidence des traces de quelques radionucléides artificiels liés à l'activation des matériaux, uniquement pour les échantillons irradiés pendant 2 heures. La période radioactive la plus longue de ces radionucléides est de 15 heures. Aucune activité détectable n'a été mesurée sur les matériaux passés dans l'analyseur neutronique en fonctionnement normal.

La technique de l'analyse neutronique ne génère pas non plus de risque radiologique pour les travailleurs, sous réserve du respect des dispositions de protection prévues par la réglementation compte tenu de la présence des sources de Californium 252 équipant l'analyseur.

**En conclusion, la technique d'activation neutronique conduit à la production d'une très faible radioactivité artificielle. Les radionucléides produits ont une période radioactive très courte (de l'ordre de quelques heures) et ont donc disparu lorsque les matériaux d'excavation sont utilisés pour produire les matériaux de construction du tunnel.**

**Le HCSP estime que le processus d'analyse des matériaux d'excavation par cette technique n'engendre en pratique pas de radioactivité ajoutée dans ces matériaux et présente donc à cet égard des risques sanitaires très limités pour le public.**

**En conséquence, le HCSP est favorable à la dérogation demandée tout en formulant les recommandations suivantes :**

- **dans le dernier Considérant du projet d'arrêté, préciser que les risques sanitaires très limités qui sont évoqués concernent le public : « Considérant, par conséquent, que l'utilisation de la technique d'analyse neutronique objet de la demande de dérogation est justifiée par les avantages environnementaux,**

**techniques et économiques qu'elle procure au regard des risques sanitaires très limités qu'elle présente pour le public » ;**

- **considérer le personnel potentiellement exposé comme du personnel relevant de la catégorie B, conformément à l'article R. 4451-57 du code du travail, qui précise qu'à défaut d'un classement en catégorie A, les travailleurs sont classés en « catégorie B », dès lors qu'ils sont soumis dans le cadre de leur activité professionnelle à une exposition aux rayonnements ionisants susceptible d'entraîner des doses supérieures (art. R. 1333-11, CSP) à :**
  - **1mSv par an (dose efficace, corps entier),**
  - **15 mSv par an (dose équivalente au cristallin),**
  - **50 mSv par an en valeur moyenne pour toute surface de 1 cm<sup>2</sup> de peau, quelle que soit la surface exposée.**
  - **Les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, y compris en situation d'incident, évalués entre 1 mSv et 6 mSv sont classés en catégorie B.**
  - **Ces travailleurs de catégorie B bénéficient là aussi d'un suivi dosimétrique adapté au mode d'exposition ;**
  
- **prévoir une réévaluation régulière (tous les 5 ans) des évolutions technologiques (supervision, protection passive) des nouvelles générations d'analyseurs.**

La Commission spécialisée des risques liés à l'environnement (CSRE) a tenu sa réunion le 2 mai 2019 et a voté l'avis : 12 participants, 0 conflit d'intérêt, vote pour : 12, abstention : 0, contre : 0.

Avis produit par la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement

Le 2 mai 2019

**Haut Conseil de la santé publique**

14 avenue Duquesne

75350 Paris 07 SP

[www.hcsp.fr](http://www.hcsp.fr)