

Note d'information

Synthèse des résultats des mesures de tritium effectuées par l'IRSN du 5 au 30 novembre 2010 dans l'environnement du bâtiment de l'entreprise 2M Process à Saint-Maur-des-Fossés (94)

Cette note d'information est une mise à jour de celle publiée par l'IRSN le 2 décembre 2010. Elle intègre les nouveaux résultats de mesure de tritium dans l'environnement, concernant la semaine du 29 novembre au 3 décembre.

A la suite de manipulations effectuées avec un équipement mis à sa disposition par le CEA contenant par erreur du tritium, le bâtiment de la société 2M Process à Saint-Maur (94) a été contaminé avec, pour conséquence, une émission de tritium dans l'environnement proche de ce bâtiment. A la demande de l'ASN, l'IRSN réalise depuis le 5 novembre 2010 des mesures de tritium sur des échantillons d'eau, d'air et de végétaux prélevés dans l'environnement de l'entreprise, afin de connaître l'ampleur et l'étendue du marquage environnemental par le tritium, et de suivre sa diminution progressive après l'assainissement en cours des locaux.

Les résultats publiés dans les notes d'information antérieures (datées des 10, 15, 25 novembre 2010 et du 2 décembre 2010) ont montré l'existence d'une forte contamination des locaux de l'entreprise et un net marquage des échantillons prélevés dans l'environnement proche du bâtiment de l'entreprise (végétaux, eau, air, terre à quelques mètres du bâtiment), ainsi que la présence significative de tritium dans les feuilles de végétaux et les eaux superficielles dans un rayon d'une cinquantaine de mètres autour du bâtiment de 2M Process, mais diminuant rapidement avec la distance d'éloignement du site.

Le tritium

Le tritium, isotope radioactif de l'hydrogène, a des propriétés physico-chimiques semblables aux autres isotopes stables de cet élément. Il est présent naturellement dans l'environnement en faibles quantités car il est produit en permanence par l'interaction entre les rayonnements cosmiques et l'atmosphère. Il est aussi produit par les réactions de fission dans les réacteurs nucléaires. Il est très mobile et difficile à confiner, par exemple à l'intérieur d'un bâtiment. Il se substitue facilement aux atomes d'hydrogène des molécules d'eau pour former de la vapeur d'eau (ou de l'eau liquide) dite « tritiée ». Dès lors, il suit le cycle de l'eau et il est facilement absorbé par les organismes vivants (plantes, animaux, homme) grâce aux différents processus biologiques (photosynthèse, ingestion, respiration,...). En particulier les feuilles de végétaux, où s'effectuent la respiration foliaire et la photosynthèse, constituent un indicateur biologique pertinent pour quantifier une contamination de l'air ambiant par du tritium.

Le tritium, émetteur de rayonnement bêta de faible énergie, a une radiotoxicité modérée par rapport à d'autres radionucléides comme par exemple l'iode radioactif utilisé en médecine nucléaire. Les évaluations effectuées par l'IRSN pour les riverains immédiats du site de 2M Process, à partir de mesures de tritium dans leurs urines, conduisent à des estimations dosimétriques extrêmement faibles, sans conséquence pour leur santé. A titre de comparaison, ces doses sont au maximum du même ordre de grandeur que celles résultant d'une radiographie pulmonaire, ou d'un voyage court-courrier en avion.

La présente note fournit une synthèse de l'ensemble des résultats obtenus dans l'environnement depuis le 5 novembre, en présentant en particulier les nouveaux résultats obtenus depuis la dernière note d'information publiée le 2 décembre.

1) Tritium dans l'air extérieur et l'eau de pluie au voisinage immédiat du bâtiment de 2M Process

• Mesure du tritium dans l'air de la cour de 2M Process :

Depuis le 8 novembre, l'IRSN réalise des mesures de tritium dans l'air ambiant à l'aide de dispositifs de prélèvement d'air installés dans la cour de 2M Process, à une dizaine de mètres du bâtiment. Les prélèvements ont été réalisés à l'aide de deux types de dispositifs :

- un barboteur, piégeant le tritium de l'air dans des flacons d'eau, permet de réaliser un prélèvement continu de l'air sur une période suffisamment longue (quelques jours) et donne une indication sur l'activité moyenne du tritium dans l'air au cours de la période de prélèvement ;
- en complément depuis le 24 novembre, le dispositif PREVAIR développé par l'IRSN (photo ci-dessous) permet de réaliser des prélèvements d'air par campagnes, sur des périodes plus courtes (moins d'une heure) et répétées à plus grandes fréquences (plusieurs échantillons par campagne). Ce mode de prélèvement permet une connaissance plus précise des variations du tritium dans l'air, dans le cadre de la surveillance des travaux d'assainissement que le CEA conduit dans les locaux de 2M Process, sous le contrôle de l'ASN et du Préfet du Val-de-Marne.



Photo du dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique PRÉVAIR de l'IRSN installé à proximité du bâtiment de la société 2M Process à Saint-Maur-des-Fossés (94)

Le tableau suivant présente les résultats de mesure du tritium dans l'air obtenus par l'IRSN à partir des prélèvements effectués par ces deux types de dispositifs.

Activité volumique du tritium dans l'air de la cour de 2M Process, mesurée entre le 8 novembre et le 3 décembre

Type de prélèvement	Période de prélèvement	Activité du tritium dans l'air
Barboteur	Du 8 au 11 novembre	25 Bq/m ³ (moyenne)
Barboteur	Du 11 au 18 novembre	115 Bq/m ³ (moyenne)
PREVAIR	Les 24 et 25 novembre	Entre 0,4 et 3,3 Bq/m ³ (8 mesures ponctuelles)
PREVAIR	Les 29-30 novembre et le 1 ^{er} décembre	Entre 1,7 et 37,4 Bq/m ³ (6 mesures ponctuelles)
Barboteur	Du 30 novembre au 3 décembre	11 Bq/m ³ (moyenne)

Les nouveaux résultats de mesure obtenus dans la semaine du 29 novembre sont globalement dans la même gamme que ceux observés au cours des semaines précédentes (de quelques Bq/m³ à plusieurs dizaines de Bq/m³). Ils témoignent de la persistance de l'émission de tritium par le bâtiment de 2M Process, à l'intérieur duquel les résultats de mesures communiqués par le CEA, chargé de l'assainissement des locaux, montrent toujours la présence de tritium dans l'air ambiant, bien qu'en baisse régulière (entre 65 000 Bq/m³ et 160 000 Bq/m³ le 14 novembre ; entre 13 100 Bq/m³ et 27 100 Bq/m³ le 3 décembre).

Dans le détail, les résultats de mesure de tritium dans l'air de la cour montrent des variations importantes qui ne doivent pas être interprétées comme étant dues uniquement à une variation des rejets de tritium provenant du bâtiment de 2M Process ; en effet, les changements de conditions météorologiques (orientation du vent, taux d'humidité de l'air et température) peuvent également avoir une influence importante sur les fluctuations de tritium dans l'air à proximité immédiate du bâtiment. Ainsi, les observations météorologiques au cours de la semaine du 29 novembre indiquent des changements fréquents de direction et de vitesse du vent, pouvant expliquer les variations observées au cours de cette période.

• **Mesure du tritium dans l'eau de pluie prélevée dans la cour de 2M Process :**

L'IRSN a également réalisé une nouvelle mesure de tritium dans l'eau de précipitation (neige dans le cas présent) collectée le 29 novembre à l'aide de préleveurs installés dans la cour du bâtiment de 2M Process. Le résultat obtenu, 631 Bq/L, est nettement plus élevé que ceux observés au cours des périodes précédentes, compris entre 48 et 228 Bq/L ([voir cartes de restitution des résultats de mesure de tritium dans les eaux de pluie et de surface](#)¹). A l'instar de ce qui peut être constaté pour le tritium de l'air ambiant, ces variations témoignent principalement de l'influence des changements de conditions climatiques et, possiblement, de celle des propriétés de la neige qui pourraient favoriser les échanges avec le tritium de l'air.

Le tritium dans l'air et l'eau de pluie : quelques valeurs repères dans l'environnement

Depuis de nombreuses années, l'IRSN étudie et surveille l'activité du tritium dans l'air et l'eau de pluie sur le territoire français, dans le cadre de sa mission de veille permanente de la radioactivité de l'environnement. Les niveaux habituellement observés dans l'environnement français sont :

- dans l'air : de 0,01 à 0,05 Bq/m³ à l'écart de toute source d'émission de tritium ; entre 0,5 et quelques Bq/m³ dans l'environnement proche de sites nucléaires autorisés à rejeter du tritium dans l'atmosphère ;
- dans l'eau de pluie : de 1 à 4 Bq/L à l'écart de toute source d'émission de tritium ; quelques Bq/L à quelques dizaines de Bq/L dans l'environnement proche de la plupart des installations nucléaires autorisés à rejeter du tritium dans l'atmosphère (notamment les centrales nucléaires d'EDF) et ponctuellement jusqu'à quelques centaines de Bq/L autour de certains sites.

2) Tritium dans les eaux de surface à l'extérieur du site

En dehors des eaux de pluie évoquées précédemment, des prélèvements d'eau de surface (en contact prolongé avec l'air ambiant) ont été effectués au cours des campagnes

¹ http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/st-maur/IRSN-st-maur-resultats-tritium-eaux-09122010.pps

successives de l'IRSN. Les résultats de mesure de tritium dans les échantillons sont présentés sur les [cartes jointes](#)². Ils appellent les commentaires suivants :

- au plus près du bâtiment de 2M Process, les résultats obtenus dans les eaux stagnantes (eau de bacs à fleurs, puisard) prélevées le 5 novembre étaient compris entre 600 et 1600 Bq/L. Ces valeurs ne correspondent pas uniquement à l'activité initiale de l'eau de pluie à l'origine de ces eaux stagnantes, mais traduisent également les échanges permanents avec le tritium de l'air ambiant au cours des jours précédant le prélèvement. Les résultats des prélèvements d'eau de flaques (eau de pluie récente) effectués le 8 novembre montrent des activités en tritium plus faibles et une diminution très sensible en fonction de l'éloignement du bâtiment de 2M Process ;
- les eaux de fontaines d'ornement, prélevées en deux lieux différents dans la zone des 50 mètres, présentent des activités volumiques en tritium de respectivement 400-500 Bq/L et d'une centaine de Bq/L. Compte tenu de la distance séparant ces fontaines du site de 2M Process, l'activité en tritium de ces eaux de fontaine apparaît plus élevée que celle mesurée dans les eaux stagnantes. Ceci s'explique par la recirculation permanente de l'eau des fontaines, phénomène favorisant les échanges de tritium avec l'air ambiant. Entre le 18 et le 30 novembre, l'activité en tritium dans ces eaux varie faiblement tout en restant globalement stable ;
- les eaux prélevées les 25 et 30 novembre dans le bassin du collège Pissaro, au droit de la rue Parmentier, ont une activité en tritium respectivement de 11 Bq/L et 7 Bq/L, proche de la limite de détection des appareils de mesure utilisés. Cette valeur traduit très certainement une influence du tritium rejeté par le site de 2M Process, mais elle est beaucoup plus faible que celles observées dans les eaux de surface à moins d'une cinquantaine de mètres du site.

L'ensemble de ces observations sur les eaux de surface montre un marquage en tritium résultant des rejets atmosphériques provenant du bâtiment de 2M Process, dont l'importance diminue rapidement en s'éloignant de la source de pollution. Ce constat est conforme au comportement du tritium dans l'air, dont l'activité tend à diminuer sous l'effet de la dispersion atmosphérique. On peut considérer que le bruit de fond naturel du tritium dans l'eau de surface stagnante est pratiquement atteint au-delà de 200 m du point de rejet.

Le tritium dans les eaux de surface en France

Les niveaux habituellement observés dans les eaux de surface en France sont :

- en dehors de toute source d'émission de tritium : de 1 Bq/L à quelques Bq/L ;
- à proximité des sites nucléaires autorisés à rejeter du tritium :
 - o de quelques Bq/L à plusieurs dizaines de Bq/L dans les cours d'eau, en aval des centrales nucléaires,
 - o de quelques dizaines à quelques centaines de Bq/L autour des certaines installations (centres CEA de Marcoule et Valduc, site Areva NC de la Hague).

Pour les eaux destinées à la consommation humaine (eaux potables) :

- le code de la santé publique fixe une référence de qualité de 100 Bq/L pour le tritium ; cette référence de qualité ne représente pas une limite sanitaire mais un seuil qui, lorsqu'il est dépassé, entraîne une investigation complémentaire pour caractériser la radioactivité de l'eau ;
- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande⁽³⁾ une valeur guide de

² http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/st-maur/IRSN-st-maur-resultats-tritium-eaux-09122010.pps

10 000 Bq/L pour le tritium dans l'eau de boisson, à considérer en cas de consommation permanente de l'eau (730 L/an pour un adulte).

3) Contrôle de la qualité de l'eau potable distribuée à Saint-Maur

A la demande du maire de Saint-Maur, l'IRSN a effectué, le 24 novembre, deux prélèvements d'eau potable sur la commune : l'un au niveau du réservoir de l'usine de traitement d'eau de Saint-Maur ; l'autre en sortie de robinet dans la zone des 50 mètres autour de 2M Process. Les analyses visant à rechercher du tritium dans ces deux échantillons ont été effectuées par l'IRSN selon la méthode habituellement utilisée pour les contrôles réglementaires des eaux destinées à la consommation humaine. **Les résultats ne mettent pas en évidence de présence de tritium⁽⁴⁾. Compte tenu de ces résultats et de la distance séparant l'usine de traitement des eaux potables de Saint-Maur du site de 2M Process, il n'y a pas lieu de renouveler de telles mesures.**

4) Tritium dans les végétaux sur le site de 2M Process et dans son environnement

Des prélèvements de végétaux (principalement des feuilles de lierre à l'extrémité des tiges, mais aussi de laurier, de bambou...) ont été effectués par l'IRSN au cours des campagnes successives. Les résultats de mesure du tritium total dans ces échantillons sont fournis sur les [cartes jointes⁵](#), permettant de suivre l'évolution spatiale et temporelle du marquage par le tritium. Les feuilles constituent d'excellents indicateurs biologiques car les échanges avec le tritium présent dans l'air (molécules d'eau tritiée) sont permanents et permettent de suivre la dynamique d'évolution du tritium dans l'air au cours des jours qui précèdent le prélèvement. L'examen des résultats de mesures obtenus depuis le 5 novembre, et en particulier ceux de la dernière campagne de prélèvements du 30 novembre appelle les commentaires suivants :

- les concentrations en tritium les plus élevées sont observées dans les feuilles de végétaux prélevées à **moins d'une dizaine de mètres** du bâtiment (**plusieurs milliers de Bq/kg frais**) et diminuent rapidement en s'éloignant du site, quelle que soit la direction ;
- l'activité du tritium mesurée dans les feuilles reste significative (**environ 200 Bq/kg frais au maximum**) dans **un rayon d'une cinquantaine de mètres** autour du bâtiment de 2M Process, et l'aire géographique de ce marquage reste sensiblement la même au cours du mois de novembre ;
- **au-delà d'une cinquantaine de mètres**, le niveau de tritium dans les végétaux ne dépasse pas **quelques dizaines de Bq/kg frais** ou se situe **en-dessous des limites de détection** des appareils de mesure, confirmant la rapide atténuation en s'éloignant du site de 2M Process, déjà observée pour les eaux de surface. Ainsi, comme attendu, les analyses de feuilles de lierre prélevées les 25 et 30 novembre au collège Pissaro, situé à environ 200 m du site pollué, n'ont pas conduit à détecter la présence de tritium. Bien entendu, il n'est pas possible d'exclure un faible marquage de ces végétaux par du tritium, mais à un niveau trop faible pour être détecté ;
- en tendance générale, les résultats de mesure successifs semblent montrer une faible diminution au cours du temps de l'activité du tritium dans les feuilles, notamment si on compare les résultats du 30 novembre à ceux des 5-10 novembre. Ainsi, le maximum d'activité en tritium, observé dans des orties prélevées à

³ Guidelines for Drinking-water Quality - 2008

⁴ Les limites de détection associées à la technique de mesure utilisée sont respectivement de 6,4 et 6,9 Bq/L pour chacun de ces deux prélèvements d'eau.

⁵ http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/st-maur/IRSN-st-maur-resultats-tritium-vegetaux-09122010.pps

environ 2 mètres du bâtiment, est passé de 11 000 Bq/kg frais le 8 novembre à 4180 Bq/kg frais le 30 novembre. De même, les activités en tritium dans les végétaux prélevés jusqu'à une cinquantaine de mètres tendent à être plus faibles : dépassant à peine 200 Bq/kg le 30 novembre, contrairement à ce qui était observé pour les deux premières campagnes. Cette tendance générale, qui doit être interprétée avec prudence, pourrait s'expliquer par une réduction des rejets émis par le bâtiment de 2M Process (voir ci-dessus). Néanmoins, il n'est pas possible de conclure à ce stade et il convient de poursuivre les campagnes de prélèvements afin de confirmer une tendance plus nette à la baisse ;

- en certains points, des variations de l'activité du tritium dans les feuilles prélevées au même endroit (de l'ordre d'un facteur deux, à la hausse ou à la baisse) peuvent être observées d'une semaine sur l'autre. Ces variations ponctuelles sont normales et traduisent l'influence des changements de conditions météorologiques ainsi que la forte mobilité du tritium dans les feuilles. Elles ne doivent pas être interprétées comme une aggravation ou une réduction de l'impact des rejets de tritium provenant du bâtiment de 2M Process.

Ainsi, les nouveaux résultats de mesure obtenus pour les échantillons de feuilles prélevés le 30 novembre confirment les constats des précédentes campagnes. En dehors de la cour attenante au bâtiment de 2M Process, le tritium dans les végétaux varie de quelques dizaines à environ 200 Bq/kg frais (voir dans l'encart ci-dessous la comparaison avec les valeurs habituellement observées dans les végétaux en France). Dans l'absolu, ce sont des valeurs négligeables en termes de risque radiologique pour les écosystèmes et pour la santé humaine. A titre indicatif, le Codex Alimentarius⁽⁶⁾ fixe une limite indicative de 10 000 Bq/kg pour le tritium lié à la matière organique dans les denrées alimentaires, au-delà de laquelle les produits ne devraient pas être acceptés dans le commerce international après un rejet radioactif accidentel.

Le tritium dans les végétaux en France

Les niveaux habituellement observés en France dans les feuilles de végétaux terrestres sont :

- en dehors de toute source d'émission de tritium : de 1 à quelques Bq/kg frais ;
- dans l'environnement proche des sites nucléaires autorisés à rejeter du tritium dans l'atmosphère : généralement de l'ordre de quelques Bq/kg frais, à plusieurs centaines de Bq/kg frais ponctuellement autour des centres CEA de Valduc et Marcoule.

5) Conclusion

Les nouveaux résultats de mesure obtenus dans le cadre de la surveillance environnementale effectuée par l'IRSN autour du site 2M Process confirment les principales observations antérieures :

- le tritium dans les végétaux (feuilles) et les eaux de surface prélevés dans l'environnement est principalement mesurable à proximité immédiate du site (à une cinquantaine de mètres). Sa concentration diminue rapidement en s'éloignant

⁶ La commission du Codex alimentarius a été créée en 1963 par la FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture) et l'OMS (Organisation mondiale de la santé) afin d'élaborer des normes alimentaires, des lignes directrices et d'autres textes, dans le but principale d'assurer la protection de la santé des consommateurs

du site, au point de devenir difficilement détectable par les méthodes d'analyse utilisées, au-delà d'une cinquantaine de mètres. En particulier, les mesures de tritium dans les végétaux prélevés au collège Pissaro (200 m du site) ne révèlent pas de présence de tritium et l'eau prélevé dans le bassin de ce collège ne contient que de faibles traces de tritium, proches de la limite de détection de l'appareil de mesure ;

- la comparaison des résultats de mesure du tritium des échantillons de végétaux prélevés le 30 novembre avec ceux du 5-10 novembre semble indiquer une tendance à la baisse du tritium qu'il convient d'interpréter avec précaution : cette tendance pourrait résulter de la baisse des rejets de tritium provenant du bâtiment de 2M Process, à l'intérieur duquel l'activité du tritium de l'air ambiant a nettement diminué au cours des quinze derniers jours, d'après les résultats de mesure communiqués par le CEA. Néanmoins, il n'est pas encore possible d'être affirmatif sur ce point et il convient de poursuivre les campagnes de prélèvements afin de confirmer une tendance plus nette à la baisse ;
- l'eau potable distribuée par la commune de Saint-Maur n'a aucune raison d'être affectée par cet incident. De fait, les vérifications effectuées par l'IRSN à l'aide de mesures ne révèlent aucune trace de tritium ; les résultats sont conformes à ceux habituellement obtenus à Saint-Maur dans le cadre des contrôles réglementaires périodiques des eaux destinés à la consommation humaine.

L'IRSN rappelle que l'ensemble des résultats obtenus dans l'environnement, s'ils démontrent incontestablement la persistance d'un marquage environnemental provoqué par les rejets de tritium du bâtiment de 2M Process, ne sont pas de nature à remettre en cause l'évaluation des doses reçues par les riverains les plus proches du bâtiment. L'IRSN poursuivra cette surveillance environnementale tant que les opérations d'assainissement des locaux contaminés, actuellement engagés par le CEA, ne sont pas achevées ; elle pourra éventuellement se prolonger au-delà, afin de vérifier l'évolution favorable de l'activité du tritium au cours du temps.