

## Note d'information

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

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 et 25 novembre 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.

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 25 novembre.

#### Le tritium

Le tritium, isotope radioactif de l'hydrogène, a des propriétés physico-chimiques voisines. 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.

## 1) Tritium dans l'air extérieur et l'eau de pluie au voisinage immédiat du bâtiment 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 premiers prélèvements (du 8 au 11 novembre puis du 8 au 15 novembre) ont été réalisés à l'aide d'un barboteur, dont le résultat d'analyse donne une indication sur l'activité moyenne du tritium dans l'air au cours de la période de prélèvement. Depuis le 24 novembre, l'IRSN réalise également des prélèvements d'air sur des périodes plus courtes (moins d'une heure) et répétés à plus grandes fréquences (8 échantillons entre le 24 et le 25 novembre), à l'aide de son dispositif PREVAIR (photo ci-dessous). Ce nouveau 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 PREVAIR de l'IRSN installé à proximité du bâtiment de la société 2M Process à Saint-Maur-des-Fossés (94)*

Ainsi, les résultats successifs obtenus entre le 8 novembre et le 25 novembre montrent de nettes fluctuations du tritium dans l'air de la cour de 2M Process : 25 Bq/m<sup>3</sup> entre le 8 et le 11 novembre, 115 Bq/m<sup>3</sup> entre le 11 et le 18 novembre, et de 0,4 à 3,3 Bq/m<sup>3</sup> pendant l'après-midi du 24 et la journée du 25 novembre. Ces variations 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 du tritium dans l'air à proximité immédiate du bâtiment.

En complément, l'IRSN a poursuivi les mesures de tritium dans l'eau de pluie collectée à l'aide de préleveurs installés dans la cour du bâtiment de 2M Process (voir cartes de localisation en annexe 1). Un des prélèvements du 25 novembre, correspondant au cumul des pluies tombées entre le 18 et le 25 novembre, présente une activité de tritium de 225 Bq/L ; les deux autres, prélevés le 25 novembre lors d'un épisode pluvieux, ont une activité respective de 60 et 119 Bq/L. Ces deux derniers résultats démontrent la rapidité du transfert du tritium de l'air vers l'eau des gouttes de pluie, alors même que celles-ci étaient pratiquement dépourvues de tritium en altitude. Ils montrent également la variabilité de ce transfert à courte distance au voisinage du bâtiment (un facteur 2 en quelques mètres), à l'instar de ce qui peut être observé pour le tritium de l'air ambiant.

### **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/m<sup>3</sup> à l'écart de toute source d'émission de tritium ; entre 0,5 et quelques Bq/m<sup>3</sup> 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 successives de l'IRSN. Les résultats de mesure de tritium dans les échantillons sont présentés sur les cartes de l'annexe 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 ;
- à deux reprises (18 et 25 novembre), des eaux de fontaines d'ornement ont été prélevées en deux lieux différents, dans la zone des 50 mètres. Les valeurs de tritium (quelques centaines de Bq/L) sont plus élevées que celles obtenues sur les eaux stagnantes prélevées au cours de la même période. Ceci s'explique par la recirculation permanente de l'eau dans les fontaines, phénomène favorisant les échanges de tritium avec l'air ambiant. Entre le 18 et le 25 novembre, on observe néanmoins une tendance à la baisse pour l'activité en tritium dans ces eaux de fontaines ;
- les eaux prélevées le 25 novembre dans le bassin du collège Pissaro, au droit de la rue Parmentier, ont une activité en tritium de 11 Bq/L, dépassant à peine 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.

### **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)<sup>1</sup> recommande une valeur guide de 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<sup>2</sup>.

### **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 de 3 campagnes successives : entre le 5 et le 10 novembre, le 18 novembre et le 25 novembre. Les résultats de mesure du tritium total dans ces échantillons sont fournis sur des cartes en annexe 3, 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 25 novembre appelle les commentaires suivants :

- la présence de tritium dans les feuilles est significative (au-dessus de 100 Bq/kg frais) dans un rayon d'une cinquantaine de mètres autour du bâtiment de 2M

---

<sup>1</sup> Guidelines for Drinking-water Quality - 2008

<sup>2</sup> 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.

Process, et l'aire géographique de ce marquage reste sensiblement la même au cours des trois dernières semaines ;

- les valeurs les plus élevées sont observées dans les végétaux prélevés 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 ;

- 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 ;

- en tendance générale, les résultats de mesure successifs semblent montrer une faible diminution de l'activité de tritium dans les feuilles. En particulier, le maximum d'activité en tritium, observé dans des orties prélevées à environ 2 mètres du bâtiment, est passé de 11 000 Bq/kg frais le 8 novembre à 6330 Bq/kg frais le 25 novembre. Les valeurs observées dans les végétaux prélevés au-delà d'une dizaine de mètres sont également globalement plus faibles. Cette tendance générale, qui doit être interprétée avec prudence, pourrait s'expliquer par une réduction des rejets émis par le bâtiment de 2M Process (l'activité du tritium dans l'air intérieur du bâtiment, qui était de 200 000 Bq/m<sup>3</sup> le 5 novembre, a été divisée par 4 suite aux premières actions d'assainissement engagées par le CEA) ; elle pourrait aussi s'expliquer par l'évolution des conditions météorologiques, avec une tendance au refroidissement au cours de la période récente qui peut entraîner une diminution de l'humidité absolue de l'air (voir ci-dessus) et ralentir les échanges de tritium avec les feuilles. Il n'est donc pas possible de conclure à ce stade et il convient de renouveler les campagnes de prélèvements pour déceler une évolution plus nette dans le temps ;

- 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 à plus faible distance. Ainsi, comme attendu, les analyses de feuilles de lierre prélevées le 25 novembre au collège Pissaro, situé à environ 200 m du site pollué, n'ont pas conduit à déceler 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.

Ainsi, les nouveaux résultats de mesure obtenus pour les échantillons de feuilles prélevés le 25 novembre confortent les observations faites au cours des campagnes précédentes. En dehors de la cour attenante au bâtiment de 2M Process, le tritium dans les végétaux varie de quelques dizaines à quelques centaines de Bq/kg frais, valeurs comparables à ce qui est habituellement observé en temps normal dans l'environnement des sites nucléaires autorisés à rejeter du tritium dans l'atmosphère. 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 (2006) 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 dizaine de mètres). Sa concentration diminue rapidement en s'éloignant du site, au point de devenir non 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 la mesure d'un échantillon d'eau prélevé dans le bassin de ce collège montre une faible trace de tritium, proche de la limite de détection de l'appareil de mesure ;
- des variations à la hausse ou à la baisse du tritium dans l'air et dans l'eau de pluie prélevés à proximité immédiate du site, ainsi que dans les végétaux en certains points, sont observées d'une campagne à l'autre. Elles ne sont pas nécessairement dues à des variations de rejets de tritium émis par le bâtiment de 2M Process. En tout état de cause, l'IRSN n'observe pas de tendance nette à la baisse du tritium dans l'environnement au cours du mois de novembre, même si les valeurs maximales mesurées dans les végétaux et les eaux de surfaces semblent diminuer au cours du temps ;
- 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 des 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.

## Annexe 1 – Tritium mesuré dans l’eau de pluie et les eaux superficielles prélevées par l’IRSN depuis le 5 novembre





## Annexe 2 – Tritium dans les végétaux (feuilles) prélevés par l'IRSN depuis le 5 novembre



