

## Note d'information

### Synthèse des résultats des mesures de tritium effectuées par l'IRSN et le CEA du 5 novembre 2010 au 4 août 2011 dans l'environnement du bâtiment de l'entreprise 2M Process à Saint-Maur-des-Fossés

*Cette note d'information est une mise à jour de la précédente note de synthèse publiée par l'IRSN le 18 mai 2011. Elle intègre les nouveaux résultats de mesure de tritium dans l'environnement acquis par l'IRSN et le CEA, concernant les prélèvements réalisés entre le 19 mai et le 4 août 2011.*

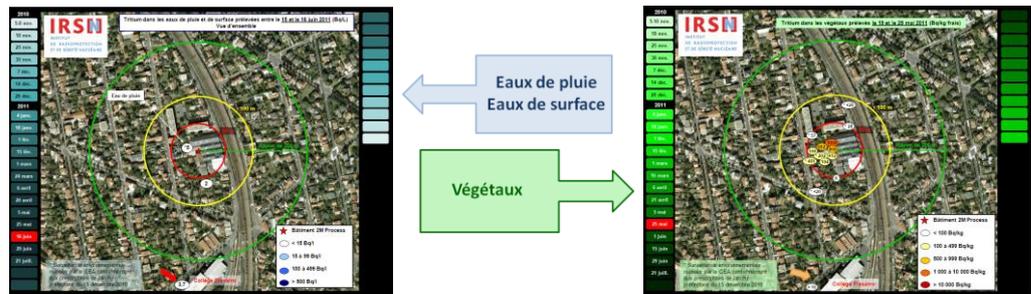
----

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 son évolution au cours du temps.

Cette surveillance environnementale menée par l'IRSN s'exerce parallèlement aux opérations d'assainissement du bâtiment de 2M Process réalisées par le CEA depuis le 9 novembre 2010, en plusieurs étapes, sous le contrôle de l'ASN et du préfet du Val-de-Marne (retrait des éléments les plus contaminés, sources principales d'émission de tritium (9-10 novembre), évacuation des matériels de l'atelier (30 novembre au 3 décembre), retrait du mobilier et des moquettes (8-10 décembre 2010), nettoyage des surfaces (décembre 2010 et début janvier 2011)). Depuis le 16 mars 2011, la surveillance réalisée jusqu'à présent par l'Institut a été allégée pour tenir compte de celle mise en œuvre par le CEA en réponse à l'arrêté préfectoral n°2010/7819 du 15 décembre 2010. L'IRSN reçoit périodiquement les résultats obtenus par le CEA et est chargé d'en faire l'interprétation, notamment en les comparant avec ses propres résultats de mesure, obtenus depuis la découverte de l'incident.

Les résultats des mesures effectuées par l'IRSN et le CEA depuis la mise en place des programmes de surveillance sont commentés ci-dessous. Une note complémentaire disponible sur le site internet de l'IRSN fournit des informations générales sur les niveaux d'activité en tritium habituellement observés en France et sur les techniques de prélèvement et de mesure utilisées par l'IRSN dans le cadre de la surveillance de l'environnement du site de 2M Process à Saint-Maur-des-Fossés. Par ailleurs, tous les résultats de mesure du tritium, d'une part dans les eaux de surface et eaux de pluie, d'autre part dans les végétaux, sont restitués sur des supports cartographiques consultables sur le site internet de l'IRSN ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)).



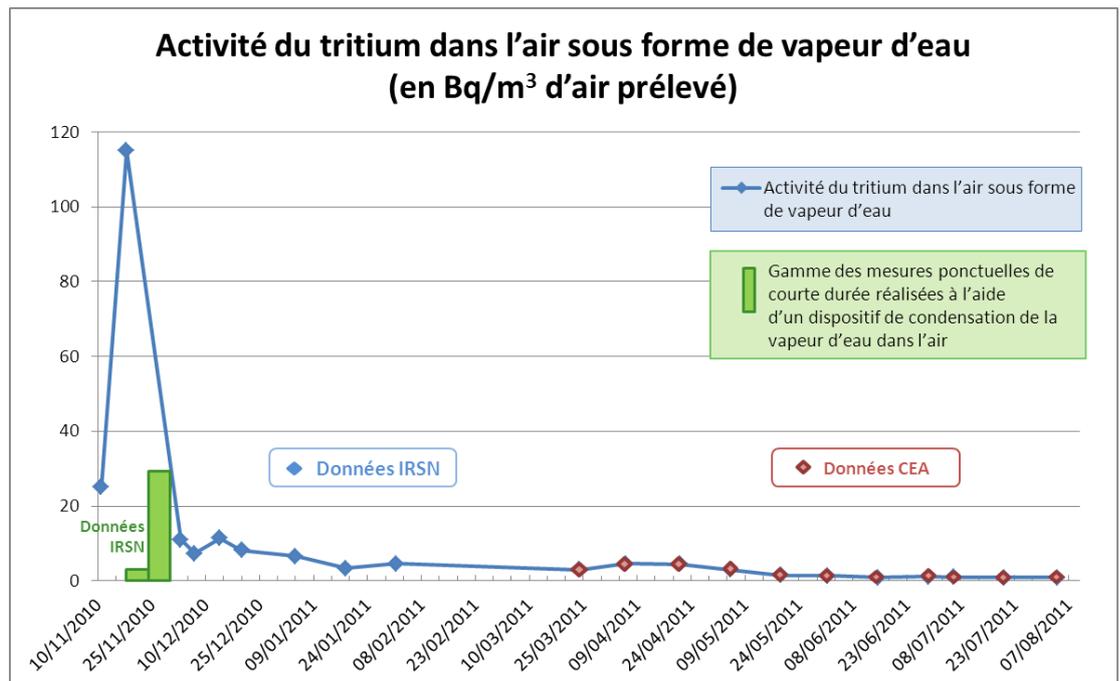


## 1) Tritium dans l'air extérieur et l'eau de pluie au voisinage immédiat du bâtiment de 2M Process

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

Du 8 novembre 2010 au 1<sup>er</sup> février, l'IRSN a réalisé des mesures de tritium dans l'air ambiant de la cour de 2M Process, à une dizaine de mètres du bâtiment. Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un barboteur (prélèvement continu sur une durée de plusieurs jours, donnant une indication sur l'activité moyenne du tritium dans l'air au cours de la période de prélèvement) ou d'un dispositif de condensation de la vapeur d'eau dans l'air (prélèvements ponctuels de courte durée). Depuis le 16 mars 2011, le CEA réalise des prélèvements à l'aide de barboteurs installés à plusieurs endroits.

La **figure 1** présente les résultats obtenus par l'IRSN et le CEA à partir des prélèvements effectués par ces deux types de dispositifs.



**Figure 1 - Activité volumique du tritium sous forme de vapeur d'eau dans l'air prélevé dans la cour de la société 2M Process par l'IRSN et le CEA, entre le 8 novembre 2010 et le 4 août 2011.**

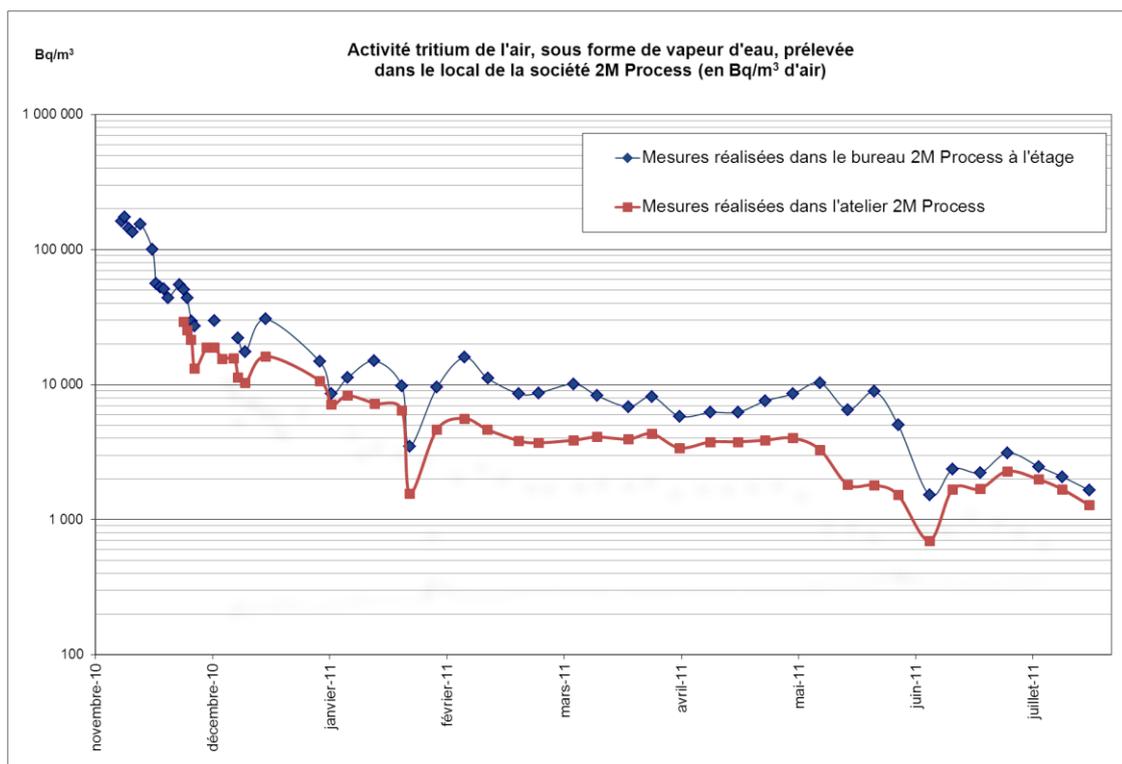
*NB : les mesures de barboteurs du CEA, comme celles ponctuelles par condensation de l'air, ne prennent en compte que le tritium sous forme de vapeur d'eau et non les autres formes gazeuses du tritium. Toutefois, les mesures par barboteurs réalisées par L'IRSN incluent les autres formes gazeuses du tritium (hydrogène HT ou méthane tritié CTH<sub>3</sub>, notamment). Les concentrations mesurées entre le mois de novembre 2010 (4,1 Bq/m<sup>3</sup>) et le mois de février (0,25 Bq/m<sup>3</sup>) sont restées faibles voire inférieures à la limite de détection (<0,4 Bq/m<sup>3</sup> le 20 décembre), confirmant ainsi que la forme majoritaire de tritium dans l'air est à l'état de vapeur d'eau tritiée (HTO).*

Les derniers résultats de mesures réalisées par le CEA (de l'ordre de 1 Bq/m<sup>3</sup>) dans la cour de 2M Process pour les dernières campagnes de prélèvements de juin à début août sont

inférieurs à ceux observés au premier trimestre 2011. Aucune activité en tritium dans l'air supérieure aux limites de détection ( $0,07 \text{ Bq/m}^3$ ) n'a été mesurée par le CEA avec les barboteurs installés au nord-est de 2M Process (rue de Vallon) et au collège Pissarro, depuis leur mise en place au mois d'avril 2011.

**Ces résultats confirment la diminution progressive des niveaux de tritium dans l'air mesurés dans la cour, observée depuis le mois de décembre. Ils témoignent néanmoins de la persistance d'une émission de tritium par le bâtiment de 2M Process.**

Cette évolution observée dans la cour peut être corrélée à celle observée à l'intérieur des locaux de 2M Process, où le CEA, en charge de l'assainissement, maintient une surveillance de l'air intérieur, sous le contrôle de l'ASN. Les résultats de mesures communiqués par le CEA montrent toujours la présence de tritium dans l'air ambiant (figure 2), de l'ordre de 1500 à 3000  $\text{Bq/m}^3$  pour la période juin-juillet. Les niveaux d'activités ont baissé d'un facteur 100 entre mi-novembre 2010 et mi-juillet 2011, en lien avec les différentes opérations de décontamination réalisées par le CEA.



**Figure 2 - Activité volumique du tritium sous forme de vapeur d'eau dans l'air prélevé dans le local de la société 2M Process par le CEA, entre le 8 novembre 2010 et le 20 juillet 2011.**

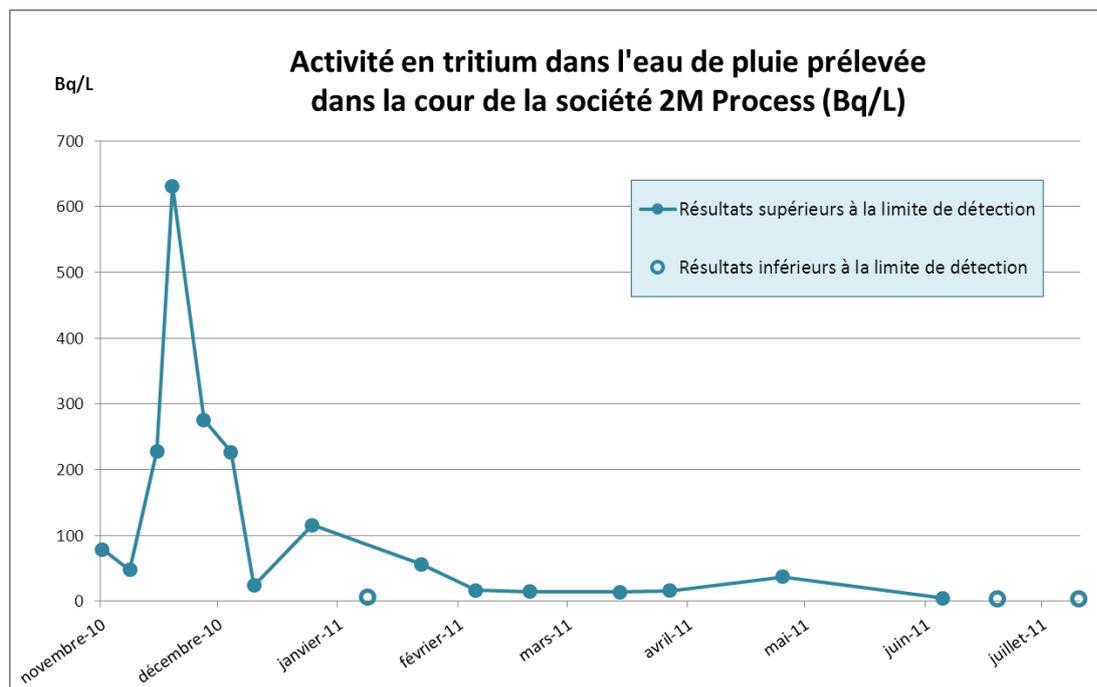
Les différents résultats de mesure obtenus à l'intérieur du bâtiment et dans la cour de 2M Process sont cohérents et assez bien corrélés (de l'ordre d'un facteur mille d'écart pour l'activité en tritium dans l'air entre l'intérieur et la cour).

**En raison de la persistance d'une activité de tritium encore significative dans l'air intérieur du bâtiment, diminuant lentement depuis décembre, la poursuite de la surveillance de l'air à proximité de celui-ci est toujours justifiée.**

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

Depuis novembre 2010, l'IRSN, puis le CEA, récoltent des échantillons d'eau de pluie à l'aide d'un collecteur installé dans la cour du bâtiment de 2M Process, pour en mesurer le tritium. Compte tenu de la méthode de prélèvement utilisée (cumul de pluie sur plusieurs jours), le tritium présent dans ces échantillons résulte aussi bien d'échanges entre les gouttes de pluie et l'air traversé au moment des précipitations, que d'échanges ultérieurs entre l'eau accumulée par le collecteur et l'air ambiant dans la cour de 2M Process.

La **figure 3** présente les résultats obtenus par l'IRSN (jusqu'au 1<sup>er</sup> mars) puis par le CEA à partir des prélèvements effectués.



**Figure 3 - Activité volumique du tritium de l'eau de pluie prélevée dans la cour de la société 2M Process entre le 8 novembre 2010 et le 20 juillet 2011.**

Les derniers résultats obtenus sont inférieurs à ceux obtenus antérieurement par l'IRSN pour les prélèvements précédents qui indiquaient des valeurs de l'ordre de quelques dizaines de Bq/L (entre 14 et 116 Bq/L depuis le mois de janvier 2011).

**Les mesures de tritium dans les eaux de pluie prélevées au mois de juin et de juillet sont proches ou inférieures à la limite de détection (5 Bq/L). L'activité en tritium des eaux de pluie continue donc de décroître jusqu'à atteindre des niveaux difficilement détectables par les techniques d'analyse utilisées.**

Ces résultats sont cohérents avec la diminution de l'activité en tritium de l'air (sous forme de vapeur d'eau) observée depuis plusieurs mois. Toutefois, compte tenu des variations observées sur l'ensemble de la série de résultats pour l'eau de pluie et de la complexité des phénomènes d'échange avec l'atmosphère, il n'est pas possible de tirer d'autres conclusions à partir des derniers résultats obtenus.

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

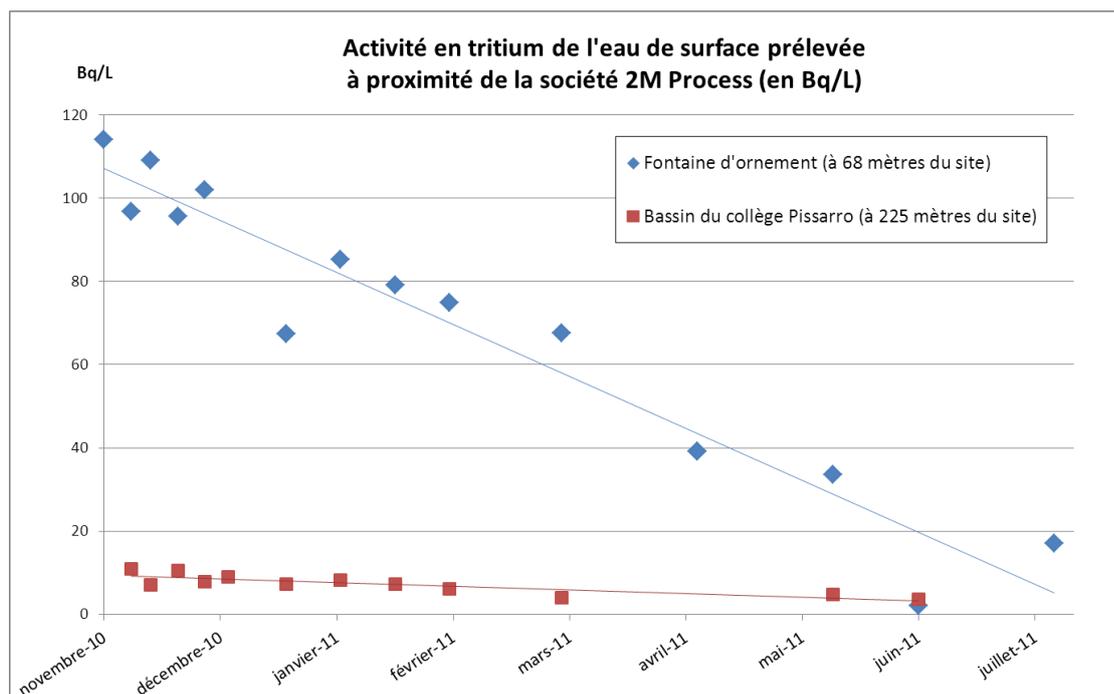
Depuis le 5 novembre, l'IRSN a régulièrement prélevé des échantillons d'eau de surface en divers points de la zone surveillée, pour en mesurer l'activité en tritium.

Il s'agit soit d'eau stagnante (eau de bacs à fleurs, puisard, puits...) en contact avec l'air ambiant, soit d'eau de fontaines d'ornement dont l'eau circule en permanence en circuit fermé, favorisant ainsi l'échange avec l'air.

Le tritium présent dans ces eaux provient, pour partie, du tritium contenu dans l'eau de pluie, et pour le reste des échanges permanent avec la vapeur d'eau tritiée de l'air au contact de ces eaux de surface.

Les résultats obtenus après les campagnes de prélèvement effectuées en novembre et en décembre 2010 sont commentés dans les éditions précédentes de la synthèse des résultats de mesure (voir également la restitution cartographique de l'ensemble des résultats sur le site internet de l'IRSN). La surveillance maintenue au cours des mois de mai, juin et juillet 2011 concernait l'eau d'une fontaine d'ornement, située un peu au-delà de 50 mètres du bâtiment de 2M Process, et l'eau de bassin du collège Pissarro, situé à plus de 200 m, au droit de la rue Parmentier. Les résultats obtenus au cours de cette dernière période appellent les commentaires suivants (les tendances générales sont présentées dans le graphique de la figure 4) :

- au fil du temps, les variations d'activité en tritium dans les eaux de surface sont faibles. L'activité en tritium de l'eau de la fontaine d'ornement régulièrement surveillée depuis le 18 novembre continue cependant de baisser progressivement. Pour l'eau de ce bassin, il est constaté une diminution modérée mais constante sur les 7 derniers mois : un peu plus de 100 Bq/L en novembre 2010 ; entre 70 et 80 Bq/L en janvier et février 2011 ; entre 40 et 70 Bq/L en mars et avril 2011, et moins de 20 Bq/L depuis le mois de juin 2011 (figure 4) ;
- les eaux du bassin du collège Pissarro ont une activité en tritium faible, comprise en 4 et 6 Bq/L, très proche de la limite de détection des appareils de mesure utilisés (figure 4).



**Figure 4 - Évolution de l'activité en tritium mesurée entre le 18 novembre 2010 et le 21 juillet 2011 dans les eaux de surface régulièrement prélevées dans l'environnement du site de 2M Process.**

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 s'explique par le 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.

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

A la demande du maire de Saint-Maur-des-Fossés, 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-des-Fossés ; 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 potables. **Les résultats ne mettent pas en évidence de présence de tritium <sup>(1)</sup>.**

Par ailleurs, dans le cadre des contrôles périodiques de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, prescrits par le code de la santé publique, une mesure de tritium a été réalisée le 25 août 2010 sur un échantillon d'eau potable de Saint-Maur-des-Fossés. A cette date, la contamination du tamis moléculaire présent dans les locaux de 2M Process n'avait pas encore été découverte. **Le résultat de cette mesure, publié sur le site internet du ministère de la santé <sup>(2)</sup>, n'indique aucune présence de tritium (limite de détection de 6 Bq/L).**

**Compte tenu de ces résultats et de la distance séparant l'usine de traitement des eaux potables de Saint-Maur-des-Fossés du site de 2M Process, l'IRSN a considéré qu'il n'y avait pas lieu de poursuivre une surveillance spécifique de l'eau potable distribuée sur la commune après cette première campagne.**

Les contrôles de routine de la qualité de l'eau potable distribuée à Saint-Maur, effectués au 1<sup>er</sup> semestre en application du code de la santé publique, ont, comme attendu, confirmé l'absence de tritium (inférieure à la limite de détection) pour les prélèvements trimestriels effectués le 26 janvier, le 26 avril et le 5 juillet.

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

Les feuilles constituent d'excellents indicateurs biologiques car les échanges avec le tritium présent dans l'air (molécules d'eau tritiée) sont rapides et permanents et permettent de suivre la dynamique d'évolution du tritium dans l'air au cours des jours qui précèdent le prélèvement.

Ainsi, depuis le 5 novembre 2010, l'IRSN a effectué régulièrement des prélèvements de végétaux (principalement des feuilles de lierre à l'extrémité des tiges, mais aussi de laurier, de bambou...) en divers points de la zone surveillée, pour en mesurer le tritium total. Depuis le 16 mars, l'IRSN partage cette surveillance avec le CEA.

Tous les résultats obtenus, incluant ceux des dernières campagnes de mai, juin et juillet, sont représentés sur une carte disponible sur le site internet de l'IRSN, permettant de suivre l'évolution spatiale et temporelle du marquage par le tritium.

L'examen global des résultats de mesures obtenus depuis le 5 novembre 2010 appelle les commentaires suivants (les tendances générales sont présentées dans le graphique de la **figure 5**) :

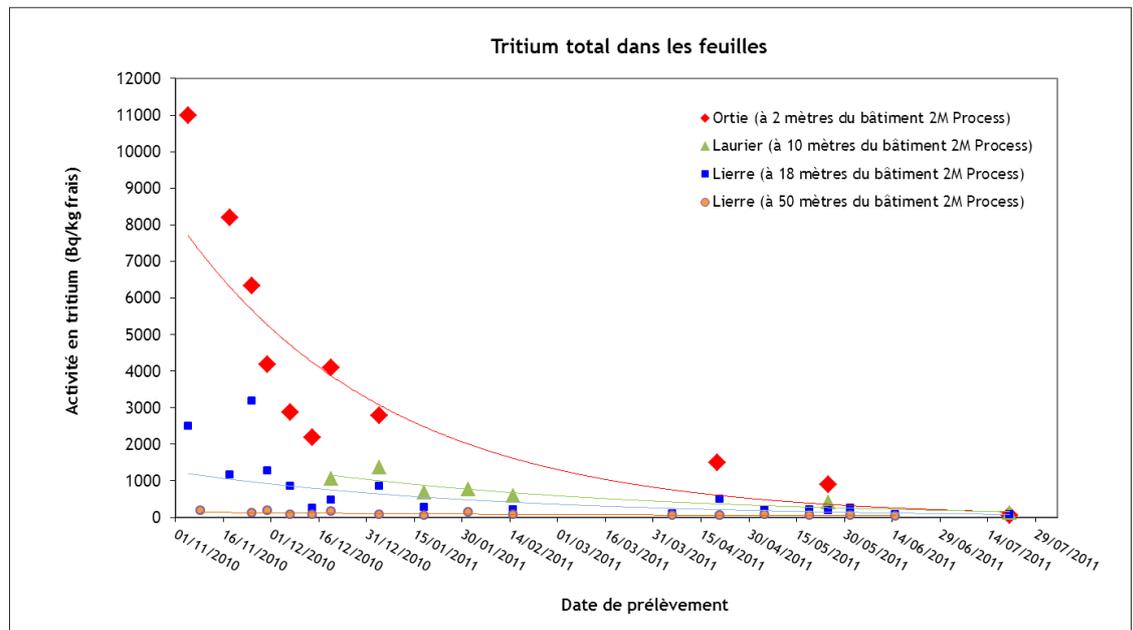
- **les concentrations en tritium les plus élevées sont observées dans les feuilles de végétaux prélevées à moins d'une dizaine de mètres du bâtiment, principalement dans la cour de 2M Process.** Au fil du temps, une diminution lente mais constante, de l'activité en tritium dans les feuilles est observable depuis le début du mois de décembre 2010. Les activités les plus élevées sont observées dans des feuilles d'ortie prélevée à 2 m du bâtiment : elles étaient de plusieurs milliers de Bq/kg frais en novembre et décembre 2010 ; après la période hivernale, les valeurs mesurées dans les nouvelles feuilles avaient une activité en tritium proche

---

<sup>1</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.

<sup>2</sup> <http://www.sante-sports.gouv.fr/resultats-du-controle-sanitaire-de-la-qualite-de-l-eau-potable.html>

de 100 Bq/kg frais au printemps, et inférieure à 100 Bq/kg frais en juillet, confirmant ainsi la tendance à la diminution ;



*Figure 5 : Évolution au cours du temps de l'activité en tritium mesurée entre le 5 novembre 2010 et le 21 juillet 2011 dans des feuilles d'ortie, de laurier et de lierre prélevées à proximité du bâtiment 2M Process.*

- au-delà de la cour, dans un rayon d'une cinquantaine de mètres autour du bâtiment de 2M Process, l'activité en tritium dans les feuilles reste significative (souvent proche de 50 Bq/kg frais) mais diminue en s'éloignant du site contaminé, quelle que soit la direction. Une tendance à la baisse est globalement observée au fil du temps : les valeurs mesurées en novembre et décembre 2010 étaient de plusieurs centaines de Bq/kg frais ; elles sont de l'ordre de 50 Bq/kg pour celles mesurées en juin et juillet 2011 ;
- au-delà d'une cinquantaine de mètres, le niveau de tritium dans les végétaux se situe désormais 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.

Au collège Pissarro notamment, situé à environ 200 m de la source de pollution, les résultats de mesures sur des prélèvements de feuilles de lierre 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 ;

- des variations de l'activité du tritium dans les feuilles prélevées au même endroit peuvent être observées d'une campagne sur l'autre. Ces variations ponctuelles sont normales et traduisent l'influence de changements de conditions météorologiques ainsi que la variabilité des échantillons prélevés. 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.

Avec plus de 300 résultats de mesure acquis au cours de 20 campagnes de prélèvement, l'IRSN dispose d'une connaissance précise de l'évolution spatiale et temporelle du tritium total dans les végétaux au cours des derniers mois. Ainsi, on observe une tendance générale à la baisse, notamment dans la cour attenante au bâtiment de 2M Process, tendance confirmée par les résultats du plan de surveillance complémentaire réalisé depuis le 16 mars par le CEA.

Les valeurs dépassant 100 Bq/kg frais ne sont actuellement observées que dans la zone des 50 m, au plus près du site. Ces résultats indiquent clairement une influence des rejets de tritium émis par le bâtiment 2M Process, qui s'atténue rapidement en s'éloignant de ce site. Dans l'absolu, ce sont des valeurs négligeables en termes de risque radiologique pour les écosystèmes et pour la santé humaine.

## 5) Conclusion

Les derniers résultats de mesure obtenus dans le cadre de la surveillance environnementale effectuée par l'IRSN et le CEA 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 moins d'une cinquantaine de mètres). Sa concentration diminue rapidement en s'éloignant 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 Pissarro (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 des appareils de mesure ;
- la baisse des activités en tritium se confirme dans l'air de la cour de 2M Process et dans les végétaux. Cette tendance peut être corrélée à celle observée à l'aide des mesures réalisées par le CEA à l'intérieur du bâtiment 2M Process, en cours de décontamination.

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. Compte tenu de la persistance d'un marquage observable dans l'environnement et du plan de surveillance de l'environnement mis en œuvre par le CEA, l'IRSN poursuit une surveillance allégée à un rythme mensuel dans l'environnement proche du bâtiment de 2M Process.