

## Note d'information

### Synthèse des résultats des mesures de tritium effectuées par l'IRSN et le CEA du 5 novembre 2010 au 1<sup>er</sup> février 2012 dans l'environnement 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 31 août 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 14 septembre 2011 et le 1<sup>er</sup> février 2012.*

---

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.

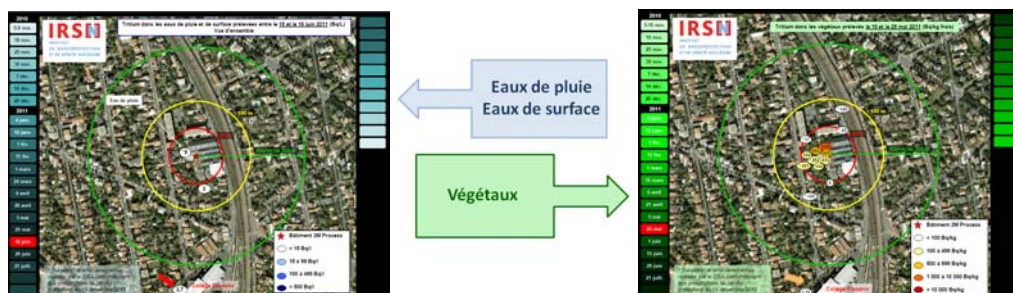
Cette surveillance environnementale menée par l'IRSN s'exerce parallèlement aux opérations d'assainissement du bâtiment de 2M Process réalisées par le CEA depuis le 9 novembre 2010, en plusieurs étapes, sous le contrôle de l'ASN et du préfet du Val-de-Marne (retrait des éléments les plus contaminés, 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 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 le 5 novembre 2010.

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)).

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



Système de management  
 de la qualité IRSN certifié

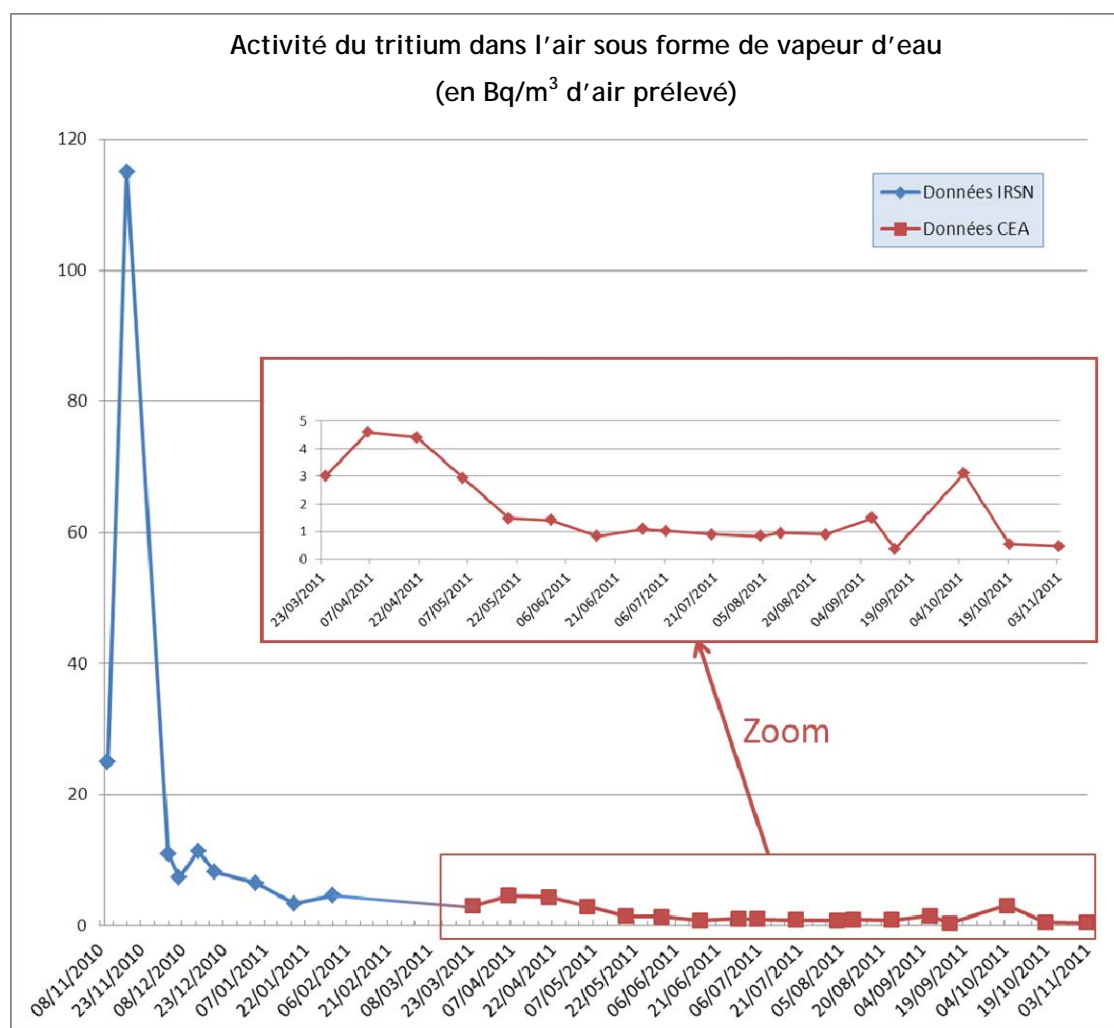


## 1) Tritium dans l'air extérieur et l'eau de pluie au voisinage immédiat du bâtiment de 2M Process

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

Du 8 novembre 2010 au 1<sup>er</sup> février 2011, 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 effectués 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 entre le 8 novembre 2010 et le 3 novembre 2011.



**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 3 novembre 2011.**

*NB : les mesures des 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 pas les autres formes gazeuses du tritium. Toutefois, les mesures par barboteurs réalisées par l'IRSN incluent les autres formes gazeuses du tritium (HT ou CTH<sub>3</sub> notamment). Les concentrations pour ces autres formes mesurées entre le mois de novembre 2010 (4,1 Bq/m<sup>3</sup>) et le mois de février 2011 (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 2010), confirmant que la forme majoritaire de tritium dans l'air est bien à l'état de vapeur d'eau tritiée (HTO).*

Excepté pour l'augmentation ponctuelle observée sur la mesure du 5 octobre 2011 ( $3,11 \text{ Bq/m}^3$ ), les derniers résultats de mesures réalisées par le CEA dans la cour de 2M Process pour les campagnes de prélèvements de septembre à novembre 2011 se situent autour de  $1 \text{ Bq/m}^3$  et confirment la poursuite de la diminution progressive des niveaux de tritium dans l'air mesurés dans la cour, observée depuis le mois de décembre 2010. Ils témoignent néanmoins de la persistance d'une émission de tritium par le bâtiment de 2M Process.

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.

Cette baisse 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), à présent de l'ordre de  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Les niveaux d'activité 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, puis à nouveau d'un facteur 7 entre les mois de septembre 2011 ( $1410 \text{ Bq/m}^3$  le 07/09) et février 2012 ( $187 \text{ Bq/m}^3$ ).

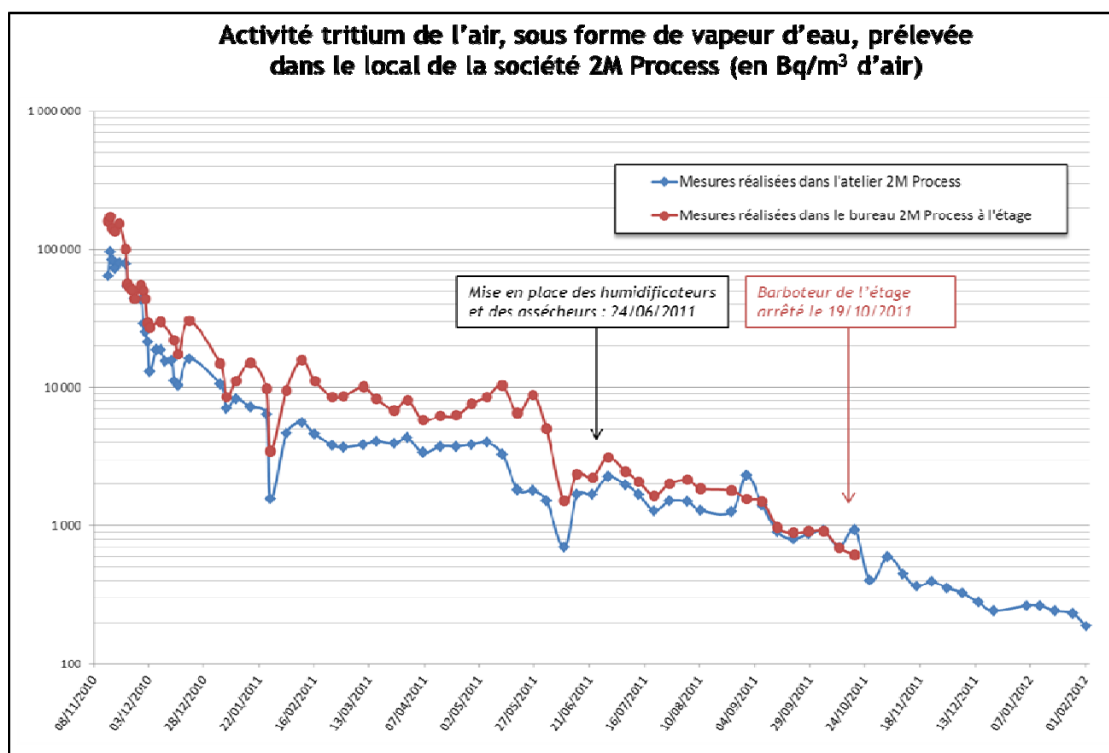


Figure 2 - Activité volumique du tritium sous forme de vapeur d'eau dans l'air prélevé dans le local de la société 2M Process par le CEA, entre le 8 novembre 2010 et le 1<sup>er</sup> février 2012.

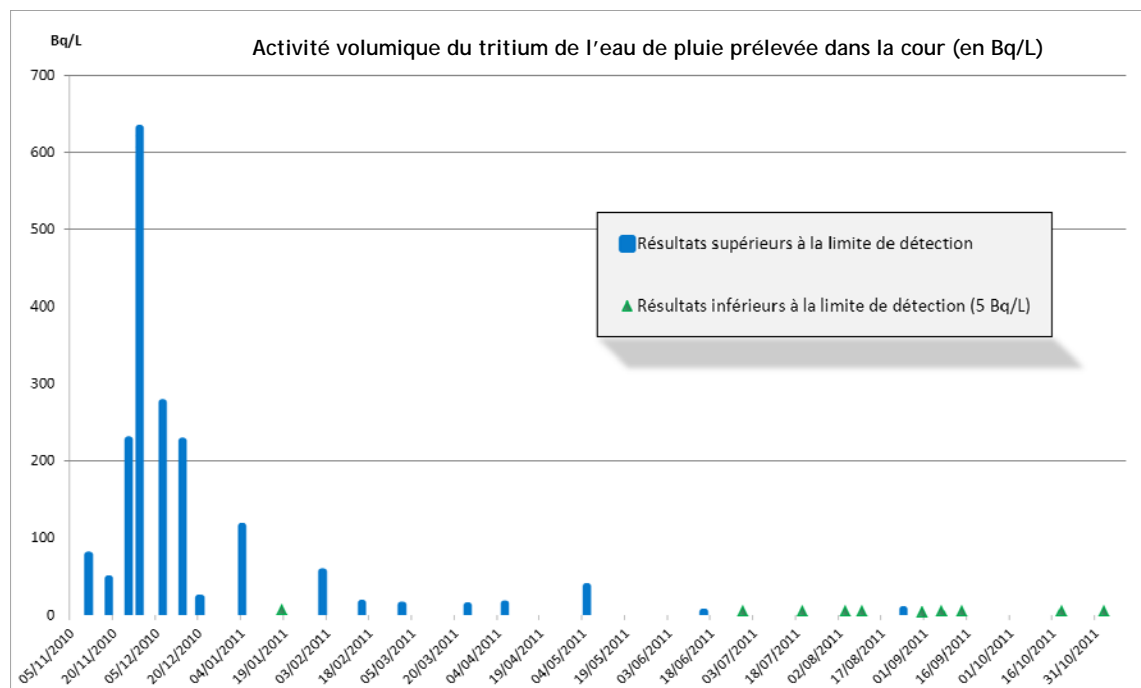
Les différents résultats de mesure obtenus à l'intérieur du bâtiment et dans la cour de 2M Process sont cohérents et assez bien corrélés (de l'ordre d'un facteur mille d'écart pour l'activité en tritium dans l'air entre l'intérieur du bâtiment et la cour).

En raison de la persistance d'une activité de tritium encore significative dans l'air intérieur du bâtiment, la surveillance de l'air à l'intérieur et à proximité de celui-ci est néanmoins 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 2011) 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 3 novembre 2011.*

Les mesures de tritium dans les eaux de pluie prélevées du mois de septembre 2011 au mois de décembre 2011 sont inférieures à la limite de détection (5 Bq/L). L'activité en tritium des eaux de pluie a donc atteint depuis le mois de juin 2011 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 2010, 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 permanents 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 septembre à novembre 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 mètres, 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) :

- l'activité en tritium de l'eau de la fontaine d'ornement régulièrement surveillée depuis le 18 novembre 2010 a diminué progressivement jusqu'à atteindre au second semestre 2011 des niveaux difficilement détectables par les techniques d'analyse utilisées (< 5 Bq/L).
- les résultats acquis sur les eaux du bassin du collège Pissarro au second semestre 2011 sont tous inférieurs aux limites de détection (< 5 Bq/L).
- Ce graphique montre également que le marquage en tritium 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.

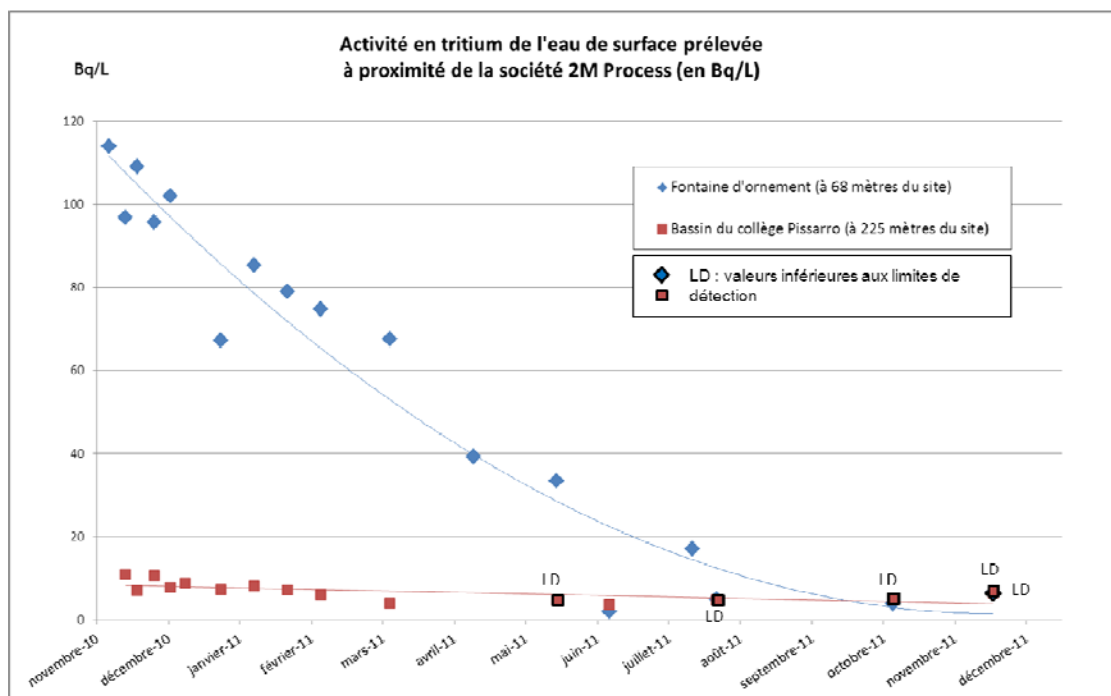


Figure 4 - Évolution de l'activité en tritium mesurée entre le 18 novembre 2010 et le 24 novembre 2011 dans les eaux de surface régulièrement prélevées dans l'environnement du site de 2M Process.

Les derniers résultats obtenus étant inférieurs aux limites de détection, l'IRSN a décidé d'arrêter à la fin de l'année 2011 la surveillance des eaux de surface au-delà du périmètre de la cour du bâtiment 2M Process.

### 3) 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 2011, l'IRSN partage cette surveillance avec le CEA.

Tous les résultats obtenus, incluant ceux des dernières campagnes d'août à décembre 2011, 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 ont été 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 a été constatée. De plusieurs milliers de Bq/kg frais en novembre et décembre 2010 dans les végétaux situés à 2 mètres du bâtiment, l'activité en tritium est désormais inférieure à 50 Bq/kg frais pour le dernier trimestre 2011 ;

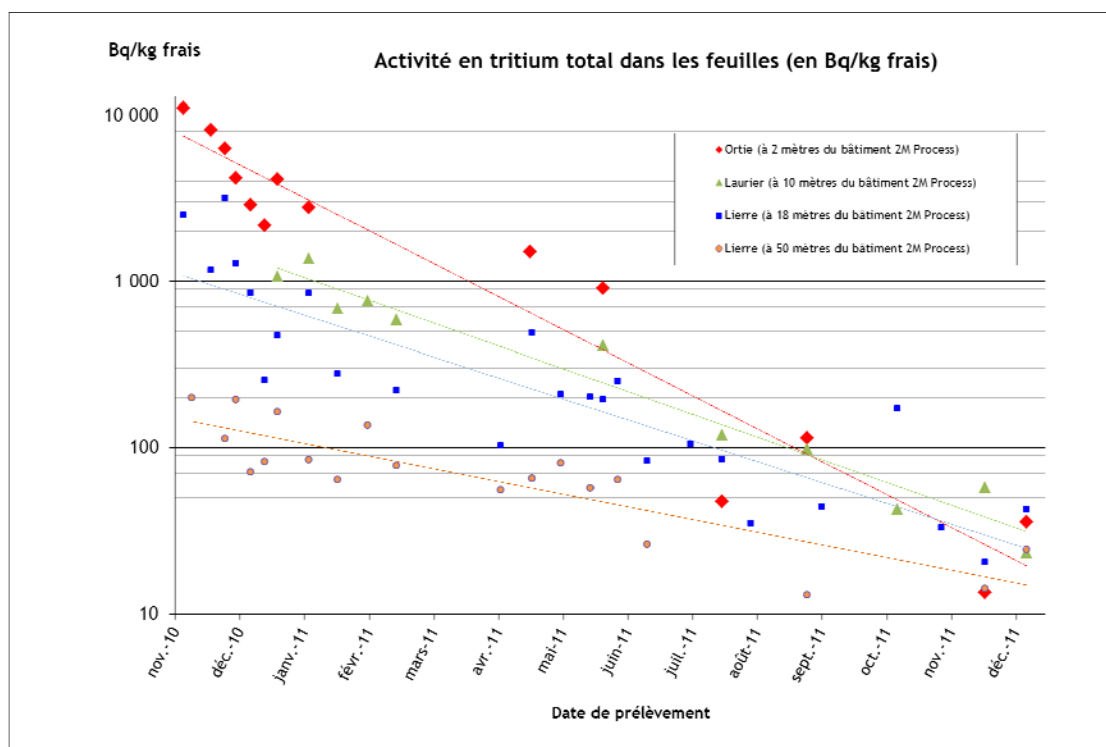


Figure 5 : Évolution au cours du temps de l'activité en tritium mesurée entre le 5 novembre 2010 et le 14 décembre 2011 dans des feuilles d'ortie, de laurier et de lierre prélevées à proximité du bâtiment 2M Process.

- 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 mais souvent proche ou inférieure aux limites de détection (30 Bq/kg frais pour le dernier trimestre 2011). Elle diminue en s'éloignant du site contaminé.

Les notes d'information précédentes avaient montré qu'au-delà d'une cinquantaine de mètres, le niveau de tritium dans les végétaux se situe systématiquement 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. En particulier, au collège Pissarro situé à environ 200 m de la source de pollution, les résultats de mesures effectuées en 2011 sur des prélèvements de feuilles de lierre n'ont pas conduit à détecter la présence de tritium.

Avec plus de 330 résultats de mesure acquis au cours de 24 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, les résultats acquis au cours du dernier trimestre de l'année 2011 confirment la tendance générale à la baisse, notamment dans la cour attenante au bâtiment de 2M Process, tendance également observée à partir des résultats du plan de surveillance complémentaire réalisé depuis le 16 mars par le CEA.

Les valeurs comprises entre 30 et 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.

En conséquence, l'IRSN a décidé d'arrêter les prélèvements de végétaux au-delà d'un périmètre de 50 mètres du bâtiment contaminé.

#### 4) 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 prélevés dans l'environnement n'est plus mesurable qu'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 indétectable par les méthodes d'analyse utilisées, au-delà d'une cinquantaine de mètres ;
- la baisse générale des activités en tritium se confirme également dans l'air et les végétaux prélevés de la cour du bâtiment 2M Process. Cette tendance peut être corrélée à celle observée à partir des mesures réalisées par le CEA à l'intérieur du bâtiment 2M Process, toujours en cours de décontamination.

L'IRSN rappelle que l'ensemble des résultats obtenus dans l'environnement, s'ils démontrent incontestablement la persistance d'un faible 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 poursuivra au premier semestre 2012 une surveillance allégée, à un rythme trimestriel, dans l'environnement proche du bâtiment 2M Process. Les résultats de ces mesures seront publiés sous la forme d'une mise à jour de la présente note d'information.