

## Note d'information

### Mesures radiologiques réalisées par l'IRSN dans l'environnement de la Base Navale de Toulon (83) à la suite de l'incendie survenu sur le SNA Perle le 12 juin 2020

A la suite de l'incendie survenu le 12 juin à 10h30 dans le sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) *Perle*, l'IRSN a gréé son Centre Technique de Crise (CTC) et envoyé, à la demande des autorités, une équipe de sa Cellule Mobile sur le terrain. Celle-ci a réalisé les 12 et 13 juin 2020 des mesures radiologiques et des prélèvements dans l'environnement, complémentaires à ceux de ses réseaux de surveillance. Cette intervention a été réalisée avec l'appui technique de la Cellule Mobile d'Intervention Radiologique (CMIR) du Service Départemental d'Incendie et de Secours du VAR (SDIS 83).

Durant tout l'événement, les réseaux de surveillance de l'IRSN n'ont relevé aucune valeur de radioactivité anormale imputable à l'incendie de la *Perle*, observation confirmée par les mesures réactives *in situ* réalisées par les équipes mobiles de l'IRSN ainsi que par les analyses des prélèvements effectuées dans les laboratoires de l'Institut.

#### 1/ Mesures des réseaux de surveillance de l'IRSN

Durant tout l'événement, les niveaux de rayonnement gamma ambiant ont été mesurés par les trois balises du réseau TELERAY de l'IRSN<sup>1</sup> implantées à Toulon et à La Seyne-sur-mer. Ces trois balises situées à proximité du port militaire n'ont montré aucune anomalie radiologique liée à cet incendie (Annexe 1). Le rayonnement enregistré par les deux balises implantées à Toulon est resté tout au long de l'événement au niveau du rayonnement naturel, le plus souvent inférieur à 75 nSv/h. Dans le cas de la balise de La Seyne-sur-mer, des augmentations fugaces du rayonnement gamma ambiant dépassant ponctuellement 125 nSv/h (soit près du double du bruit de fond radiologique naturel extrêmement bas observé en bord de mer<sup>2</sup>) sont régulièrement observées. D'une manière générale, lorsque de telles variations sont observées, elles font systématiquement l'objet d'investigations visant en premier lieu à s'assurer du bon fonctionnement du capteur et, le cas échéant, à déterminer l'origine de l'anomalie. Dans le cas présent, ces pics de rayonnement sont liés à des « tirs » de gammagraphie (technique de radiographie industrielle permettant notamment de vérifier la qualité de soudures) effectués par la société CNIM basée dans la zone portuaire de Brégaillon, à proximité la balise de l'IRSN. Plusieurs campagnes de tirs de gammagraphie ont ainsi eu lieu entre le 2 et le 16 juin 2020.

---

<sup>1</sup> Le réseau d'alerte radiologique Téléray de l'IRSN est constitué de plus de 430 balises réparties sur le territoire qui mesurent en temps réel le rayonnement gamma ambiant, permettant ainsi d'en déceler toute augmentation anormale ([données accessibles sur le site http://teleray.irsln.fr](http://teleray.irsln.fr)).

<sup>2</sup> Le rayonnement naturel est composé du rayonnement cosmique qui dépend de l'altitude et du rayonnement tellurique émis par les radionucléides naturels présents dans les sols. C'est au niveau de la mer que le rayonnement cosmique est le plus faible et, par ailleurs, les sols des environs de Toulon sont peu riches en radionucléides naturels, ce qui explique un rayonnement gamma ambiant (débit d'équivalent de dose exprimé en nSv/h) parmi les plus faibles de France. Dans les régions françaises où les roches sont naturellement riches en uranium et en thorium (zones du Massif Central, des Vosges, de Bretagne et Vendée, de Corse...), ce débit de dose peut en permanence dépasser 150 nSv/h, soit les plus fortes valeurs d'origine industrielle observées ponctuellement à La Seyne-sur-mer lors des tirs de gammagraphie.

L'IRSN dispose également à La Seyne-sur-mer, sur le site de l'IFREMER, d'une station de prélèvement d'aérosols atmosphériques du réseau OPERA-AIR très performante<sup>3</sup>. Cette station, arrêtée depuis mi-mars 2020 en raison du confinement liée à l'épidémie de COVID-19, a été réactivée en urgence le 12 juin à 17h. **Le filtre<sup>4</sup>, récupéré le 15 juin et analysé par le laboratoire de l'IRSN d'Orsay avec les moyens les plus performants disponibles à l'Institut, ne montre aucune trace de radioactivité artificielle anormale pour la période allant du 12 juin à 17h au 15 juin 13h.**

## 2/ Mesures réactives

Dès le 12 juin au soir, des mesures complémentaires du débit d'équivalent de dose gamma ambiant ont été réalisées à proximité du port militaire par la Cellule Mobile de l'IRSN au moyen de dispositifs de détection embarqués dans un véhicule (cartographie d'axes routiers) et dans un sac à dos (cartographie de voie pédestre). Plus de 6 700 mesures ont été ainsi enregistrées par ces dispositifs. **Les débits de dose gamma ambiant mesurés, tous compris entre 50 et 100 nSv.h<sup>-1</sup>, correspondent à la fluctuation normale du rayonnement naturel en milieu urbain<sup>5</sup> et n'ont révélé aucune anomalie radiologique.** Les cartographies du débit d'équivalent de dose gamma ambiant correspondantes sont présentées dans l'annexe 2.

De plus, afin de s'assurer de l'absence de tout dépôt radioactif qui aurait pu se constituer à la suite d'une contamination de l'air liée à l'incendie, les cellules mobiles de l'IRSN et du SDIS ont effectué le 13 juin matin, des prélèvements surfaciques par frottis<sup>6</sup> et de végétaux aux abords de la base navale et dans la ville de Toulon, notamment à proximité des trois écoles mises à l'abri préventivement (*école Malbousquet, groupe scolaire Charles Sandro, école maternelle Rivière Neuve*), soit au total une vingtaine de points de contrôle principalement dans la zone située sous les vents pendant l'incendie (voir la carte de localisation des points de prélèvements en annexe 3).

**Les résultats des analyses des frottis, disponibles le jour même, n'ont mis en évidence aucune contamination surfacique radiologique dans l'environnement extérieur de la base navale de Toulon.**

Les prélèvements de végétaux (type herbes) effectués en 7 points situés dans la zone sous les vents pendant l'incendie, ont fait l'objet d'une première analyse le jour-même au moyen des dispositifs de mesure d'urgence disponibles dans le Véhicule Laboratoire Environnement de la cellule mobile de l'IRSN. Ils ont ensuite été acheminés pour des analyses plus précises dans les laboratoires de l'Institut à Cadarache. Ces mesures qui nécessitent plusieurs jours permettent de déceler des traces infimes de radioactivité.

Pour les 7 échantillons, les résultats présentés dans le tableau de synthèse de l'annexe 4, ne révèlent la présence que de radionucléides naturels (potassium 40, béryllium 7...) à des niveaux normaux. Toutefois, dans trois échantillons, les analyses très fines réalisées ont permis de déceler du césium 137 rémanent de l'accident de Tchernobyl à des niveaux extrêmement faibles, similaires à ceux mesurés habituellement par l'IRSN dans le cadre de la surveillance de routine à la station de La Seyne-sur-Mer. **Aucune trace d'autre radionucléide artificiel imputable à l'incendie du sous-marin n'a été décelée.**

<sup>3</sup> Le réseau OPERA-AIR de l'IRSN est constitué de 48 stations de prélèvement sur filtres d'aérosols atmosphériques réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain et en Outre-Mer et qui fonctionnent de manière continue. Avec un débit d'aspiration de 700 m<sup>3</sup>/h, la station installée à La Seyne-sur-Mer fait partie des 11 stations les plus performantes de ce réseau.

<sup>4</sup> Voir les valeurs mesurées en Annexe 4 (point 21)

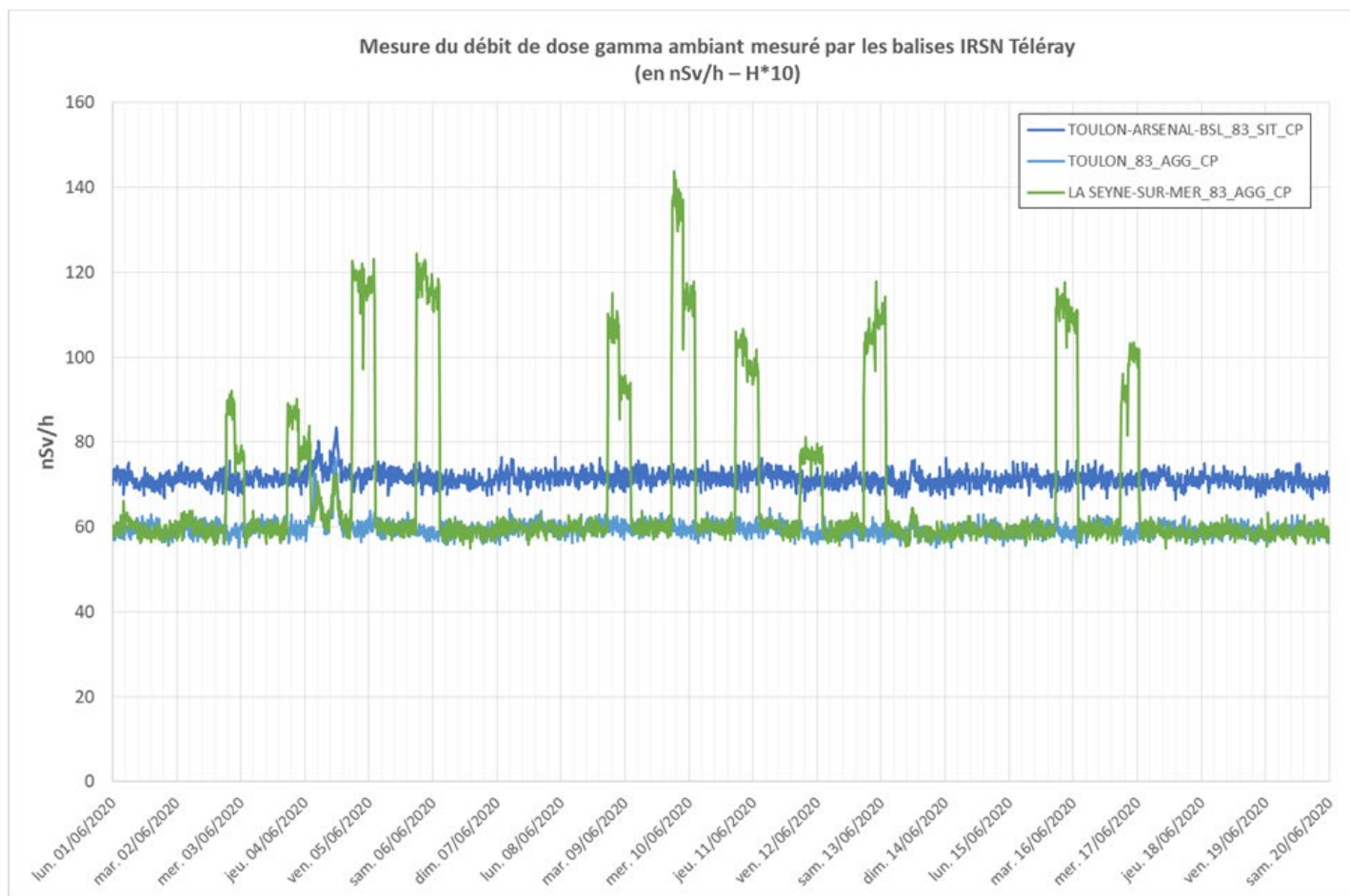
<sup>5</sup> En milieu bâti, le rayonnement gamma ambiant fluctue en fonction de la radioactivité naturelle contenue dans les matériaux de construction et avec la configuration des rues (largeur et hauteur des bâtiments).

<sup>6</sup> Les frottis sont réalisés sur différentes surfaces de matériel urbain (abribus, poubelles publiques, panneaux de signalisation, poteaux métalliques d'éclairage...) au niveau des points de contrôle définis par l'IRSN.

En conclusion, l'ensemble des mesures réalisées par l'IRSN à la suite de l'incendie du sous-marin Perle, n'a mis en évidence aucune anomalie radiologique liée à cet évènement dans l'environnement proche de la Base Navale de Toulon.

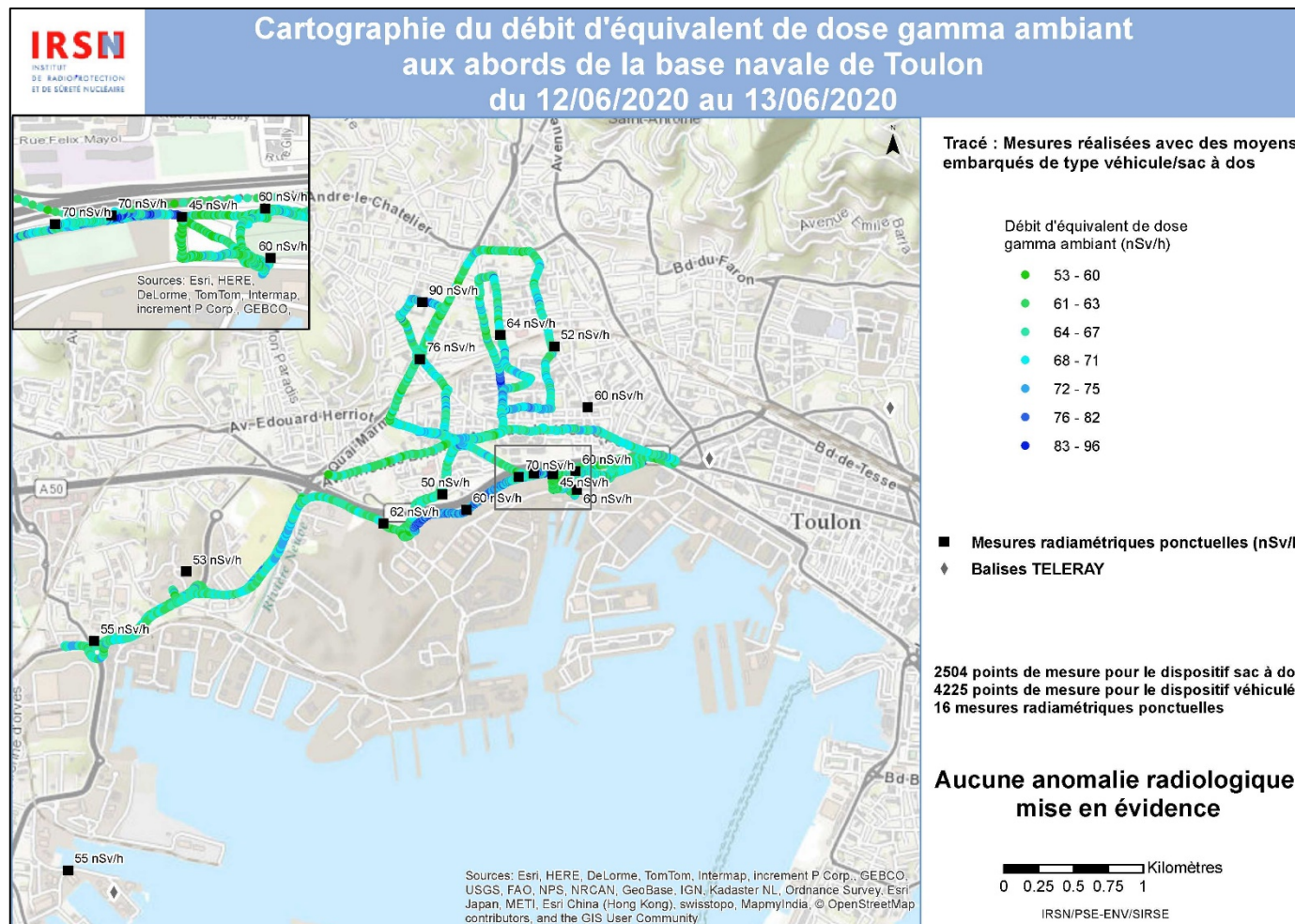
---

## ANNEXE 1



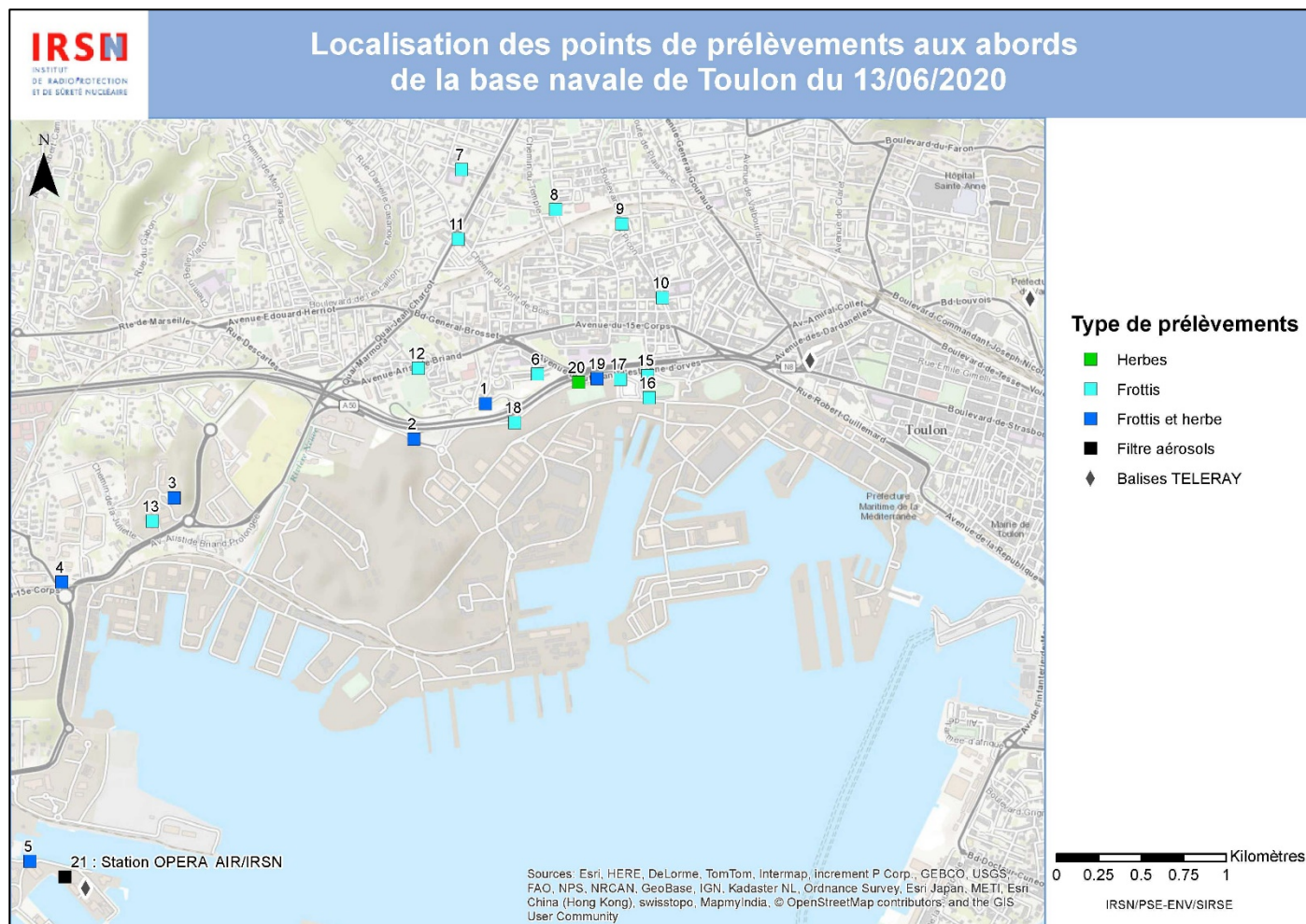
Nota : le débit de dose gamma mesuré par les balises dépend fortement de son environnement (notamment de la nature géologique du sol, des matériaux de construction des bâtiments situés à proximité), le bruit de fond peut donc varier d'une balise à l'autre.

## ANNEXE 2





### ANNEXE 3



# ANNEXE 4

## Résultats des analyses des prélèvements réalisés par l'IRSN avec l'appui du SDIS 83 aux abords de la base navale de Toulon

| Point | Heure de prélèvement | Prélèvement surfacique (Frottis) <sup>1</sup>     |               | Végétaux (Herbes) <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------|---------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                      | Comptage $\alpha\beta\gamma$ global sur 5 minutes |               | Analyse de spectrométrie gamma                                                                                                                                                                                                                                                       |
|       |                      | Activité surfacique (Bq.cm <sup>-2</sup> )        |               | Activité massique (Bq/Kg frais)                                                                                                                                                                                                                                                      |
|       |                      | $\alpha$                                          | $\beta\gamma$ |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1     | 13/06/20<br>9h30     | < 0,02                                            | < 0,04        | <sup>60</sup> Co < 0,115 (SD)<br><sup>137</sup> Cs < 0,106 (SD)<br><sup>134</sup> Cs < 0,089 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,100 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,097 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 35,7 (± 10.9)<br><sup>40</sup> K = 152,7 (±46.2)<br><sup>210</sup> Pb < 32.8 (SD)         |
| 2     | 13/06/20<br>10h10    | < 0,02                                            | < 0,04        | <sup>60</sup> Co < 0,073 (SD)<br><sup>137</sup> Cs = 0,156 (±0.083)<br><sup>134</sup> Cs < 0,055 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,065 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,060 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 16,6 (± 5.1)<br><sup>40</sup> K = 145,8 (±44.0)<br><sup>210</sup> Pb < 5,6 (SD)       |
| 3     | 13/06/20<br>10h20    | < 0,02                                            | < 0,04        | <sup>60</sup> Co < 0,069 (SD)<br><sup>137</sup> Cs < 0,063 (SD)<br><sup>134</sup> Cs < 0,048 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,059 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,059 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 20,3 (± 6.2)<br><sup>40</sup> K = 160,5 (±48.4)<br><sup>210</sup> Pb = 23,8 (± 21.2)      |
| 4     | 13/06/20<br>10h40    | < 0,02                                            | < 0,04        | <sup>60</sup> Co < 0,127 (SD)<br><sup>137</sup> Cs = 0,209 (±0.126)<br><sup>134</sup> Cs < 0,096 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,090 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,103 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 36,4 (± 11.1)<br><sup>40</sup> K = 145,0 (±43.9)<br><sup>210</sup> Pb = 14,9 (± 11.2) |
| 5     | 13/06/20<br>11h30    | < 0,02                                            | < 0,04        | <sup>60</sup> Co < 0,130(SD)<br><sup>137</sup> Cs < 0,123 (SD)<br><sup>134</sup> Cs < 0,107 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,117 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,117 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 141,7 (± 42.7)<br><sup>40</sup> K = 138,7 (±42.0)<br><sup>210</sup> Pb = 83,3 (± 51.0)     |
| 6     | 13/06/20<br>10h45    | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7     | 13/06/20<br>10h35    | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8     | 13/06/20<br>9h50     | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9     | 13/06/20<br>10h20    | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10    | 13/06/20<br>10h20    | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11    | 13/06/20<br>9h40     | < 0,02                                            | < 0,04        | /                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                 |                                        |        |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|----------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12              | 13/06/20<br>9h50                       | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13              | 13/06/20<br>10h10                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14              | 13/06/20<br>10h25                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 15              | 13/06/20<br>10h10                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16              | 13/06/20<br>10h05                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 17              | 13/06/20<br>10h20                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 18              | 13/06/20<br>10h25                      | < 0,02 | < 0,04 | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 19              | 13/06/20<br>10h35                      | < 0,02 | < 0,04 | <sup>60</sup> Co < 0,058 (SD)<br><sup>137</sup> Cs < 0,057 (SD)<br><sup>134</sup> Cs < 0,051 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,063 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,052 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 68,4 (± 20.6)<br><sup>40</sup> K = 107,0 (±32.3)<br><sup>210</sup> Pb = 44,4 (± 24.9)                                                                                                                                            |
| 20              | 13/06/20<br>10h30                      | < 0,02 | < 0,04 | <sup>60</sup> Co < 0,079 (SD)<br><sup>137</sup> Cs = 0,080 (± 0.077)<br><sup>134</sup> Cs < 0,064 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,067 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,069 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 96,7 (± 29.2)<br><sup>40</sup> K = 216,4 (±65.2)<br><sup>210</sup> Pb = 33,2 (± 13.4)                                                                                                                                       |
| <b>Point 21</b> | Du 12/06/20 17h00<br>au 15/06/20 13H00 |        |        | <b>Filtre « Aérosols » <sup>3</sup></b><br><br>Analyse par spectrométrie gamma<br><br><b>Activité volumique (μBq.m<sup>-3</sup>)</b><br><sup>60</sup> Co < 0,047 (SD)<br><sup>137</sup> Cs = 0,071 (± 0,033)<br><sup>134</sup> Cs < 0,044 (SD)<br><sup>110m</sup> Ag < 0,071 (SD)<br><sup>58</sup> Co < 0,039 (SD)<br><sup>7</sup> Be = 4003 (± 557)<br><sup>40</sup> K = 7,241 (± 1,488)<br><sup>210</sup> Pb = 317 (± 45) |

Les résultats des analyses par spectrométrie gamma indiqués après le signe < correspondent à des résultats inférieurs au seuil de décision

**Nota 1 :** les activités surfaciques (frottis) ont été exprimées en Bq.cm<sup>-2</sup> sur la base d'un rendement de détection sous 2 π stéradians de 50 % en α et en β,γ, d'une surface frottée de 300 cm<sup>2</sup> et d'un facteur de prélèvement de 10 % en application de la norme en vigueur.

**Nota 2 :** Analyses en laboratoire à Cadarache : Détecteur Ge-HP . Résultats exprimés à la date du prélèvement. Géométrie : Marinelli 3000 mL plein. Nature des échantillons : végétaux coupés. Temps de comptage : 24 h mini. Les incertitudes élargies sont données à k=2. Les valeurs de SD sont calculées selon la norme ISO 11929 pour un risque alpha de 2,5 %.

**Nota 3 :** Analyses en laboratoire à Orsay : Détecteur Ge-HP équipé d'un système anti-cosmique. Résultats à la date du milieu de prélèvement. Temps de comptage : 111 h. Les incertitudes élargies sont données à k=2. Les valeurs de SD sont calculées selon la norme ISO 11929 pour un risque alpha de 2,5 %.