

ANNEXE 5

**Analyses par spectrométrie gamma effectuées par le laboratoire
de la CRIIRAD sur les sédiments et terres de berges**

TABLEAU TA-S1
SITE BNL / RESIDUS - SEDIMENTS - TERRE (proches du site)
RESULTATS DES ANALYSES EN SPECTROMETRIE GAMMA
EFFECTUEES PAR LE LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

| NATURE | Résidus | Résidus | Sédiments | Terre | Sédiments | Terre |
|-----------------------------|--|---|---|--|---|---|
| Code échantillon | 25.09.01.A5 | 25.09.01.A6 | 25.09.01.A7 | 25.09.01.A1 | 25.09.01.A8 | 25.09.01.A2 |
| Code prélèvement | SPLP 1 R | SPLP 2 R | SPLP E2 S | SPLP E5 T | SPLP E5 S | SPLP E7 T |
| Date de prélèvement | 20/09/01 | 20/09/01 | 18/09/01 | 18/09/01 | 18/09/01 | 18/09/01 |
| Lieu de prélèvement | Grand bassin / Milieu digue à 4 m du bord (70 cm de solide noir strié) | Grand bassin / à 4 m du bord digue et 30 m rive sud (30 cm de solide dont 15 cm résidu) | 2 Bassins de décantation après traitement | Pied de digue / Tourbière / Rive gauche Besbre | Pied de digue / Tourbière / Rive gauche | Bief aval D6 - Pied de Digue Nord / à 50 m évacuateur de crue |
| Radia de terrain SPP2 c/s | NM | NM | NM | NM | NM | 550 c/s |
| Mode de prélèvement | tube / CRIIRAD | tube / CRIIRAD | Godet raclleur | Tarière diam 10, prof 18 | Pelle 25*25*10 | Pelle 30*30*10 |
| Radia au labo SPP2 c/s | 480 c/s | 800 c/s | 440 c/s | 410 c/s | 120 c/s | 160 c/s |
| N° d'analyse | B 19610 | B 19612 | B 19624 | B 19621 | B 19646 | B 19626 |
| Date d'analyse | 14/11/01 | 15/11/01 | 21/11/01 | 20/11/01 | 30/11/01 | 21/11/01 |
| Temps de comptage (s) | 85 650 | 29 450 | 30 730 | 28 180 | 26 760 | 54 170 |
| Géométrie | Petri | Petri | Petri | Petri | Petri | Petri |
| Masse analysée (g) | 81,72 | 78,94 | 43,69 | 59,50 | 44,68 | 80,33 |
| Taux de matières sèches (%) | 74,9% | 73,4% | 14,2% | 72,4% | 14,8% | 88,4% |

Radioactivité naturelle

| Chaîne de l' Uranium 238 | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| Thorium 234* | 1 400 ± 190 | 1 800 ± 280 | 17 400 ± 2 100 | 7 900 ± 1 000 | 6 300 ± 780 | 930 ± 130 |
| Protactinium 234 ^m | 1 600 ± 500 | 1 800 ± 800 | 20 100 ± 4 000 | 7 000 ± 1 800 | 4 700 ± 1 400 | 1 150 ± 400 |
| Thorium 230* | 5 300 ± 900 | 10 000 ± 1 700 | 5 700 ± 2 000 | 9 400 ± 1 800 | 7 200 ± 1 600 | 1 700 ± 400 |
| Radium 226** | 6 500 ± 700 | 11 700 ± 1 200 | 56 500 ± 5 800 | 18 400 ± 1 900 | 9 800 ± 1 100 | 2 000 ± 220 |
| Plomb 214 | 6 500 ± 700 | 11 700 ± 1 200 | 56 000 ± 5 700 | 18 300 ± 1 900 | 9 800 ± 1 100 | 2 000 ± 220 |
| Bismuth 214 | 6 500 ± 700 | 11 700 ± 1 200 | 57 300 ± 5 900 | 18 500 ± 1 900 | 9 900 ± 1 100 | 2 000 ± 220 |
| Plomb 210* | 6 100 ± 700 | 11 000 ± 1 200 | 10 500 ± 1 300 | 7 500 ± 900 | 5 400 ± 700 | 1 500 ± 200 |
| Uranium 235 | | | | | | |
| Protactinium 231 | 84 ± 29 | 148 ± 67 | 894 ± 225 | 500 ± 133 | 400 ± 110 | < 60 |
| Thorium 227 | 480 ± 140 | 790 ± 270 | < 490 | < 500 | < 500 | < 63 |
| Radium 223 | 380 ± 70 | 700 ± 140 | < 300 | 530 ± 130 | 430 ± 120 | 80 ± 30 |
| Radium 223 | 410 ± 100 | 780 ± 200 | < 530 | 670 ± 250 | 420 ± 200 | 140 ± 60 |
| Radon 219 | 370 ± 70 | 890 ± 170 | 350 ± 200 | 660 ± 170 | 520 ± 150 | 130 ± 40 |
| Plomb 211 | 400 ± 110 | 850 ± 290 | 500 ± 440 | 420 ± 300 | 630 ± 300 | < 135 |
| Chaîne du Thorium 232 | | | | | | |
| Actinium 228 | 27 ± 14 | 42 ± 25 | 650 ± 150 | 110 ± 46 | 134 ± 49 | 99 ± 20 |
| Plomb 212 | 44 ± 8 | 44 ± 13 | 520 ± 80 | 151 ± 27 | 114 ± 23 | 104 ± 14 |
| Thallium 208 | 11 ± 4 | 15 ± 7 | 174 ± 33 | 34 ± 12 | 39 ± 12 | 32 ± 6 |
| Potassium 40 | 770 ± 120 | 830 ± 170 | 700 ± 270 | 1 240 ± 250 | 700 ± 200 | 1 340 ± 200 |
| Beryllium 7 | < 13 | < 30 | < 86 | < 45 | < 40 | < 10 |

Radioactivité artificielle

| | | | | | | |
|------------|-------|--------------|--------|-------------|-------------|------------|
| Césium 137 | < 5,2 | trace < 11,0 | < 11,4 | 31,5 ± 12,0 | 58,3 ± 14,6 | 15,0 ± 4,2 |
| Césium 134 | < 5,1 | < 4,0 | < 45,5 | < 5,5 | < 5,0 | < 1,3 |

¹Spectro/saint-priest/Phase 3 (aquatiques)/Sédiments et terres (phase 3)/TA S1 sédiments arrondi vs BC.sls/Resultat Gamma total

Légende :

± : marge d'incertitude
 < : seuil de détection

* : S'agissant de raies gamma à basse énergie (<100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

** : Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants Plomb 214 et Bismuth 214 à l'équilibre.

| | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Rapport Th234/U235 | 16,75 | 12,18 | 19,46 | 15,79 | 15,75 | - |
| Rapport Th234/Ra226 | 0,22 | 0,15 | 0,31 | 0,43 | 0,64 | 0,47 |
| Rapport Th234/Th230 | 0,26 | 0,18 | 3,05 | 0,84 | 0,88 | 0,55 |

TABLEAU TA-S2
SITE BNL / DEPOT SOLIDE - SEDIMENTS - TERRES (aval BNL et Gadaillères)
RESULTATS DES ANALYSES EN SPECTROMETRIE GAMMA
EFFECTUEES PAR LE LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

| NATURE | Terre | Sédiments | Terre | Sédiments | Sédiments | Dépôt solide |
|-----------------------------|--|--|---|--|---|--|
| Code échantillon | 25.09.01.A3 | 25.09.01.A9 | 25.09.01.A4 | 25.09.01.A10 | 25.09.01.A11 | 25.09.01.A12 |
| Code prélèvement | SPLP E8 T | SPLP E8 S | SPLP E11 T | SPLP E11 S | SPLP E15 S | SPLP E25 S |
| Date de prélèvement | 18/09/01 | 18/09/01 | 18/09/01 | 18/09/01 | 19/09/01 | 19/09/01 |
| Lieu de prélèvement | Rive droite Besbre / (20-30 m aval rejet) / 1 m de la rive | Besbre / Rive droite / (20-30 m aval rejet) | Rive gauche Besbre (Moulin Gitenay) / amont du pont | Besbre / Rive gauche (Moulin Gitenay) | Paradou / Ecoulement Ouest pied bassin | Les Gadaillères (dépôt solide au niveau de la résurgence) |
| Radia de terrain (SPP2 c/s) | 1 600 c/s | NM | 600 c/s | NM | 550 c/s | NM |
| Mode de prélèvement | Tarière | Pelle | Tarière | Pelle (5 à 10 cm de prof) | Godet | Pelle |
| Radia au labo (SPP2 c/s) | 320 c/s | 90 c/s | 100 c/s | 75 c/s | 70 c/s | 120 c/s |
| N° d'analyse | B 19615 | B 19604 | B 19639 | B 19641 | B 19642 | B 19628 |
| Date d'analyse | 16/11/01 | 12/11/01 | 28/11/01 | 28/11/01 | 28/11/01 | 23/11/01 |
| Temps de comptage (s) | 27 105 | 84 940 | 31 150 | 53 930 | 26 150 | 26 950 |
| Géométrie | Petri | Petri | Petri | Petri | Petri | Petri |
| Masse analysée (g) | 56,33 | 64,55 | 54,86 | 58,06 | 44,28 | 48,32 |
| Taux de matières sèches (%) | 70,4% | 60,0% | 46,3% | 50,3% | 15,3% | 7,2% |

Radioactivité naturelle

| Chaîne de l' Uranium 238 | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|----------|
| Thorium 234* | 5 900 ± 740 | 510 ± 80 | 2 900 ± 370 | 690 ± 110 | 2 100 ± 300 | 32 200 ± 3 500 | ± 3 500 |
| Protactinium 234 ^m | 6 400 ± 1 600 | 630 ± 220 | 3 200 ± 800 | 830 ± 300 | 2 200 ± 700 | 34 000 ± 4 800 | ± 4 800 |
| Thorium 230* | 2 800 ± 1 100 | 280 ± 160 | 1 100 ± 500 | 390 ± 210 | 530 ± 400 | < 1 000 | < 1 000 |
| Radium 226** | 10 600 ± 1 100 | 770 ± 90 | 2 900 ± 320 | 620 ± 80 | 1 450 ± 170 | 13 700 ± 1 500 | ± 1 500 |
| Plomb 214 | 10 500 ± 1 100 | 770 ± 90 | 2 900 ± 320 | 620 ± 80 | 1 450 ± 170 | 13 600 ± 1 500 | ± 1 500 |
| Bismuth 214 | 10 700 ± 1 100 | 770 ± 90 | 2 900 ± 320 | 620 ± 80 | 1 450 ± 170 | 13 900 ± 1 500 | ± 1 500 |
| Plomb 210* | 4 100 ± 510 | 390 ± 60 | 1 400 ± 200 | 340 ± 60 | 770 ± 130 | 99 500 ± 10 300 | ± 10 300 |
| Uranium 235 | | | | | | | |
| Protactinium 231 | 370 ± 120 | < 30 | 150 ± 50 | 60 ± 30 | 100 ± 50 | 1 600 ± 300 | ± 300 |
| Thorium 227 | < 210 | < 42 | < 150 | < 60 | < 120 | < 300 | < 300 |
| Radium 223 | 120 ± 80 | < 20 | < 140 | < 30 | 75 ± 50 | < 200 | < 200 |
| Radon 219 | 170 ± 140 | < 20 | 130 ± 80 | < 30 | 100 ± 80 | < 400 | < 400 |
| Plomb 211 | 250 ± 120 | < 20 | < 100 | < 30 | < 80 | 180 ± 120 | ± 120 |
| Plomb 211 | 180 ± 170 | < 24 | < 100 | < 40 | < 70 | < 300 | < 300 |
| Chaîne du Thorium 232 | | | | | | | |
| Actinium 228 | 120 ± 43 | 110 ± 20 | 150 ± 40 | 120 ± 30 | 180 ± 40 | 1 160 ± 200 | ± 200 |
| Plomb 212 | 103 ± 21 | 110 ± 15 | 150 ± 30 | 130 ± 20 | 200 ± 30 | 750 ± 100 | ± 100 |
| Thallium 208 | 37 ± 10 | 32 ± 5 | 48 ± 10 | 40 ± 7 | 62 ± 12 | 250 ± 40 | ± 40 |
| Potassium 40 | | | | | | | |
| Beryllium 7 | 1 420 ± 260 | 1 600 ± 210 | 1 250 ± 210 | 1 550 ± 220 | 1 050 ± 200 | 336 ± 160 | ± 160 |
| Césium 137 | < 37 | < 8 | < 20 | < 10 | < 21 | < 53 | < 53 |
| Césium 134 | 46,3 ± 12,3 | 23,6 ± 4,2 | 57,1 ± 11,1 | 26,4 ± 5,2 | 37,4 ± 8,8 | < 7,0 | < 7,0 |
| Césium 134 | < 4,5 | < 0,9 | < 2,5 | < 1,3 | < 2,6 | < 6,9 | < 6,9 |

¹Spectro/maitr/Phase 3 (aquatique)/Sédiments et terres (phase 3)/TA S2 sédiments amont vu DC.stj/Resultat Gamma total

Légende : * : S'agissant de raies gamma à basse énergie (<100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.
 ± : marge d'incertitude
 < : seuil de détection ** : Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants Plomb 214 et Bismuth 214 à l'équilibre.

| | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| Rapport Th234/U235 | 15,9 | - | 19,3 | 11,6 | 21,0 | 20,1 |
| Rapport Th234/Ra226 | 0,56 | 0,66 | 1,00 | 1,11 | 1,45 | 2,35 |
| Rapport Th234/Th230 | 2,11 | 1,82 | 2,64 | 1,77 | 3,96 | - |