

***ANNEXE A***  
***CHARGES EN MÉTAUX DES TRIBUTAIRES DU FLEUVE***  
***SAINTE-LAURENT PRÉSENTS DANS LA ZONE ÉLARGIE***

---

**Tableau A-1**  
**Charges en métaux des tributaires du fleuve Saint-Laurent présents dans la zone d'étude élargie**

| Rivière       | Cadmium   |      | Cuivre    |      | Fer       |      | Plomb     |      | Zinc      |      |
|---------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|               | (kg/jour) | %    | (kg/jour) | %    | (kg/jour) | %    | (kg/jour) | %    | (kg/jour) | %    |
| Batiscan      | 7,7       | 9,9  | 21,0      | 0,8  | 3 059,0   | 10,8 | 57,0      | 9,7  | 65,0      | 4,0  |
| Bécancour     | 6,7       | 8,6  | 94,1      | 3,8  | 3 312,0   | 11,7 | 50,1      | 8,5  | 272,2     | 16,7 |
| Gentilly      | 0,5       | 0,6  | 2,0       | 0,1  | 554,0     | 1,9  | 4,2       | 0,7  | 3,6       | 0,2  |
| Saint-Maurice | 63,0      | 80,9 | 2 353,6   | 95,3 | 21 496,0  | 75,6 | 475,3     | 81,0 | 1 292,7   | 79,1 |

Source : Centre Saint-Laurent, 1993.

**ANNEXE B**  
**SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES SUIVIS DE LA**  
**QUALITÉ DE L'AIR À BÉCANCOUR**

---

## **Annexe B**

### **Synthèse des résultats des suivis de la qualité de l'air à Bécancour**

Cette annexe résume les résultats obtenus dans le cadre de deux campagnes de suivi de la qualité de l'air à Bécancour. Les concentrations moyennes et maximales mesurées sur une base horaire, journalière et annuelle, de même que les normes et critères de qualité de l'air ambiant à respecter sont présentées au tableau B-1.

Au Québec, la réglementation québécoise applicable aux émissions atmosphériques est contenue à l'article 6 de la section III du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* (Q-2, r.20) qui définit, entre autres, les normes de qualité de l'air ambiant à respecter pour les contaminants particuliers (particules en suspension totale ou PST) et gazeux. Les concentrations limites (normes ou critères) sont définies sur une base horaire, journalière et annuelle.

- Oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)

Lors des deux campagnes, la concentration horaire maximale la plus élevée de NO<sub>2</sub> (124 ppb) ne représentait que 56 % de la norme horaire. En 1992-1995, la majorité des concentrations horaires mesurées étaient inférieures ou égales à 31 ppb, soit moins de sept fois la norme provinciale. Les concentrations journalières maximales ne dépassaient pas 45 % de la norme journalière. Enfin, les concentrations annuelles n'atteignaient que 15 % de la norme.

Dans le cas du monoxyde d'azote (NO), les concentrations mesurées lors de la campagne 1995-1997 se sont avérées du même ordre de grandeur que celles du NO<sub>2</sub>.

- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

La concentration horaire maximale la plus élevée de SO<sub>2</sub> (81 ppb) a été observée lors de la campagne de 1995-1997. Cette valeur ne représentait que 16 % de la norme horaire fixée à 500 ppb. Les concentrations journalières maximales ne dépassaient pas 36 ppb, ce qui correspond à moins de 33 % de la norme journalière. Enfin, les concentrations annuelles n'atteignaient que 15 % de la norme.

- Monoxyde de carbone (CO)

Le CO a été mesuré lors de la campagne de 1995-1997. Les concentrations horaires maximales mesurées lors de cette campagne n'ont jamais dépassé 6 ppm (soit 20 % de la norme horaire) et ont été observées à la suite d'incendies forestiers qui sont survenus en Mauricie au cours du mois d'août 1995. Lors des autres périodes couvertes par cette campagne, les concentrations horaires maximales n'ont jamais dépassé 2 ppm, soit près de 7 % de la norme. La majorité des concentrations maximales sur huit heures mesurées étaient inférieures à 1 ppm. La concentration la plus élevée était de 1,9 ppm, soit environ 15 % de la norme sur huit heures (13 ppm).

**Tableau B-1**  
**Concentrations maximales mesurées sur une base horaire et journalière et moyenne annuelle maximale**  
**des divers composés ayant fait l'objet d'un suivi de la qualité de l'air dans le secteur de Bécancour**

| Substance                                | Campagne de suivi de la qualité de l'air |                            |                            |                        |                        |                             | Normes ou critères <sup>(i)</sup> |                       |                          |   |
|--|--|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|
|  | 1992-1995                                |                            |                            | 1995-1997              |                        |                             |                                   |                       |                          |   |
|  | Maximum <sup>(a)</sup>                   |                            | Moyenne <sup>(a)</sup>     | Maximum <sup>(a)</sup> |                        | Moyenne <sup>(a)</sup>      | 1 heure                           | 24 heures             | 1 an                     | Autres  |
|  | Horaire                                  | Journalière                | Annuelle                   | Horaire                | Journalière            | Annuelle                    |                                   |                       |                          |   |
| <b>Gaz et particules</b>                 |  |                            |                            |                        |                        |                             |                                   |                       |                          |   |
| Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )       | 124 ppb                                  | 49 ppb                     | -                          | 101 ppb                | 28 ppb                 | 7 ppb                       | 220 ppb                           | 110 ppb               | 55 ppb                   | -   |
| Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )     | 73 ppb                                   | 36 ppb                     | 1 ppb                      | 81 ppb                 | 18 ppb                 | 3 ppb                       | 500 ppb                           | 110 ppb               | 20 ppb                   | -   |
| Monoxyde d'azote (NO)                    | -  | -                          | -                          | 143 ppb                | 28 ppb                 | 3 ppb                       | -                                 | -                     | -                        | -   |
| Monoxyde de carbone (CO)                 | -  | -                          | -                          | 5 ppm                  | 1,9 ppm <sup>(f)</sup> | < 1 ppm                     | 30 ppm                            | -                     | -                        | 13 ppm (8 heures)   |
| Ozone (O <sub>3</sub> )                  | -  | -                          | -                          | 88 ppb                 | 66,9 ppb               | 28,6 ppb                    | 80 ppb                            | -                     | -                        | -   |
| Particules en suspension (totales)       | 198 µg/m <sup>3</sup>                    | 26 µg/m <sup>3</sup>       | 26 µg/m <sup>3</sup>       | -                      | -                      | 22 µg/m <sup>3</sup> (g)    | -                                 | 150 µg/m <sup>3</sup> | 70 µg/m <sup>3</sup> (j) | -   |
| Particules respirables (<10 µm)          | -  | 116 µg/m <sup>3</sup> (b)  | -                          | -                      | -                      | 15 µg/m <sup>3</sup> (g)    | -                                 | -                     | -                        | -   |
| <b>Composés organiques semi-volatils</b> |  |                            |                            |                        |                        |                             |                                   |                       |                          |   |
| Biphényles polychlorés (BPC)             | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,14 ng/m <sup>3</sup>      | -                                 | -                     | 10 ng/m <sup>3</sup>     | 8 ng/m <sup>3</sup> (24 heures) (k)   |
| Benzo(a)pyrène (total)                   | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,38 ng/m <sup>3</sup>      | -                                 | -                     | 0,9 ng/m <sup>3</sup>    | -   |
| Benzo(a)pyrène (particulaire)            | -  | 1,34 ng/m <sup>3</sup> (c) | 0,24 ng/m <sup>3</sup> (d) | -                      | -                      | -                           | -                                 | -                     | -                        | -   |
| Benzo(a)pyrène (gazeux)                  | -  | 0,41 ng/m <sup>3</sup> (d) | 0,01 ng/m <sup>3</sup> (e) | -                      | -                      | -                           | -                                 | -                     | -                        | -   |
| Dioxines et furannes                     | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,015 pg/m <sup>3</sup> (h) | -                                 | -                     | -                        | 5 pg/m <sup>3</sup> (24 heures) (k);<br>0,5 pg/m <sup>3</sup> (1 année) (k) |
| <b>Composés organiques volatils</b>      |  |                            |                            |                        |                        |                             |                                   |                       |                          |   |
| Benzène                                  | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,8 µg/m <sup>3</sup>       | -                                 | -                     | 0,2 µg/m <sup>3</sup>    | 10 µg/m <sup>3</sup> (annuel) (k)   |
| Toluène                                  | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,96 µg/m <sup>3</sup>      | -                                 | -                     | 400 µg/m <sup>3</sup>    | -   |
| Éthylbenzène                             | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,18 µg/m <sup>3</sup>      | -                                 | -                     | 1000 µg/m <sup>3</sup>   | -   |
| Xylènes                                  | -  | -                          | -                          | -                      | -                      | 0,8 µg/m <sup>3</sup>       | -                                 | -                     | 345 µg/m <sup>3</sup>    | -   |

(a) : Valeur maximale observée pour l'ensemble des stations.

(b) : Seulement pour les années 1993-1995.

(c) : Seulement pour l'année 1994.

(d) : Seulement pour l'année 1992.

(e) : Seulement pour l'année 1995.

(f) : Maximum pour une période de 8 heures.

(g) : Moyenne géométrique.

(h) : Calculée en équivalent toxique.

(i) : Moyennes selon l'article 6 de la section III du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* (Q-2, r.20) et selon le document *Critères de qualité de l'air*.

(j) : Moyenne géométrique.

(k) : Critère provisoire de gestion.

Sources : Nove Environnement (1997); MEF (1998a, b).

Facteurs de conversion :

SO<sub>2</sub> : 1 ppb = 2,62 µg/Nm<sup>3</sup>      O<sub>3</sub> : 1 ppb = 1,96 µg/Nm<sup>3</sup>

CO : 1 ppm = 1,13 mg/Nm<sup>3</sup>      NO<sub>2</sub> : 1 ppb = 1,88 µg/Nm<sup>3</sup>

- Ozone (O<sub>3</sub>)

L'ozone, comme le CO, n'a été suivi que lors de la campagne de 1995-1997. La concentration moyenne horaire la plus élevée était de 88 ppb, soit 110 % de la norme horaire (80 ppb). Lors du suivi, 23 dépassements de la norme ont été enregistrés. Cependant, la fréquence de ces dépassements s'avère cohérente par rapport à d'autres stations du Québec méridional.

- Particules en suspension

Lors des deux campagnes, les concentrations en particules en suspension totales et respirables ont été suivies. Pour les particules totales en suspension, la concentration journalière maximale la plus élevée était de 198 µg/m<sup>3</sup>, ce qui correspond à 132 % de la norme journalière fixée à 150 µg/m<sup>3</sup>. Cependant, cette valeur n'a été enregistrée qu'une seule fois lors de la première campagne. Entre 1995 et 1997 la concentration journalière maximale la plus élevée n'était que de 66 µg/m<sup>3</sup>, soit seulement 44 % de la norme. La concentration annuelle la plus élevée, mesurée lors des deux campagnes, ne dépassait pas 30 % de la norme annuelle de 70 µg/m<sup>3</sup>.

En ce qui a trait aux concentrations de particules respirables, le maximum journalier mesuré était de 116 µg/m<sup>3</sup> lors de la campagne de 1992-1995 et de 37 µg/m<sup>3</sup> lors de la campagne de 1995-1997. Comme il a été mentionné précédemment, il n'existe pas de critère pour les particules respirables au Québec. Cependant, ces deux maxima sont au-dessus du critère provisoire proposé par le MENV de 25 µg/m<sup>3</sup> pour les particules plus petites que 10 µm (PM<sub>10</sub>). Les concentrations moyennes annuelles variaient entre 12 et 16 µg/m<sup>3</sup> lors des deux campagnes.

- Composés organiques semi-volatils (COSV)

Parmi les COSV suivis, seuls les HAP l'ont été lors des deux campagnes. Les concentrations maximales journalières mesurées pour le total des 16 congénères de HAP sont de 16,84 ng/m<sup>3</sup> sous forme particulaire et de 28,24 ng/m<sup>3</sup> en phase vapeur, pour un total de 45,08 ng/m<sup>3</sup>. Il est important de mentionner qu'il n'existe actuellement aucune norme horaire et journalière de qualité de l'air en ce qui concerne les HAP. En considérant seulement le benzo(a)pyrène, pour lequel un critère annuel existe, on remarque que la moyenne annuelle la plus élevée, calculée pour les deux campagnes était de 0,38 ng/m<sup>3</sup>, soit 42 % du critère annuel provisoire.

Toujours en ce qui concerne les COSV, la concentration moyenne maximale de BPC qui a été mesurée entre 1995 et 1997 est de 0,14 ng/m<sup>3</sup>. Cette valeur est très en deçà du critère annuel ou du critère provisoire de gestion pour 24 heures qui sont respectivement de 10 ng/m<sup>3</sup> et 8 ng/m<sup>3</sup>. Pour ce qui est des dioxines et furannes, la concentration moyenne maximale mesurée entre 1995 et 1997, calculée en équivalent toxique a été de 0,015 pg/m<sup>3</sup>, ce qui est bien au-dessous du critère annuel provisoire ou du critère provisoire pour 24 heures qui sont respectivement de 0,5 pg/m<sup>3</sup> et 5 pg/m<sup>3</sup>.

- Composés organiques volatils (COV)

Lors de la campagne de 1995-1997, une vaste gamme de composés organiques volatils ont été mesurés. Cependant, les substances mesurées à des concentrations significatives sont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes (BTEX). Les concentrations moyennes mesurées étaient en général bien en dessous des critères, sauf dans le cas du benzène, où elles ont dépassé légèrement le critère annuel de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cependant, le cas du benzène est particulier puisque les concentrations mesurées généralement dans l'air au Canada et aux États-Unis excèdent le critère fixé pour cette substance, et ce, même en milieu rural.

*ANNEXE C*  
*INVENTAIRE DU MILIEU BIOLOGIQUE*

---



**Tableau C-1**  
**Espèces floristiques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées**  
**inventoriées dans la zone d'étude élargie**

| Nom latin  | Nom français  |
|--|---|
| <i>Arethusa bulbosa</i>  | Aréthuse bulbeuse                                   |
| <u><i>Bidens discoideus</i></u>                                | Bident discoïde                                     |
| <i>Cardamine concatenata</i>                                   | -   |
| <i>Carex folliculata</i>                                       | Carex folliculé                                     |
| <i>Celtis occidentalis</i>                                     | Micocoulier occidental                              |
| <i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>                  | Cicutaire maculée variété de Victorin               |
| <i>Cyperus lupulinus</i> subsp. <i>lupulinus</i>               | -   |
| <i>Cyperus lupulinus</i> subsp. <i>macilentus</i>              | -   |
| <i>Cypripedium reginae</i>                                     | Cypripède royal                                     |
| <i>Echinochloa walteri</i>                                     | Échinochloé de Walter                               |
| <u><i>Eragrostis hypnoides</i></u>                             | Éragrostis hypnoïde                                 |
| <i>Gratiola neglecta</i> var. <i>glaberrima</i>                | Gratiolle négligée variété du Saint-Laurent         |
| <i>Ionactis linariifolius</i>                                  | Aster à feuilles de linaires                        |
| <i>Iris virginica</i> var. <i>shrevei</i>                      | Iris de Virginie variété de Shreve                  |
| <i>Juncus greenei</i>  | Jonc de Greene                                      |
| <i>Justicia americana</i>                                      | Carmantine d'Amérique                               |
| <u><i>Lindernia dubia</i> var. <i>inundata</i></u>             | Lindernie litigieuse variété estuarienne            |
| <i>Lysimachia hybrida</i>                                      | Lysimaque hybride                                   |
| <i>Najas guadalupensis</i>                                     | Naiade de la Guadeloupe                             |
| <i>Platanthera blephariglottis</i> var. <i>blephariglottis</i> | Platanthère à gorge frangée variété à gorge frangée |
| <i>Platanthera flava</i> var. <i>herbiola</i>                  | Platanthère à gorge tuberculée variété petite-herbe |
| <i>Platanthera macrophylla</i>                                 | Platanthère à grandes feuilles                      |
| <i>Polygonum careyi</i>  | Renouée de Carey                                    |
| <i>Polygonum hydropiperoides</i> var. <i>hydropiperoides</i>   | Renouée faux-poivre-d'eau variété faux-poivre-d'eau |
| <i>Proserpinaca palustris</i>                                  | Proserpinie des marais                              |
| <i>Ranunculus flabellaris</i>                                  | Renoncule à éventails                               |
| <i>Rubus flagellaris</i>                                       | Ronce à flagelles                                   |
| <i>Saururus cernuus</i>  | Lézardelle penchée                                  |
| <i>Schoenoplectus heterochaetus</i>                            | Scirpe à soies inégales                             |
| <i>Schoenoplectus torreyi</i>                                  | Scirpe de Torrey                                    |
| <i>Sparganium androcladum</i>                                  | Rubanier rameux                                     |
| <i>Staphylea trifolia</i>                                      | Staphylier à trois folioles                         |
| <i>Strophostyles helvula</i>                                   | Strophostyle ocracé                                 |
| <i>Viola affinis</i>   | Violette affine                                     |
| <i>Wolffia columbiana</i>                                      | -   |
| <i>Woodwardia virginica</i>                                    | Woodwardie de Virginie                              |
| -  | Espèce non mentionnée (information sensible)        |

Sources : CDPNQ-MENV (2001); Sabourin (2001).

Note : Les espèces dont le nom est souligné ont été observées dans la zone d'étude rapprochée lors des inventaires réalisés à l'automne 2001.

**Tableau C-2**  
**Espèces d'amphibiens et de reptiles observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français                         | Nom latin                        | Nom français                   | Nom latin                              |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>AMPHIBIENS</b>                    |                                  | <b>Famille des Ranidae</b>     |  |
| <b>Famille des Proteidae</b>         |                                  | <u>Grenouille des bois</u> (M) | <i>Rana sylvatica</i>                  |
| Necture tacheté (M)                  | <i>Necturus maculosus</i>        | <u>Grenouille léopard</u> (P)  | <i>Rana pipiens</i>                    |
| <b>Famille des Salamandridae</b>     |                                  | <u>Grenouille verte</u> (P)    | <i>Rana clamitans</i>                  |
| Triton vert (P)                      | <i>Notophthalmus viridescens</i> | Grenouille des marais (P)      | <i>Rana palustris</i>                  |
|                                      |                                  | Grenouille du nord (P)         | <i>Rana septentrionalis</i>            |
|                                      |                                  | <u>Ouaouaron</u> (P)           | <i>Rana catesbeiana</i>                |
| <b>Famille des Ambystomatidae</b>    |                                  | <b>REPTILES</b>                |  |
| <u>Salamandre à points bleus</u> (M) | <i>Ambystoma laterale</i>        | <b>Famille des Chelydridae</b> |  |
| Salamandre maculée (M)               | <i>Ambystoma maculatum</i>       | Chélydre serpentine (M)        | <i>Chelydra serpentina</i>             |
| <b>Famille des Plethodontidae</b>    |                                  | <b>Famille des Emydidae</b>    |  |
| Salmandre à quatre doigts (M)        | <i>Hemidactylium scutatum</i>    | Tortue peinte (P)              | <i>Chrysemys picta</i>                 |
| Salamandre sombre du nord (P)        | <i>Desmognathus fuscus</i>       | Tortue ponctuée (P)            | <i>Clemmys guttata</i>                 |
| Salamandre à deux lignes (P)         | <i>Eurycea bislineata</i>        | Tortue des bois (P)            | <i>Clemmys insculpta</i>               |
| Salamandre rayée (P)                 | <i>Plethodon cinereus</i>        |                                |  |
| <b>Famille des Bufonidae</b>         |                                  | <b>Famille des Colubridae</b>  |  |
| <u>Crapaud d'Amérique</u> (M)        | <i>Bufo americanus</i>           | <u>Couleuvre rayée</u> (M)     | <i>Thamnophis sirtalis</i>             |
| <b>Famille des Hylidae</b>           |                                  | Couleuvre à ventre rouge (M)   | <i>Storeria occipitomaculata</i>       |
| <u>Rainette crucifère</u> (M)        | <i>Pseudacris crucifer</i>       | Couleuvre verte (M)            | <i>Liochloris (Opheodrys) vernalis</i> |
| Rainette faux-grillon de l'Ouest (P) | <i>Pseudacris triseriata</i>     | Couleuvre à collier (P)        | <i>Diadophis punctatus</i>             |
| Rainette versicolore (P)             | <i>Hyla versicolor</i>           | Couleuvre tachetée (P)         | <i>Lampropeltis triangulum</i>         |

Sources : SHNVSL (2001); Desgranges et Ducruc (2000); Nove Environnement (2002).

Légende : (M) = espèce faisant l'objet d'une mention par l'Atlas des amphibiens et reptiles du Québec; (P) = espèce ayant un potentiel de présence dans le secteur d'étude.

Note : Les espèces dont le nom est souligné ont été observées dans la zone d'étude rapprochée.

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français             | Nom latin                    | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Gaviidae</b>          |                              |                       |  |                                     |
| Plongeon Huard           | <i>Gavia immer</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Podicipedidae</b>     |                              |                       |  |                                     |
| Grèbe à bec bigarré      | <i>Podilymbus podiceps</i>   | ***                   | Ea, Mh                                 | Po, Es, Am, In                      |
| <b>Phalacrocoracidae</b> |                              |                       |  |                                     |
| Grand cormoran           | <i>Phalacrocorax carbo</i>   | P                     | -                                      | -                                   |
| Cormoran à aigrettes     | <i>Phalacrocorax auritus</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Ardeidae</b>          |                              |                       |  |                                     |
| Héron vert               | <i>Butorides virescens</i>   | **                    | Ea, Mh                                 | Po, Am, Re, InvA, In                |
| Butor d'Amérique         | <i>Botaurus lentiginosus</i> | ***                   | Mh                                     | Po, InvA, Am, PM, In                |
| Petit blongios           | <i>Ixobrychus exilis</i>     | *                     | Mh                                     | Po, In, Am, PM                      |
| Grand Héron              | <i>Ardea herodias</i>        | *                     | I, Br                                  | Po, Am, In, PM, Oi                  |
| Grande Aigrette          | <i>Ardea alba</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Bihoreau gris            | <i>Nycticorax nycticorax</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Anatidae</b>          |                              |                       |  |                                     |
| Bernache du Canada       | <i>Branta canadensis</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Oie des neiges           | <i>Chen caerulescens</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Canard branchu           | <i>Aix sponsa</i>            | ***                   | Fhma                                   | PIA, Fr, Gr, In                     |
| Sarcelle d'hiver         | <i>Anas crecca</i>           | **                    | Ea                                     | Gr, InvA, In                        |
| Sarcelle à ailes bleues  | <i>Anas discors</i>          | **                    | MoEa                                   | Gr, In, Es                          |
| Canard noir              | <i>Anas rubripes</i>         | ***                   | Ea, Mh                                 | Gr, Fr, InvA                        |
| Canard colvert           | <i>Anas platyrhynchos</i>    | ***                   | Ea, Mh                                 | PIA, Gr, In                         |
| Canard souchet           | <i>Anas clypeata</i>         | ***                   | MoEa                                   | InvA, Gr, PIA, In                   |
| Canard pilet             | <i>Anas acuta</i>            | ***                   | MoEa                                   | PIA, Gr, InvA                       |
| Canard chipeau           | <i>Anas strepera</i>         | **                    | MoEa                                   | PIA, In                             |
| Canard d'Amérique        | <i>Anas americana</i>        | ***                   | MoEa                                   | PIA, Pl, InvA                       |
| Canard siffleur          | <i>Anas penelope</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Fuligule à tête rouge    | <i>Aythya americana</i>      | P                     | -                                      | -                                   |
| Fuligule à collier       | <i>Aythya collaris</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Fuligule milouinan       | <i>Aythya marila</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Petit fuligule           | <i>Aythia affinis</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Petit garrot             | <i>Bucephala albeola</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Garrot à œil d'or        | <i>Bucephala clangula</i>    | P                     | -                                      | -                                   |
| Harle couronné           | <i>Lophodytes cucullatus</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| Grand harle              | <i>Mergus merganser</i>      | P                     | -                                      | -                                   |
| Harle huppé              | <i>Mergus serrator</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Cathartidae</b>       |                              |                       |  |                                     |
| Urubu à tête rouge       | <i>Cathartes aura</i>        | P                     | -                                      | -                                   |

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français                 | Nom latin                       | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Accipitridae</b>          |                                 |                       |  |                                     |
| Pygargue à tête blanche      | <i>Haliaeetus leucocephalus</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| Busard Saint-Martin          | <i>Circus cyaneus</i>           | **                    | Moh                                    | PM, Am, Re                          |
| Épervier brun                | <i>Accipiter striatus</i>       | *                     | Frm                                    | Oi, PM, In                          |
| Épervier de Cooper           | <i>Accipiter cooperii</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Autour des Palombes          | <i>Accipiter gentilis</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Buse à queue rousse          | <i>Buteo jamaicensis</i>        | **                    | Fma, Mo                                | PM, Oi, Am, Re                      |
| Buse pattue                  | <i>Buteo lagopus</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Petite buse                  | <i>Buteo platypterus</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Buse à épaulettes            | <i>Buteo lineatus</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Balbusard pêcheur            | <i>Pandion haliaetus</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Falconidae</b>            |                                 |                       |  |                                     |
| Crécerelle d'Amérique        | <i>Falco sparverius</i>         | **                    | Mo                                     | PM, Oi, In                          |
| Faucon émerillon             | <i>Falco columbarius</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Rallidae</b>              |                                 |                       |  |                                     |
| Gallinule poule-deau         | <i>Gallinula chloropus</i>      | ***                   | Mh, Ea                                 | Pl, In, Es                          |
| Marouette de Caroline        | <i>Porzana carolina</i>         | ***                   | Mh                                     | Pl, In, InvA                        |
| <b>Charadriidae</b>          |                                 |                       |  |                                     |
| Pluvier kildir               | <i>Charadrius vociferus</i>     | ***                   | Mo                                     | In                                  |
| Pluvier argenté              | <i>Pluvialis squatarola</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Pluvier semipalmé            | <i>Charadrius semipalmatus</i>  | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Scolopacidae</b>          |                                 |                       |  |                                     |
| Chevalier grivelé            | <i>Actitis macularia</i>        | ***                   | Mo, Ea                                 | In, InvA                            |
| Petit chevalier              | <i>Tringa flavipes</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Grand chevalier              | <i>Tringa melanoleuca</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Chevalier solitaire          | <i>Tringa solitaria</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Maubèche des champs          | <i>Bartramia longicauda</i>     | ***                   | Mo                                     | In, Inv                             |
| Bécasseau semipalmé          | <i>Calidris pusilla</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Bécasseau sanderling         | <i>Calidris alba</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Bécasseau minuscule          | <i>Calidris minutilla</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Bécasseau à poitrine cendrée | <i>Calidris melanotos</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Bécasseau variable           | <i>Calidris alpina</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Bécassine des marais         | <i>Gallinago gallinago</i>      | **                    | Mo, Mh                                 | In, Inv                             |
| Bécasse d'Amérique           | <i>Scolopax minor</i>           | *                     | Éc                                     | Inv, In                             |
| Tournepiere à collier        | <i>Arenaria interpres</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Laridae</b>               |                                 |                       |  |                                     |
| Mouette de Bonaparte         | <i>Larus philadelphia</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Goéland à bec cerclé         | <i>Larus delawarensis</i>       | ***                   | Mo, Ea                                 | Om                                  |
| Goéland argenté              | <i>Larus argentatus</i>         | ***                   | Mo, Ea                                 | Om                                  |
| Goéland marin                | <i>Larus marinus</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Sterne pierregarin           | <i>Sterna hirundo</i>           | ***                   | Mo, Ea                                 | Po, InvA, In                        |
| Guifette noire               | <i>Chlidonias niger</i>         | ***                   | Mh, Ea                                 | In, InvA, Po                        |

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français              | Nom latin                        | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Columbidae</b>         |                                  |                       |  |                                     |
| Pigeon biset              | <i>Columba livia</i>             | ***                   | Moha, Mu, Sb                           | Gr                                  |
| Tourterelle triste        | <i>Zenaida macroura</i>          | ***                   | Mbc, Moha                              | Gr                                  |
| <b>Cuculidae</b>          |                                  |                       |  |                                     |
| Coulicou à bec noir       | <i>Coccyzus erythrophthalmus</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Strigidae</b>          |                                  |                       |  |                                     |
| Grand-duc d'Amérique      | <i>Bubo virginianus</i>          | ***                   | Hv, LF, Fmo                            | PM, Oi                              |
| Harfang des neiges        | <i>Nyctea scandiaca</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Chouette épervière        | <i>Surnia ulula</i>              | P                     | -                                      | -                                   |
| Chouette rayée            | <i>Strix varia</i>               | P                     | -                                      | -                                   |
| Petite nyctale            | <i>Aegolius acadicus</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Phasianidae</b>        |                                  |                       |  |                                     |
| Gélinotte huppée          | <i>Bonasa umbellus</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Perdrix grise             | <i>Perdrix perdrix</i>           | *                     | Moa                                    | Pl, In                              |
| <b>Caprimulgidae</b>      |                                  |                       |  |                                     |
| Engoulevent bois-pourri   | <i>Caprimulgus vociferus</i>     | *                     | Mo, Mbc                                | In                                  |
| Engoulevent d'Amérique    | <i>Chordeiles minor</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Apodidae</b>           |                                  |                       |  |                                     |
| Martinet ramoneur         | <i>Chaetura pelagica</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Trochilidae</b>        |                                  |                       |  |                                     |
| Colibri à gorge rubis     | <i>Archilochus colubris</i>      | **                    | Mo, LF                                 | Ne                                  |
| <b>Alcedinidae</b>        |                                  |                       |  |                                     |
| Martin-pêcheur d'Amérique | <i>Ceryle alcyon</i>             | **                    | Es                                     | Po, InvA, In, Am                    |
| <b>Picidae</b>            |                                  |                       |  |                                     |
| Pic maculé                | <i>Sphyrapicus varius</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Pic mineur                | <i>Picoides pubescens</i>        | **                    | Ffm                                    | In, Fr                              |
| Pic flamboyant            | <i>Colaptes auratus</i>          | ***                   | Mo, Mbc                                | In, Fr, Gr                          |
| Pic chevelu               | <i>Picoides villosus</i>         | **                    | Ffmma                                  | In                                  |
| Pic à dos noir            | <i>Picoides arcticus</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Grand pic                 | <i>Dryocopus pileatus</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Tyrannidae</b>         |                                  |                       |  |                                     |
| Pioui de l'est            | <i>Contopus virens</i>           | **                    | Ffm                                    | In                                  |
| Moucherolle tchébec       | <i>Empidonax minimus</i>         | *                     | Ffmd,                                  | In                                  |
| Moucherolle phébi         | <i>Sayornis phoebe</i>           | *                     | Hv                                     | In, Fr, Gr                          |
| Moucherolle des aulnes    | <i>Empidonax alnorum</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Tyran huppé               | <i>Myiarchus crinitus</i>        | **                    | Ffmma                                  | In                                  |
| Tyran tritri              | <i>Tyrannus tyrannus</i>         | **                    | MoEa                                   | In, Fr                              |
| <b>Laniidae</b>           |                                  |                       |  |                                     |
| Pie-grièche migratrice    | <i>Lanius ludovicianus</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Pie-grièche grise         | <i>Lanius excubitor</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Alaudidae</b>          |                                  |                       |  |                                     |
| Alouette hausse-col       | <i>Eremophila alpestris</i>      | ***                   | Moa                                    | Gr, In                              |

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français                 | Nom latin                         | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Hirundinidae</b>          |                                   |                       |  |                                     |
| Hirondelle bicolor           | <i>Tachycineta bicolor</i>        | ***                   | MoEa, Mu                               | In, Fr, Gr                          |
| Hirondelle à front blanc     | <i>Hirundo pyrrhonota</i>         | ***                   | Sb                                     | In                                  |
| Hirondelle noire             | <i>Progne subis</i>               | ***                   | Mu, Moha                               | In                                  |
| Hirondelle de rivage         | <i>Riparia riparia</i>            | ***                   | Es, Ea                                 | In                                  |
| Hirondelle rustique          | <i>Hirundo rustica</i>            | ***                   | Sh, Moa, Ea                            | In                                  |
| Hirondelle à ailes hérissées | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | *                     | Sh, Es                                 | In                                  |
| <b>Corvidae</b>              |                                   |                       |  |                                     |
| Geai bleu                    | <i>Cyanocitta cristata</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Corneille d'Amérique         | <i>Corvus brachyrhynchos</i>      | ***                   | MbMo                                   | Om                                  |
| Grand corbeau                | <i>Corvus corax</i>               | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Paridae</b>               |                                   |                       |  |                                     |
| Mésange à tête noire         | <i>Parus atricapillus</i>         | *                     | Ffm                                    | In, Gr, Fr                          |
| <b>Sittidae</b>              |                                   |                       |  |                                     |
| Sitelle à poitrine rousse    | <i>Sitta canadensis</i>           | *                     | Fmma                                   | Gr, In                              |
| Sitelle à poitrine blanche   | <i>Sitta carolinensis</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Certhiidae</b>            |                                   |                       |  |                                     |
| Grimpereau brun              | <i>Certhia americana</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Troglodytidae</b>         |                                   |                       |  |                                     |
| Troglodyte des marais        | <i>Cistothorus palustris</i>      | **                    | Mh                                     | In                                  |
| Troglodyte familier          | <i>Troglodytes aedon</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Troglodyte mignon            | <i>Troglodytes troglodytes</i>    | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Regulidae</b>             |                                   |                       |  |                                     |
| Roitelet à couronne dorée    | <i>Regulus satrapa</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Roitelet à couronne rubis    | <i>Regulus calendula</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Muscicapidae</b>          |                                   |                       |  |                                     |
| Grive fauve                  | <i>Catharus fuscescens</i>        | *                     | Ffmh                                   | In, Fr, Gr                          |
| Grive des bois               | <i>Hylocichla mustelina</i>       | *                     | Fmma                                   | In, Fr                              |
| Grive solitaire              | <i>Catharus guttatus</i>          | *                     | Frm, Éc                                | In, Fr                              |
| Grive à dos olive            | <i>Catharus ustulatus</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Grive à collier              | <i>Ixoreus naevius</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Merle d'Amérique             | <i>Turdus migratorius</i>         | ***                   | Hv, Moha                               | Inv, In, Fr                         |
| Merlebleu de l'Est           | <i>Sialia sialis</i>              | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Mimidae</b>               |                                   |                       |  |                                     |
| Moqueur chat                 | <i>Dumetella carolinensis</i>     | ***                   | Éc, LF                                 | In, Fr                              |
| Moqueur roux                 | <i>Toxostoma rufum</i>            | **                    | Moa, Éc                                | In, Fr, Gr                          |
| Moqueur polyglotte           | <i>Mimus polyglottos</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Bombycillidae</b>         |                                   |                       |  |                                     |
| Jaseur d'Amérique            | <i>Bombycilla cedrorum</i>        | ***                   | Moha                                   | Fr, In                              |
| Jaseur boréal                | <i>Bombycilla garrulus</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Sturnidae</b>             |                                   |                       |  |                                     |
| Étourneau sansonnet          | <i>Sturnus vulgaris</i>           | ***                   | Mu, Hv                                 | In, Inv, Gr, Fr                     |

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français              | Nom latin                        | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Vireonidae</b>         |                                  |                       |  |                                     |
| Viréo aux yeux rouges     | <i>Vireo olivaceus</i>           | *                     | Ffm                                    | In, Fr                              |
| Viréo de Philadelphie     | <i>Vireo philadelphicus</i>      | P                     | -                                      | -                                   |
| Viréo mélodieux           | <i>Vireo gilvus</i>              | *                     | Br, FmaMo                              | In, Fr                              |
| <b>Parulidae</b>          |                                  |                       |  |                                     |
| Paruline jaune            | <i>Dendroica petechia</i>        | ***                   | Ar, Moha                               | In                                  |
| Paruline à flancs marron  | <i>Dendroica pensylvanica</i>    | ***                   | Éc, LF                                 | In, Fr                              |
| Paruline flamboyante      | <i>Setophaga ruticilla</i>       | *                     | Ffd                                    | In                                  |
| Paruline bleue            | <i>Dendroica caerulescens</i>    | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline à croupion jaune | <i>Dendroica coronata</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline à gorge noire    | <i>Dendroica virens</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline des pins         | <i>Dendroica pinus</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline à tête cendrée   | <i>Dendroica magnolia</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline noir et blanc    | <i>Mniotilta varia</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline couronnée        | <i>Seiurus aurocapillus</i>      | ***                   | Ffm, Fr                                | In, Inv                             |
| Paruline masquée          | <i>Geothlypis trichas</i>        | **                    | Ar, Moh                                | In, Inv                             |
| Paruline du Canada        | <i>Wilsonia canadensis</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline triste           | <i>Oporornis philadelphia</i>    | *                     | Ar, Éc, LF                             | In, Inv, Fr                         |
| Paruline à joues grises   | <i>Vermivora ruficapilla</i>     | **                    | Frm, Éc, LF                            | In                                  |
| Paruline obscure          | <i>Vermivora peregrina</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline à collier        | <i>Parula americana</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline à poitrine baie  | <i>Dendroica castanea</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| Paruline rayée            | <i>Dendroica striata</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Cardinalidae</b>       |                                  |                       |  |                                     |
| Cardinal à poitrine rose  | <i>Pheucticus ludovicianus</i>   | **                    | Ffm, LF, Éc, Mbc                       | Fr, Gr, In,                         |
| Cardinal rouge            | <i>Cardinalis cardinalis</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Passerin indigo           | <i>Passerina cyanea</i>          | **                    | LF, Éc                                 | In, Gr, Fr                          |
| <b>Thraupidae</b>         |                                  |                       |  |                                     |
| Tangara écarlate          | <i>Piranga olivacea</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Emberizidae</b>        |                                  |                       |  |                                     |
| Junco ardoisé             | <i>Junco hyemalis</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Bruant lapon              | <i>Calcarius lapponicus</i>      | P                     | -                                      | -                                   |
| Bruant des neiges         | <i>Plectrophenax nivalis</i>     | P                     | -                                      | -                                   |
| Bruant familier           | <i>Spizella passerina</i>        | ***                   | Mu, LF, Moha, Moa                      | Gr, In                              |
| Bruant des prés           | <i>Passerculus sandwichensis</i> | ***                   | Moa, Moh                               | Gr, In, Inv                         |
| Bruant chanteur           | <i>Melospiza melodia</i>         | ***                   | Mo, Hv                                 | Gr, Fr, In, Inv                     |
| Bruant des marais         | <i>Melospiza georgiana</i>       | **                    | Moh, Ar, Mh                            | In, Gr                              |
| Bruant à gorge blanche    | <i>Zonotrichia albicollis</i>    | ***                   | LF, Éc, Mbc                            | In, Gr, Fr                          |
| Bruant hudsonien          | <i>Spizella arborea</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Bruant fauve              | <i>Passerella iliaca</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Bruant à couronne blanche | <i>Zonotrichia leucophrys</i>    | P                     | -                                      | -                                   |

**Tableau C-3**  
**Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français          | Nom latin                         | Statut <sup>(a)</sup> | Habitat de nidification <sup>(b)</sup> | Habitude alimentaire <sup>(b)</sup> |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| <b>Icteridae</b>      |                                   |                       |  |                                     |
| Quiscale bronzé       | <i>Quiscalus quiscula</i>         | ***                   | Hv                                     | Om                                  |
| Quiscale rouilleux    | <i>Euphagus carolinus</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Vacher à tête brune   | <i>Molothrus ater</i>             | **                    | Moa, LF                                | In, Inv, Gr                         |
| Carouge à épaulettes  | <i>Agelaius phoeniceus</i>        | ***                   | Moh, Moa                               | In, Gr                              |
| Goglu des prés        | <i>Dolichonyx oryzivorus</i>      | ***                   | Moa                                    | In, Inv, Gr                         |
| Sturnelle des prés    | <i>Sturnella magna</i>            | ***                   | Moa                                    | In, Gr                              |
| Sturnelle de l'Ouest  | <i>Sturnella neglecta</i>         | P                     | -                                      | -                                   |
| Oriole de Baltimore   | <i>Icterus galbula</i>            | ***                   | Mbc, Mo, Br                            | In, Fr, Ne                          |
| <b>Fringillidae</b>   |                                   |                       |  |                                     |
| Roselin pourpré       | <i>Carpodacus purpureus</i>       | *                     | Frm, LF                                | Gr, In, Fr                          |
| Roselin familier      | <i>Carpodacus mexicanus</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Bec-croisé des sapins | <i>Loxia curvirostra</i>          | P                     | -                                      | -                                   |
| Bec-croisé bifascié   | <i>Loxia leucoptera</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Sizerin flammé        | <i>Carduelis flamma</i>           | P                     | -                                      | -                                   |
| Sizerin blanchâtre    | <i>Carduelis hornemanni</i>       | P                     | -                                      | -                                   |
| Tarin des pins        | <i>Carduelis pinus</i>            | P                     | -                                      | -                                   |
| Chardonneret jaune    | <i>Carduelis tristis</i>          | ***                   | Mo, LF, Éc                             | Gr, In                              |
| Gros-bec errant       | <i>Coccothraustes vespertinus</i> | P                     | -                                      | -                                   |
| Durbec des sapins     | <i>Pinicola enucleator</i>        | P                     | -                                      | -                                   |
| <b>Passeridae</b>     |                                   |                       |  |                                     |
| Moineau domestique    | <i>Passer domesticus</i>          | ***                   | Mu, Hv                                 | Gr, In                              |

Sources : AQGO (1995); DesGranges et Ducruc (2000)  
King et autres (2001); AQGO (2001).

<sup>(a)</sup> : Les astérisques indiquent la catégorie de nicheurs à laquelle appartient l'espèce pour la zone d'étude rapprochée.  
\* = nicheur possible; \*\* = nicheur probable; \*\*\* = nicheur confirmé; P = présence de l'espèce.

<sup>(b)</sup> : L'habitat de nidification et les habitudes alimentaires sont mentionnés seulement pour les espèces nicheuses.



## Légende

| Habitat de nidification                            | Habitudes alimentaires        |
|--|-------------------------------|
| Ar : arbustaie riveraine                           | Am : amphibiens               |
| Br : bande riveraine (grands arbres)               | Es : escargots                |
| Ea : abords des plans d'eau et des cours d'eau     | Fr : fruits                   |
| Éc : écotone, forêt jeune ou régénération          | Gr : graines                  |
| Es : escarpement de dépôt meuble (terrier)         | In : insectes                 |
| Ff : forêt feuillue                                | Inv : invertébrés             |
| Ffd : forêt feuillue dense                         | InvA : invertébrés aquatiques |
| Ffm : forêt feuillue ou mixte                      | Ne : nectar                   |
| Ffmd : forêt feuillue ou mixte dense               | Oi : oiseaux                  |
| Ffmh : forêt feuillue ou mixte humide              | Om : omnivore                 |
| Ffmma : forêt feuillue ou mixte mature             | Pl : plantes                  |
| Fhma : forêt humide mature                         | PIA : plantes aquatiques      |
| FmaMo : forêt mature près d'un milieu ouvert       | PM : petits mammifères        |
| Fr : forêt résineuse                               | Po : poissons                 |
| Frm : forêt résineuse ou mixte                     | Re : reptiles                 |
| Frmma : forêt résineuse ou mixte mature            |                               |
| Hv : habitat varié                                 |                               |
| I : île boisée                                     |                               |
| LF : lisière de forêt                              |                               |
| Mbc : milieu boisé clairsemé                       |                               |
| MbMo : milieu boisé près d'un milieu humide        |                               |
| Mh : milieu humide et marécageux                   |                               |
| Mo : milieu ouvert                                 |                               |
| Moa : milieu ouvert agricole                       |                               |
| MoEa : milieu ouvert près d'un plan d'eau          |                               |
| Moh : milieu ouvert et terres humides              |                               |
| Moha : milieu ouvert habité                        |                               |
| Mu : milieu urbain                                 |                               |
| Sb : structures de béton (pont, viaduc, édifice)   |                               |
| Sh : structures humaines (maisons, granges, ponts) |                               |

**Tableau C-4**  
**Espèces de mammifères observées dans la zone d'étude élargie**

| Nom français   | Nom latin                      | Nom français  | Nom latin                     |
|--|--------------------------------|---|-------------------------------|
| <b>Famille des Soricidae</b>                                 |                                | <b>Famille de Dipodidae</b>   |                               |
| <u>Grande musaraigne</u> (In, InvT, Am, Ch, PM)              | <i>Blarina brevicauda</i>      | <u>Souris sauteuse des champs</u> (Pl, Gr, Fr, Ch, In, InvT)          | <i>Zapus hudsonius</i>        |
| <u>Musaraigne cendrée</u> (In, InvT, O, PM, Gr)              | <i>Sorex cinereus</i>          |   |                               |
| <b>Famille des Talpidae</b>                                  |                                | <b>Famille des Procyonidae</b>  |                               |
| <u>Condylure étoilé</u> (InvA, InvT, P)                      | <i>Condylura cristata</i>      | <u>Raton laveur (i)</u> (Om - surtout organismes aquatiques)          | <i>Procyon lotor</i>          |
| <b>Famille des Sciuridae</b>                                 |                                | <b>Famille des Mustelidae</b>   |                               |
| <u>Écureuil gris</u> (Gr, Fr, Ch, In, Oi, O)                 | <i>Sciurus carolinensis</i>    | <u>Moufette rayée</u> (Om)  | <i>Mephitis mephitis</i>      |
| <u>Écureuil roux</u> (Gr, Pl, Fr, Ch, O, Oi, In)             | <i>Tamiasciurus hudsonicus</i> | <u>Belette à longue queue</u> <sup>(a)</sup> (PM, Oi, O, Am, R, InvT) | <i>Mustela frenata</i>        |
| <u>Marmotte commune (i)</u> (Pl, Fr, In)                     | <i>Marmota monax</i>           | <b>Famille des Cervidae</b>   |                               |
| <u>Tamia rayé</u>  | <i>Tamias striatus</i>         | <u>Cerf de Virginie (i)</u> (Pl, Fr, Ch)                              | <i>Odocoileus virginianus</i> |
| <b>Famille des Cricetidae</b>                                |                                | <b>Famille des Canidae</b>  |                               |
| <u>Campagnol des champs</u> (Pl, Fr, Gr, In)                 | <i>Microtus pennsylvanicus</i> | <u>Renard roux (i)</u> (Om - surtout PM)                              | <i>Vulpes vulpes</i>          |
| <u>Campagnol à dos roux de Gapper</u> (Pl, Gr, Ch, In, InvT) | <i>Clethrionomys gapperi</i>   |   |                               |
| <u>Souris sylvestre</u>                                      | <i>Peromyscus maniculatus</i>  |   |                               |

<sup>(a)</sup> : Autre identification possible, Hermine (*Mustela erminea*).

Sources : Nove Environnement (2002); FAPAQ (2000).

Note : Les espèces dont le nom est souligné ont été observées dans la zone d'étude rapprochée.

Régime alimentaire : Am = amphibiens; Ch = champignons; Fr = fruits; Gr = graines et glands; In = insectes; InvA = invertébrés aquatiques; InvT = invertébrés terrestres; O = œufs;  
Om = omnivore; Oi = oiseaux; PM = petits mammifères; P = poissons; Pl = plantes; R = reptiles.

**Tableau C-5**  
**Fréquence des principaux invertébrés benthiques de la batture de Gentilly en 1970**

| Taxons                  |                  | Espèces                         | Fréquence (%) |
|-------------------------|------------------|---------------------------------|---------------|
| <b>Mollusques</b>       | Gastéropodes     | <i>Bithynia tentaculata</i>     | 50,26         |
|                         |                  | <i>Valvata sincera</i>          | 1,80          |
|                         |                  | <i>Amnicola limosa</i>          | 1,52          |
|                         |                  | <i>Helisoma trivolis</i>        | 1,32          |
|                         | Bivalves         | <i>Sphearium striatinum</i>     | 10,82         |
|                         |                  | <i>Pisidium amnicum</i>         | 3,23          |
|                         |                  | <i>Spaerium corneum</i>         | 1,18          |
| <b>Annélides (vers)</b> | Tubificidés      | <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> | 7,42          |
|                         |                  | <i>Peloscolex ferox</i>         | 1,02          |
|                         | Glossoscolecidés | <i>Sparganophilus tamesis</i>   | 4,98          |
|                         | Erpobdellidés    | <i>Erpobdella punctata</i>      | 2,42          |
|                         | Glossiphoniidés  |                                 | 1,19          |
| <b>Insectes</b>         | Trichoptères     | <i>Phylocentropus placidus</i>  | 1,18          |
|                         | Chironomides     | <i>Chironomus plumosus</i>      | 1,60          |

Source : Armellin et Mousseau (1998).

**Tableau C-6**  
**Espèces de poissons observées dans la zone d'étude élargie**

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>O. PETROMYZONNIDA</b>   | <u><i>Pimephales promelas</i></u> , <u>Tête-de-boule</u> (Al, DO, InvA, ZPI) | <b>O. PERCOPSIDA</b>   |
| <b>F. Petromyzontidae</b>  | <u><i>Semotilus atromaculatus</i></u> , <u>Mulet à cornes</u> (Om)           | <b>F. Percopsidae</b>  |
| <u><i>Petromyzon marinus</i></u> , <u>Lamproie marine</u> (PPI, Zpl, Par)        | <u><i>Rhinichthys cataractae</i></u> , <u>Naseux des rapides</u>             | <u><i>Percopsis omiscomaycus</i></u> , <u>Omisco</u> (InvA, P)                     |
| <u><i>Ichtyomyzon unicuspis</i></u> , <u>Lamproie argentée</u> (PPI, Zpl, Par)   | <u><i>Semotilus corporalis</i></u> , <u>Quitouche</u> (InvA, P)              | <b>O. CYPRINODONTIDA</b>   |
| <b>O. ACIPENSERIDA</b>   | <b>F. Catostomidae</b>   | <b>F. Cyprinodontidae</b>  |
| <b>F. Acipenseridae</b>  | <u><i>Carpiodes cyprinus</i></u> , <u>Couette</u> (InvA, DO)                 | <u><i>Fundulus diaphanus</i></u> , <u>Fondule barré</u> (InvA, ZPI)                |
| <u><i>Acipenser fulvescens</i></u> , <u>Esturgeon jaune</u> (InvA, P)            | <u><i>Catostomus catostomus</i></u> , <u>Meunier rouge</u> (InvA)            | <b>O. GADIDA</b>   |
| <b>O. SEMIONOTIDA</b>  | <u><i>Catostomus commersoni</i></u> , <u>Meunier noir</u> (InvA)             | <b>F. Gadidae</b>  |
| <b>F. Lepisosteidae</b>  | <u><i>Moxostoma anisurum</i></u> , <u>Chevalier blanc</u> (InvA)             | <u><i>Lota lota</i></u> , <u>Lotte</u> (InvA, P)                                   |
| <u><i>Lepisosteus osseus</i></u> , <u>Lépisosté osseux</u> (P, Am, InvA)         | <u><i>Moxostoma macrolepidotum</i></u> , <u>Chevalier rouge</u> (InvA)       | <u><i>Microgadus tomcod</i></u> , <u>Poulamon atlantique</u>                       |
| <b>O. AMIDA</b>  | <u><i>Moxostoma valenciennesi</i></u> , <u>Chevalier jaune</u>               | <b>O. GASTEROSTEIDA</b>  |
| <b>F. Amiidae</b>  | <u><i>Moxostoma carinatum</i></u> , <u>Chevalier de rivière</u> (InvA)       | <b>F. Gasterosteidae</b>   |
| <u><i>Amia calva</i></u> , <u>Poisson-castor</u> (P, InvA, Am)                   | <b>O. SILURIDA</b>   | <u><i>Culaea inconstans</i></u> , <u>Épinoche à cinq épines</u> (InvA, P)          |
| <b>O. OSTEOGLOSSIDA</b>  | <b>F. Ictaluridae</b>  | <u><i>Apeltes quadracus</i></u> , <u>Épinoche à quatre épines</u> (Pl, ZPI)        |
| <b>F. Hiodontidae</b>  | <u><i>Ictalurus nebulosus</i></u> , <u>Barbotte brune</u> (Om)               | <u><i>Gasterosteus aculeatus</i></u> , <u>Épinoche à trois épines</u> (InvA, P)    |
| <u><i>Hiodon tergisus</i></u> , <u>Laquaiche argentée</u> (InvA, P)              | <u><i>Ictalurus punctatus</i></u> , <u>Barbue de rivière</u> (Om)            | <b>O. PERCIDA</b>  |
| <b>O. ANGUILLIDA</b>   | <u><i>Noturus gyrinus</i></u> , <u>Chat-fou brun</u> (InvA)                  | <b>F. Percichthyidae</b>   |
| <b>F. Anguillidae</b>  | <b>O. SALMONIDA</b>  | <u><i>Morone americana</i></u> , <u>Baret</u> (InvA, P)                            |
| <u><i>Anguilla rostrata</i></u> , <u>Anguille d'Amérique</u> (P, InvA)           | <b>F. Esocidae</b>   | <u><i>Morone chrysops</i></u> , <u>Bar blanc</u>                                   |
| <b>O. CLUPEIDA</b>   | <u><i>Esox lucius</i></u> , <u>Grand Brochet</u> (P, OmC)                    | <b>F. Centrarchidae</b>  |
| <b>F. Clupeidae</b>  | <u><i>Esox masquinongy</i></u> , <u>Maskinongé</u> (P, OmC)                  | <u><i>Ambloplites rupestris</i></u> , <u>Crapet de roche</u> (InvA, P)             |
| <u><i>Alosa pseudoharengus</i></u> , <u>Gaspereau</u> (ZPI, InvA)                | <u><i>Esox a. americanus</i></u> , <u>Brochet d'Amérique</u>                 | <u><i>Lepomis gibbosus</i></u> , <u>Crapet-soleil</u> (InvA, P, Am)                |
| <u><i>Alosa sapidissima</i></u> , <u>Alose savoureuse</u> (ZPI, InvA)            | <b>F. Umbridae</b>   | <u><i>Micropterus dolomieu</i></u> , <u>Achigan à petite bouche</u> (InvA, P)      |
| <u><i>Dorosoma cepedianum</i></u> , <u>Alose à gésier</u> (PPI, Al)              | <u><i>Umbra limi</i></u> , <u>Umbre de vase</u> (InvA)                       | <u><i>Micropterus salmoides</i></u> , <u>Achigan à grande bouche</u> (P, InvA, Am) |
| <b>O. CYPRINIDA</b>  | <b>F. Osmeridae</b>  | <u><i>Pomoxis nigromaculatus</i></u> , <u>Marigane noire</u> (P, InvA)             |
| <b>F. Cyprinidae</b>   | <u><i>Osmerus mordax</i></u> , <u>Éperlan arc-en-ciel</u> (InvA, P)          | <b>F. Percidae</b>   |
| <u><i>Cyprinus carpio</i></u> , <u>Carpe</u> (Om)                                | <b>F. Salmonidae</b>   | <u><i>Etheostoma nigrum</i></u> , <u>Raseux-de-terre noir</u> (ZPI, InvA)          |
| <u><i>Hybognathus nuchalis</i></u> , <u>Méné d'argent</u> (Al)                   | <u><i>Oncorhynchus mykiss</i></u> , <u>Truite arc-en-ciel</u>                | <u><i>Etheostoma olmstedii</i></u> , <u>Raseux-de-terre gris</u> (ZPI, InvA)       |
| <u><i>Notemigonus crysoleucas</i></u> , <u>Méné jaune</u> (ZPI, InvA, Al)        | <u><i>Coregonus clupeaformis</i></u> , <u>Grand Corégone</u> (InvA, P)       | <u><i>Perca flavescens</i></u> , <u>Perchaude</u> (InvA, P, ZPI)                   |
| <u><i>Notropis atherinoides</i></u> , <u>Méné émeraude</u> (InvA, ZPI, Al)       | <u><i>Salmo salar</i></u> , <u>Saumon atlantique</u>                         | <u><i>Percina caprodes</i></u> , <u>Fouille-roche zébré</u> (InvA, ZPI)            |
| <u><i>Notropis cornutus</i></u> , <u>Méné à nageoires rouges</u> (InvA, ZPI, Al) | <u><i>Salvelinus fontinalis</i></u> , <u>Ombre de fontaine</u>               | <u><i>Percina copelandi</i></u> , <u>Fouille-roche gris</u>                        |
| <u><i>Notropis heterodon</i></u> , <u>Menton noir</u> (ZPI, InvA)                | <u><i>Oncorhynchus tshawytscha</i></u> , <u>Saumon chinook</u>               | <u><i>Stizostedion vitreum</i></u> , <u>Doré jaune</u> (P, InvA, ZPI)              |
| <u><i>Notropis hudsonius</i></u> , <u>Queue à tache noire</u> (ZPI, InvA, Al)    | <u><i>Salmo trutta</i></u> , <u>Truite brune</u>                             | <u><i>Stizostedion canadense</i></u> , <u>Doré noir</u> (P, InvA, ZPI)             |
| <u><i>Notropis heterolepis</i></u> , <u>Museau noir</u> (ZPI, InvA, Al)          | <b>O. ARTERINIDA</b>   | <u><i>Etheostoma flabellare</i></u> , <u>Dard barré</u>                            |
| <u><i>Margaricus margarita</i></u> , <u>Mulet perlé</u> (ZPI, InvA, Al)          | <b>F. Atherinidae</b>  |  |
| <u><i>Pimephales notatus</i></u> , <u>Ventre-pourri</u> (DO, InvA, ZPI, Al)      | <u><i>Labidesthes sicculus</i></u> , <u>Crayon d'argent</u> (ZPI, InvA)      |  |

Source : Armellin et Mousseau (1998).

Note : Les espèces dont le nom est souligné ont été récoltées lors de différents inventaires réalisés dans les environs immédiats du site de Gentilly. Un aperçu du régime alimentaire de ces espèces est également indiqué entre parenthèses.

Régime alimentaire : Al = algue; Am = amphibien; DO = détritiques organiques; InvA = invertébré aquatique; Om = omnivore; OmC = omnivore/carnivore; P = poisson; Par = parasite; Pl = Plante; PPI = phytoplancton; ZPI = zooplancton.

**Tableau C-7**  
**Abondance relative des poissons capturés dans le secteur Trois-Rivières - Bécancour**

| Nom français        | Nom latin                       | Abondance relative |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Perchaude           | <i>Perca flavescens</i>         | 33%                |
| Méné jaune          | <i>Notemigonus crysoleucas</i>  | 13%                |
| Carpe               | <i>Cyprinus carpio</i>          | 10%                |
| Doré jaune          | <i>Stizostedion vitreum</i>     | 9%                 |
| Grand brochet       | <i>Esox lucius</i>              | 6%                 |
| Chevalier rouge     | <i>Moxostoma macrolepidotum</i> | 5%                 |
| Barbotte de rivière | <i>Ictalurus punctatus</i>      | 4%                 |
| Esturgeon jaune     | <i>Acipenser fulvescens</i>     | 4%                 |
| Meunier noir        | <i>Catostomus commersoni</i>    | 4%                 |
| Doré noir           | <i>Stizostedion canadense</i>   | 3%                 |
| Chevalier blanc     | <i>Moxostoma anisurum</i>       | 2%                 |
| Autres              |                                 | 7%                 |

Source : Armellin et Mousseau (1998).

**Tableau C-8**  
**Liste des espèces vertébrées désignées menacées ou vulnérables ou**  
**susceptibles d'être ainsi désignées ou d'intérêt présentant un potentiel**  
**de présence dans la zone d'étude élargie**

| NOM SCIENTIFIQUE                  | NOM FRANÇAIS                | CATÉGORIE |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------|
| <b>CLASSE DES POISSONS</b>        |                             |           |
| <i>Acipenser fulvescens</i>       | esturgeon jaune             | S         |
| <i>Acipenser oxyrinchus</i>       | esturgeon noir              | S         |
| <i>Anguilla rostrata</i>          | anguille d'Amérique         | I         |
| <i>Capriodes cyprinus</i>         | couette                     | I         |
| <i>Esox americanus americanus</i> | brochet d'Amérique          | S         |
| <i>Fundulus olaphanus</i>         | fondule barré               | I         |
| <i>Morone americana</i>           | barét                       | I         |
| <i>Morone saxatilis</i>           | bar rayé                    | S         |
| <i>Lepomis megalotis</i>          | crapet à longues oreilles   | I         |
| <i>Ammocrypta pellucida</i>       | dard de sable               | I         |
| <b>CLASSE DES OISEAUX</b>         |                             |           |
| <i>Ixobrychus exilis</i>          | petit blongios              | S         |
| <i>Buteo lineatus</i>             | buse à épaulettes           | S         |
| <i>Asio flammeus</i>              | hibou des marais            | I         |
| <i>Melanerpes erythrocephalus</i> | pic à tête rouge            | S         |
| <b>CLASSE DES MAMMIFÈRES</b>      |                             |           |
| <i>Sorex fumeus</i>               | musaraigne fuligineuse      | S         |
| <i>Sorex hoyi</i>                 | musaraigne pygmée           | S         |
| <i>Lasionycteris noctivagans</i>  | chauve-souris argentée      | S         |
| <i>Pipistrellus subflavus</i>     | pipistrelle de l'Est        | S         |
| <i>Lasius borealis</i>            | chauve-souris rousse        | S         |
| <i>Lasius cinereus</i>            | chauve-souris cendrée       | S         |
| <i>Synaptomys cooperi</i>         | campagnol-lemming de Cooper | S         |

**Catégorie**

- M Espèce désignée menacée en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérable.  
V Espèce désignée vulnérable en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.  
S Espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (L.R.Q. c. E-12.01).  
I Espèces d'intérêt pour le CDPNQ selon le document « Liste de la faune vertébrée suivie par le CDPNQ ».

***ANNEXE D***  
***LISTE DES ORGANISMES CONSULTÉS***  
***DANS LE CADRE DE LA VALIDATION***  
***DES COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ÉCOSYSTÈME***

---

## Annexe D

### Liste des organismes consultés dans le cadre de la validation des composantes valorisées de l'écosystème

---

### Évaluation des risques écotoxicologiques et toxicologiques associés à l'exploitation des centrales de Gentilly-2 et de Bécancour

### *Validation des composantes valorisées de l'écosystème (CVÉ) - Liste des organismes à consulter*

---

#### Séance du 14 février 2002

- MRC des Chenaux

Monsieur Pierre St-Onge  
Directeur général  
MRC des Chenaux  
1075, rue Champflour  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 2A1  
Téléphone : (819) 378-8088

- MRC de Bécancour

Monsieur Laval Dubois,  
Directeur général  
MRC de Bécancour  
3689, boul. Bécancour  
Bécancour (Québec)  
G9H 3W7  
Téléphone : (819) 298-2070



- Ville de Bécancour
 

Monsieur Gaëtan Lafrance,  
 Directeur  
 Service d'urbanisme et d'environnement  
 Ville de Bécancour  
 1295, rue Nicolas-Perrot  
 Bécancour (Québec)  
 G0X 1B0  
 Téléphone : (819) 294-6500
- Ville de Trois-Rivières
 

Monsieur Daniel Thibault,  
 Directeur  
 Service de l'urbanisme  
 Ville de Trois-Rivières  
 1325, place de l'Hôtel-de-Ville  
 Case postale 368  
 Trois-Rivières (Québec)  
 G9A 5H3  
 Téléphone : (819) 372-4626
- Municipalité de Champlain
 

Monsieur Jean Houde,  
 Directeur général  
 Municipalité de Champlain  
 819, rue Notre-Dame  
 Case postale 250  
 Champlain (Québec)  
 G0X 1C0  
 Téléphone : (819) 295-3979
- Municipalité de Batiscan
 

Madame Sylvie Brousseau,  
 Directrice générale  
 Municipalité de Batiscan  
 395, rue Principale  
 Batiscan (Québec)  
 G0X 1A0  
 Téléphone : (418) 362-2421

- Municipalité de Saint-Luc-de-Vincennes

Madame Rita Massicotte,  
Directrice générale  
Municipalité de Saint-Luc-de-Vincennes  
600, rue Principale  
Case postale 450  
Saint-Luc-de-Vincennes (Québec)  
G0X 3K0  
Téléphone : (418) 295-3782

- Municipalité de Saint-Pierre-les-Becquets

Madame Michelle Laquerre,  
Directrice générale  
Municipalité de Saint-Pierre-les-Becquets  
110, rue des Loisirs  
Saint-Pierre-les-Becquets (Québec)  
G0X 2Z0  
Téléphone : (819) 263-2622

- Centre de la biodiversité du Québec

Madame Carole Bellerose,  
Directrice générale  
Centre de la biodiversité du Québec  
1800, avenue des Jasmins  
Sainte-Angèle-de-Laval  
Ville de Bécancour (Québec)  
G0X 2H0  
Téléphone : (819) 222-5665

- Corporation du parc de l'île Saint-Quentin

Monsieur François Robichaud,  
Directeur par intérim  
Corporation du parc de l'île Saint-Quentin  
150, Île Saint-Quentin  
Case postale 956  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 5K2  
Téléphone : (819) 373-8151

- Parc régional de la rivière Gentilly

Madame Carole Bellerose,  
Directrice  
Parc régional de la rivière Gentilly  
492, route des Bosquets  
Sainte-Marie-de-Blandford (Québec)  
G0X 2W0  
Téléphone : (819) 283-2844

- Parc écologique de la rivière Godefroy

Parc écologique de la rivière Godefroy  
A/S Monsieur Guy Blanchette,  
Responsable  
Parc écologique de la rivière Godefroy  
Ville de Bécancour  
1295, rue Nicolas-Perrot  
Bécancour (Québec)  
G0X 1B0  
Téléphone : (819) 298-2070

## **Séance du 19 février 2002**

- Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)

Madame Patsy Thompson,  
Commission canadienne de sûreté nucléaire  
280, rue Slater  
Case postale 1046, Succursale B  
Ottawa (Ontario)  
K1P 5S9  
Téléphone : 1-800-668-5284

Monsieur Guy Riverin,  
Commission canadienne de sûreté nucléaire  
280, rue Slater  
Case postale 1046, Succursale B  
Ottawa (Ontario)  
K1P 5S9  
Téléphone : 1-800-668-5284

- Environnement Canada

Madame Mimi Breton,  
Directrice générale régionale  
Environnement Canada  
Direction générale régionale  
1141, route de l'Église, 6<sup>e</sup> étage  
Sainte-Foy (Québec)  
G1V 4H5  
Téléphone : (418) 648-4077

- Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ)

Monsieur Guy Nadeau,  
Directeur  
Direction de la protection de la faune  
Société de la faune et des parcs du Québec  
Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec  
5575, rue Saint-Joseph  
Trois-Rivières-Ouest (Québec)  
G8Z 4L7  
Téléphone : (819) 371-6575

- Ministère de l'Environnement du Québec (MENV)

Monsieur Pierre-Hugues Boisvenu,  
Directeur général régional  
Environnement Québec  
Direction régionale du Centre-du-Québec  
1579, boul. Louis-Fréchette  
Nicolet (Québec)  
J3T 2A5  
Téléphone : (819) 293-4122

Monsieur Pierre Martel,  
Directeur général régional  
Environnement Québec  
Direction régionale de la Mauricie  
Édifice Capitanal  
100, rue Laviolette, bureau 102  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 5S9  
Téléphone : (819) 371-6581

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Monsieur Guy Caron,  
Directeur général régional  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Direction régionale de la Mauricie  
91, boul. Saint-Louis  
Saint-Louis-de-France (Québec)  
G8T 1E5  
Téléphone : (819) 371-6761

Monsieur Luc Couture,  
Directeur général régional  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Direction régionale du Centre-du-Québec  
460, boul. Louis-Fréchette, 2<sup>e</sup> étage  
Nicolet (Québec)  
J3T 1Y2  
Téléphone : (819) 293-8501

- Régie régionale de la santé et des services sociaux (RRSSS)

Madame Michèle Laroche,  
Directrice générale régionale  
Régie régionale de la santé et des services sociaux  
Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec  
550, rue Bonaventure  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 2B5  
Téléphone : (819) 693-3636

- Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ)

Monsieur Gilles Guay,  
Directeur général  
Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec  
116, avenue des Lilas  
Drummondville (Québec)  
J2C 3L4  
Téléphone : (819) 475-1048

- Conseil régional de l'environnement de la Mauricie (CREM)

Monsieur Mario Marchand,  
Directeur  
Conseil régional de l'environnement de la Mauricie  
3450, boul. Royal, bureau 200  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 4M3  
Téléphone : (819) 694-1748

- Comité ZIP les Deux-Rives

Monsieur Jean-François Mathieu,  
Coordonnateur  
Comité ZIP les Deux-Rives  
543, boul Lavolette  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 1V4  
Téléphone : (819) 375-8699

- Société du parc industriel et portuaire de Bécancour

Monsieur Jean-Pierre Nepveu,  
Président-directeur général  
Société du parc industriel et portuaire de Bécancour  
1000, boul Arthur-Sicard  
Bécancour (Québec)  
G9H-2Z8  
Téléphone : (819) 294-6656

- Corporation-Environnement Bécancour

Corporation-Environnement Bécancour  
A/S Monsieur Jules Thibault,  
Directeur général  
Ville de Bécancour  
1295, rue Nicolas-Perrot  
Bécancour (Québec)  
G0X 1B0  
Téléphone : (819) 294-6500

- Université du Québec à Trois-Rivières

Monsieur Jacques Boisvert,  
Responsable de programmes  
Comité d'études de cycles supérieurs – Sciences de l'environnement  
Université du Québec à Trois-Rivières  
3351, boul. des Forges  
Case postale 500  
Trois-Rivières (Québec)  
G9A 5H7  
Téléphone : (819) 376-5011

## *LISTE DES PARTICIPANTS À L'ATELIER DU 14 FÉVRIER 2002*

### **Invités :**

- M. Pierre St-Onge, directeur-général, MRC les Chenaux
- M. Gaëtan Lafrance, directeur, Service de l'urbanisme et de l'environnement, Ville de Bécancour, représentant pour la MRC de Bécancour et le Parc écologique de la rivière Godefroy
- M. Paul Corriveau, chef de l'aménagement, Service de l'urbanisme, Ville de Trois-Rivières
- Mme Michèle Laquerre, directrice-générale, Municipalité de Saint-Pierre-les-Becquets
- Mme Barbara Dufresne, agente de recherche, Centre de la biodiversité du Québec, Parc régional de la rivière Gentilly

### **Équipe de projet :**

- M. Mario Lupien, conseiller en études environnementales, Hydro-Québec, centrale de Gentilly-2
- M. Eric Dion, conseiller en radioprotection, Hydro-Québec, centrale de Gentilly-2
- Mme Marcelle Trépanier, conseillère Communications et Relations avec le milieu, Hydro-Québec
- M. Gilles Vaillancourt, géographe, Nove Environnement
- M. Stéphane Cayouette, biologiste, QSAR – Nove Environnement
- M. Antoine Moreau, sociologue
- Mme Hélène Desnoyers, géographe historienne, Nove Environnement



## LISTE DES PARTICIPANTS À L'ATELIER DU 19 FÉVRIER 2002

### **Invités :**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| M. Richard Beauregard,    | coordonnateur régional des mesures d'urgence, MENV, direction régionale du Centre-du-Québec                                     |
| M. Maurice Dumas,         | biologiste, MENV, direction régionale du Centre-du-Québec   |
| M. Jean-Pierre Gélinas,   | chef division analyse, MENV, direction régionale de la Mauricie   |
| M. Claude Bouchard,       | coordonnateur aux urgences environnementales, MENV, direction de la coordination opérationnelle                                 |
| Mme Pascale Dombrowski,   | biologiste, FAPAQ, direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec  |
| M. Camille Desmarais,     | conseiller en aménagement, MAPAQ, direction régionale du Centre-du-Québec   |
| M. Gilles Grenier,        | médecin conseil, Régie régionale de la Santé et des Services sociaux, direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec |
| Mme Carole Bellerose,     | administratrice, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec  |
| M. Mario Marchand,        | administrateur, Conseil régional de l'environnement de la Mauricie  |
| M. Jean-François Mathieu, | coordonnateur, ZIP Les Deux Rives   |
| M. Raymond Dion,          | maire de Saint-Pierre-les-Becquets et représentant des maires de la MRC de Bécancour  |
| M. Patrick Simard,        | directeur du développement, Corporation du parc de l'île Saint-Quentin  |
| M. Guy Riverin,           | spécialiste en évaluation environnementale, CCSN  |
| Mme Jessy Kurias,         | spécialiste en environnement, CCSN  |
| Mme Patsy Thompson,       | chef Section de la protection environnementale, Division de la protection radiologique et environnementale, CCSN                |

## **Équipe de projet :**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| M. Mario Lupien,        | conseiller en études environnementales, Hydro-Québec.<br>centrale de Gentilly-2 |
| M. Eric Dion,           | conseiller en radioprotection, Hydro-Québec, centrale<br>Gentilly-2             |
| Mme Marcelle Trépanier, | conseillère Communications et Relations avec le milieu,<br>Hydro-Québec         |
| M. Daniel Boisvert,     | ingénieur forestier, Nove Environnement   |
| M. Gilles Vaillancourt, | géographe, Nove Environnement   |
| M. Stéphane Cayouette,  | biologiste, QSAR – Nove Environnement   |
| M. Antoine Moreau,      | sociologue  |
| Mme Hélène Desnoyers,   | géographe-historienne, Nove Environnement                                       |

***ANNEXE E***  
***APPROCHE GÉNÉRALE UTILISÉE POUR IDENTIFIER LES***  
***RADIONUCLÉIDES PRODUITS AU SITE DE GENTILLY***

---


**ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS  
DE ROUTINE ASSOCIES A L'EXPLOITATION  
DU SITE DE GENTILLY**

Note Technique TN1106-1  
version 2.0  
30 mai 2002

préparé par



**INTERNATIONAL SAFETY RESEARCH**

Auteur:   
François Lemay, Ing. PhD

## Annexe E

### E.1 Sélection des substances radioactives rejetées

#### E.1.1 Approche générale

Il existe plusieurs milliers de produits de fission et d'activation radioactifs présents au site de Gentilly et qui peuvent potentiellement affecter les humains et l'environnement. Ces substances n'ont pas toutes la même importance radiologique. On a donc utilisé les critères suivants afin d'estimer leur importance et éliminer les substances radioactives qui ont un impact négligeable :

- ◆ quantité rejetée (estimée ou basée sur les mesures) ;
- ◆ quantité disponible (inventaire dans le cœur du réacteur, le combustible irradié, les systèmes radioactifs et les diverses formes de déchets radioactifs) ;
- ◆ mobilité des rejets ou des émissions (période de temps pour que les rejets puissent parvenir aux récepteurs humains ou écologiques) ;
- ◆ demi-vie ;
- ◆ radiotoxicité (facteurs de conversion de dose).

#### E.1.2 Critères détaillés

Dans le but de sélectionner les substances radioactives pour les effluents aériens et liquides, on a intégré les critères de sélection dans l'ordre de priorité qui suit :

1. Lorsque les émissions de la substance furent mesurées, la substance fut retenue, et ce même si les critères du tableau E.1 ne sont pas satisfaits.
2. Lorsque l'isotope d'un élément chimique fut mesuré, tous les autres isotopes du même élément chimique sont considérés si leur demi-vie est plus grande que les critères du tableau E.1. Ces critères sont basés sur la mobilité des émissions à partir de leur point de production dans le cœur du réacteur jusqu'à l'endroit où ils peuvent exposer les humains et le biote.

**Tableau E.1 : Critères de sélection**

| Source  | Demi-vie   |
|---|------------|
| Émissions atmosphériques à la cheminée de la centrale nucléaire de Gentilly-2 | >1 minute  |
| Rejets liquides au canal de rejet   | >24 heures |
| Émissions atmosphériques de l'ASDR  | >1 mois    |

3. Lorsqu'il est possible d'estimer les émissions d'une substance radioactive à partir de l'inventaire présent dans les systèmes du réacteur, on a considéré cette substance.
4. Les substances qui contribuent à moins de  $10^{-7}$  du total de la dose pour chacune des voies d'exposition (inhalation, immersion air, déposition sol, ingestion eau, immersion eau) n'ont pas été retenues.

Le processus est résumé au logigramme de la figure E.1.

## E.2 Estimation des rejets

### E.2.1 Rejets de la centrale Gentilly-2

Dans le but d'obtenir les taux d'émissions des substances radioactives pour les effluents aériens et liquides de la centrale Gentilly-2, on a utilisé les critères suivants :

1. Lorsque les émissions de la substance ont été mesurées, la plus grande valeur documentée a été utilisée.
2. Lorsqu'un radionucléide fut détecté dans les effluents, on suppose que tous les isotopes de cet élément chimique sont potentiellement présents. Lorsque les émissions d'une substance ont été mesurées et qu'une estimation de l'activité présente dans l'inventaire était disponible, la fraction (valeur mesurée) / (inventaire) pour cet élément chimique a été calculée.

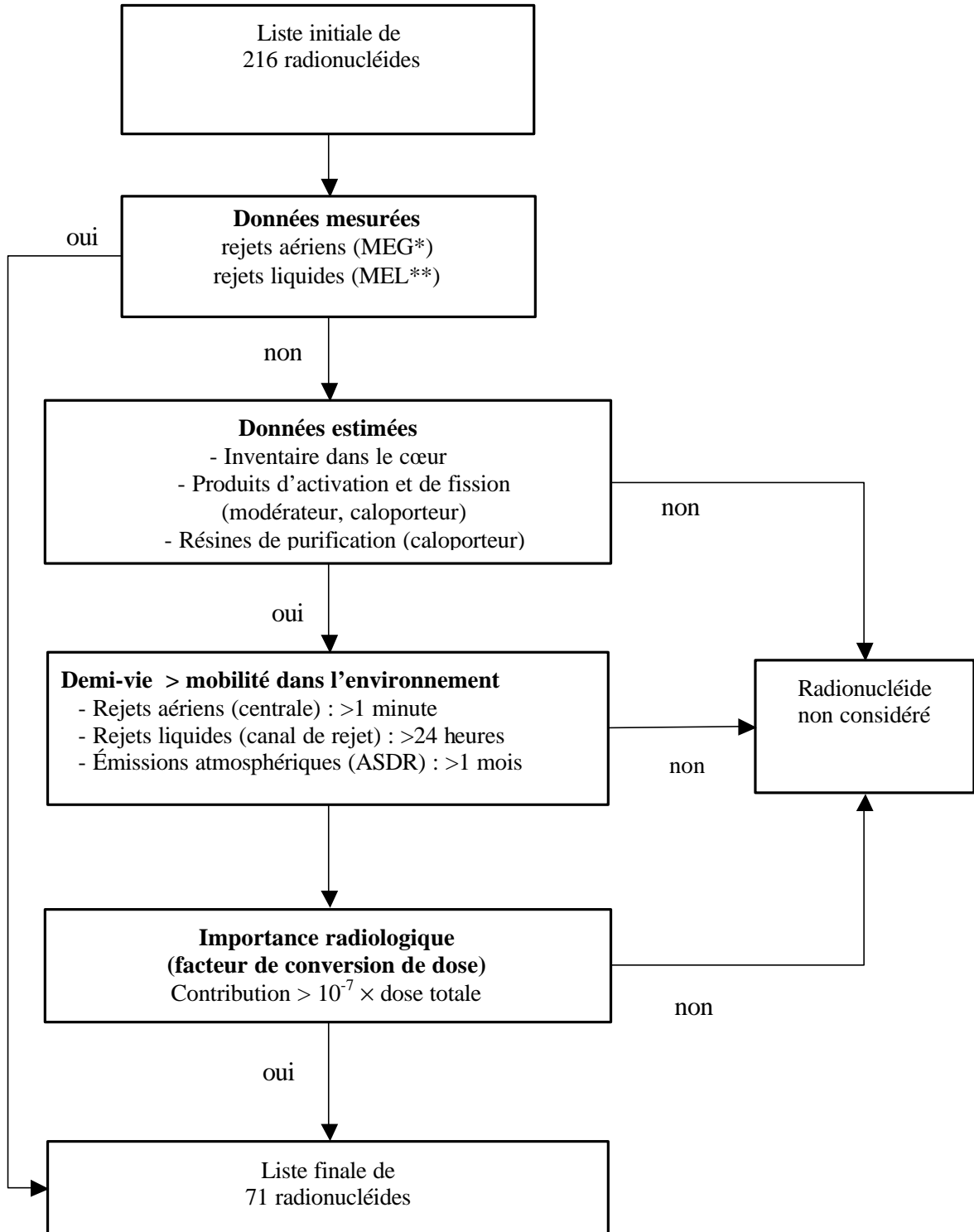
$$(\text{fraction})_{\text{élément}} = \frac{(\text{mesure rejets})_{\text{élément}}}{\left[ \text{inventaire calo} + (10^{-5} \times \text{inventaire grappes}) \right]_{\text{élément}}}$$

Cette fraction a été assignée à tous les isotopes du même élément. Pour chaque isotope qui est présent dans l'inventaire disponible, on a estimé les émissions en multipliant la fraction de l'élément par l'inventaire disponible de l'isotope.

$$(\text{estimation rejets})_{\text{isotope}} = (\text{fraction})_{\text{élément}} \times \left[ (\text{inventaire calo}) + (10^{-5} \times \text{inventaire grappes}) \right]_{\text{isotope}}$$

L'estimation de l'inventaire tient compte de l'activité des produits d'activation et des produits de fission. L'inventaire des produits d'activation est basé sur l'activité mesurée dans le caloporteur et le modérateur. L'inventaire provenant des grappes a été multiplié par un facteur  $1 \times 10^{-5}$  afin de tenir compte du fait que très peu de grappes fuient et que même lorsqu'elles fuient, toutes les substances ne se retrouvent pas dans le caloporteur. Les rejets obtenus par cette méthode sont peu sensibles au facteur  $1 \times 10^{-5}$  puisqu'il apparaît au numérateur et au dénominateur de l'équation.

Figure E.1 Logigramme de sélection des radionucléides



\* MEG : moniteur d'effluents gazeux  
\*\* MEL : moniteur d'effluents liquides

3. Lorsque la substance a été mesurée dans le caloporteur, les rejets ont été estimés par analogie avec le Nb-95 et le Sb-124 (voir le tableau E.2). On remarque que l'activité des émissions atmosphériques est du même ordre de grandeur que l'activité la plus grande dans le caloporteur ou le modérateur. On remarque aussi que les rejets liquides sont environ 1000 fois plus importants que les rejets aériens. En conséquence, les émissions atmosphériques annuelles sont fixées à la valeur la plus élevée de l'activité du caloporteur ou modérateur. Les rejets liquides sont fixés à 1000 fois l'activité des rejets aériens.

**Tableau E.2 : Activités mesurées dans différents média**

| Substance | Activité           |                     |                                | Rapport caloporteur/résines | Types de rejets                  |                         | Rapport rejets liquides/émissions atmosphériques |
|-----------|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
|           | Modérateur (Bq/kg) | Caloporteur (Bq/kg) | Résines du caloporteur (Bq/kg) |                             | Émissions atmosphériques (Bq/an) | Rejets liquides (Bq/an) |  |
| Nb-95     | 1.30E+04           | 1.30E+06            | 3.21E+04                       | 40,5                        | 1.14E+06                         | 2.29E+09                | 2008   |
| Sb-124    | 2.14E+05           | 1.58E+04            | 7.33E+03                       | 2,2                         | 4.88E+05                         | 1.11E+10                | 22745  |

4. Lorsque la substance a été mesurée dans les résines, les rejets ont été estimés par analogie avec le Nb-95 et le Sb-124 (voir tableau E.2). L'analyse des résines provient du rapport COG-93-203, *Characterization of Spent Moderator Ion-Exchange Resins from Bruce Nuclear Generating Station A : Resin Samples B3M1 and B1M2*, D.L. Moir et. al., 1993. Les émissions atmosphériques sont fixées à 100 fois la valeur de l'activité sur les résines du caloporteur.
5. Dans le cas du Ag, les valeurs obtenues par le critère 4 n'étaient pas réalistes. En effet, l'activité estimée dépassait largement la limite de détection pour les émissions atmosphériques et les rejets liquides. Pourtant, ce radionucléide n'est pas observé à Gentilly ou à Point Lepreau. À défaut de mesures spécifiques à Gentilly, l'activité des émissions atmosphériques a été estimée à la valeur de l'activité mesurée sur les résines, ce qui donne une valeur juste en dessous de la limite de détection. Même sans le facteur 100, les rejets liquides dépassaient la limite de détection ; la valeur des rejets liquides a donc été limitée à la limite de détection.
6. Pour les gaz rares, la fraction rejetée a été ajustée afin que les rejets totalisent  $1.19E+14$   $\gamma$ Bq.MeV/an, ce qui correspond à la valeur mesurée la plus grande.
7. Le combustible contient de grandes quantités de Sb, qui constitue un produit de fission et d'activation. Toutefois, on doit conclure que le Sb-122, Sb-124 et Sb-125 sont des produits d'activation dans le circuit primaire parce que les autres Sb ne sont pas détectés dans des échantillons du caloporteur, des résines et des rejets. Les isotopes qui proviennent des produits de fission ont été ignorés et il a été estimé que les rejets liquides contiennent seulement du Sb-122 et Sb-124 de même que du Sb-125.



8. Pour les émetteurs alpha et bêta dans les effluents liquides, les résultats des analyses effectuées dans le cadre d'un projet du Candu Owner Group (COG) ont été utilisés : ELC-01-03 Technical Note, *Characterization of Radionuclide Species in CANDU effluents (Third Interim Report on Samples Received in 2001)*, E.I. Cooper et. al., 2001. Des échantillons prélevés à l'arrêt 2000 ont servi à déterminer l'activité contenue dans le réservoir de déchets liquides. Cette activité a été multipliée par les 261 jours ouvrables pour lesquels le réservoir de 35 000 l est vidangé dans le canal de rejet.
9. Pour le plutonium dans les émissions atmosphériques, l'activité de  $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu} = 0.03 \times$   $^{144}\text{Ce}$ , l'activité  $^{242}\text{Cm} = 0.17 \times$   $^{239}\text{Pu}$ , et l'activité de  $^{238}\text{Pu} = 0.28 \times$   $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$  ont été fixées. Ces fractions sont basées sur l'étude COG-96-252, *Scaling Factors for Difficult-to-Measure Radionuclides (Part 2)*, A. Husain, 1996.

Le tableau E.3 et la figure E.2 présentent la façon dont les rejets ont été estimés pour chaque substance radioactive.

### ***E.2.2 Rejets atmosphériques de la centrale Bécancour***

Pour évaluer les émissions atmosphériques liées à l'exploitation de la centrale de Bécancour, le rapport G2-RT-91-28, *Évaluation de la dose à la population résultant du fonctionnement de la centrale Bécancour durant 200 heures*, M. Lupien, 1991 a été utilisé.

### ***E.2.3 Rejets atmosphériques de l'ASDR***

Les émissions atmosphériques de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) ont été estimées à partir des mesures environnementales effectuées autour de l'aire. Pour le  $^3\text{H}$  et  $^{14}\text{C}$ , les mesures de la concentration dans l'air à l'intérieur des fosses, ainsi que dans l'air environnant ont été utilisées. Des produits de fission ont été rejetés dans l'environnement lors d'un incident survenu lors du transfert d'un filtre et la quantité des rejets a été estimée à partir des quantités mesurées au sol. L'analyse est décrite dans le rapport : G2-RTI-99-62, *Description des interventions suite à l'incident du 3 mars 1999 et analyse sommaire des impacts de la présence de contaminants radioactifs résiduels dans l'environnement de l'ASDR*, E. Dion, 1999.

### ***E.2.4 Rejets atmosphériques de l'agrandissement éventuel de l'ASDR***

Pour les besoins de l'estimation du risque lié à l'agrandissement éventuel de l'ASDR (AASDR), les émissions provenant de l'AASDR furent estimées séparément de celles qui proviennent de l'ASDR actuelle.

Les émissions atmosphériques de l'AASDR ont été estimées à partir de l'inventaire de tritium et de carbone-14 calculé par EACL pour les éléments structurels du cœur. L'activité des résines qui seront stockées à l'AASDR ont été estimées. Une fraction équivalente à celle qui est rejetée par l'ASDR a ensuite été utilisée pour les estimations.

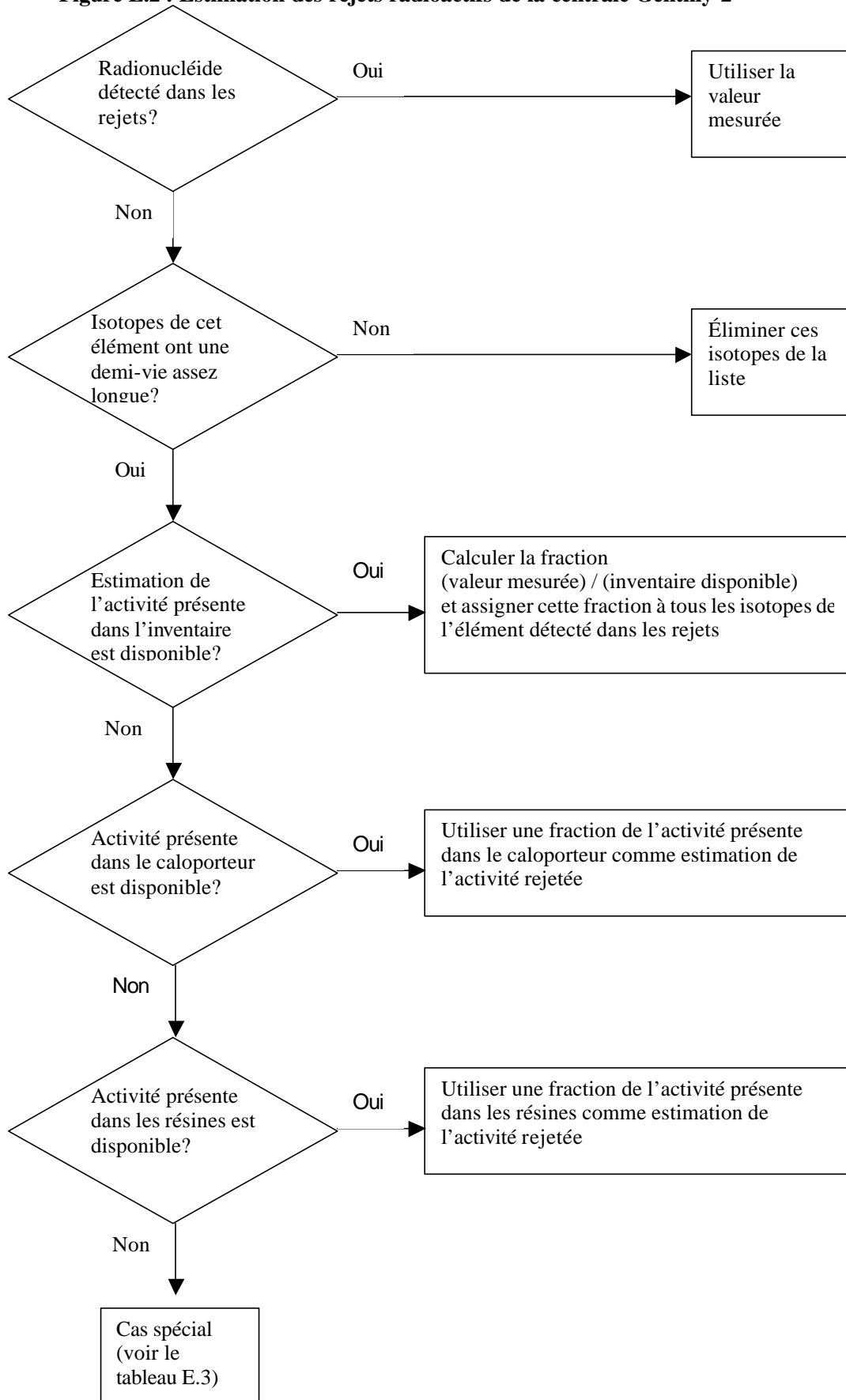
**Tableau E.3 : Critères de détermination des rejets**

| Substance | Émissions atmosphériques provenant du MEG <sup>1</sup> | Critère | Rejets liquides provenant du MEL <sup>2</sup> | Critère |
|-----------|--|---------|---|---------|
| H-3       | Valeur mesurée   | 1       | Valeur mesurée                                | 1       |
| C-14      | Valeur mesurée   | 1       | Valeur mesurée                                | 1       |
| Cr-51     |  |         | Valeur mesurée                                | 1       |
| Mn-54     |  |         | Valeur mesurée                                | 1       |
| Fe        |  |         | Valeur mesurée                                | 1       |
| Co-60     | Valeur mesurée   | 1       | Valeur mesurée                                | 1       |
| Zn-65     |  |         | Valeur mesurée                                | 1       |
| Kr        | Valeur totale mesurée                                  | 6       |   |         |
| Rb        | Activité du caloporteur                                | 3       | 1000 x rejets aériens                         | 3       |
| Sr        | 1/1000 rejets liquides                                 | 3       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Zr        | Valeur mesurée   | 2       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Nb        | Valeur mesurée   | 2       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Mo        | Valeur mesurée   | 2       | 1000 x rejets aériens                         | 3       |
| Ru        | Activité du caloporteur                                | 3       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Ag        | Activité des résines                                   | 5       | Limite de détection                           | 5       |
| Sb        | Valeur mesurée   | 1       | Valeur mesurée                                | 7       |
| I         | Valeur mesurée   | 1       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Xe        | Valeur totale mesurée                                  | 6       |   |         |
| Cs        | Valeur mesurée   | 2       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Ba        | Activité du caloporteur                                | 3       | 1000 x rejets aériens                         | 3       |
| La        | 100 x l'activité des résines                           | 4       | 1000 x rejets aériens                         | 3       |
| Ce        | Activité du caloporteur                                | 3       | Valeur mesurée                                | 2       |
| Eu        |  |         | Valeur mesurée                                | 2       |
| Hf        |  |         | Valeur mesurée                                | 2       |
| U-238     |  |         | Valeur mesurée                                | 1       |
| Pu-236    | 0.015 x activité <sup>144</sup> Ce                     | 9       |   |         |
| Pu-238    | 0.28 x 2 x activité <sup>239</sup> Pu                  | 9       | Valeur mesurée                                | 1       |
| Pu-239    | 0.015 x activité <sup>144</sup> Ce                     | 9       | Valeur mesurée                                | 1       |
| Pu-240    | 0.015 x activité <sup>144</sup> Ce                     | 9       | Fraction du <sup>239</sup> Pu                 | 2       |
| Am-243    | 0.015 x activité <sup>144</sup> Ce                     | 9       | Valeur mesurée                                | 1       |
| Cm-242    | 0.17 x activité <sup>239</sup> Pu                      | 9       |   |         |
| Cm-243    | 0.17 x activité <sup>239</sup> Pu                      | 9       | Valeur mesurée                                | 1       |

<sup>1</sup> MEG : moniteur d'effluents gazeux

<sup>2</sup> MEL : moniteur d'effluents liquides

**Figure E.2 : Estimation des rejets radioactifs de la centrale Gentilly-2**



Il a été supposé que les fosses contiennent 20,88 m<sup>3</sup> de filtres ayant chacun un volume de 0,03 m<sup>3</sup>, pour un total de 696 filtres. Il a été aussi présumé que chaque filtre contient 100 ml de modérateur avec une concentration en tritium de 1.1E12 Bq/kg et en carbone-14 de 1.7E6 Bq/kg. L'activité totale de tritium et de carbone-14 contenue dans les fosses a été multipliée par 2 afin de tenir compte des ballots de déchets qui contiennent autant de tritium et de carbone-14. Le détail de ces calculs est reproduit dans les tableaux E.4 et E.5.

**Tableau E.4 : Estimation de l'activité contenue dans les fosses de l'ASDR**

| Radionucléide   | Activité des filtres (Bq) | Activité des ballots (Bq) | Total de l'activité (Bq) | Rejets annuels (Bq/a) |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| <sup>3</sup> H  | 7.73E+14                  | 7.73E+14                  | 1.55E+15                 | 1.00E+09              |
| <sup>14</sup> C | 1.16E+09                  | 1.16E+09                  | 2.32E+09                 | 1.00E+05              |

On a estimé la fraction annuelle rejetée en divisant les rejets annuels par la quantité disponible. Cette fraction annuelle rejetée a été utilisée pour estimer la quantité rejetée par l'AASDR. Dans le cas des résines, on a multiplié l'activité du tritium et du carbone-14 mesurée dans les résines par le volume des résines, soit environ 200 000 L<sup>1</sup>.

**Tableau E.5 : Estimation de l'activité et des rejets de l'agrandissement éventuel de l'ASDR**

| Radionucléide   | Activité dans les rebuts métalliques (inox + zircalloy) (Bq) | Activité dans les résines 7914 (Bq) | Total des déchets de l'AASDR (Bq) | Taux de rejets (1/a) | Rejets annuels (Bq/a) |
|-----------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <sup>3</sup> H  | 1.68E+10   | 2.80E+15                            | 2.80E+15                          | 6.47E-07             | 1.81E+09              |
| <sup>14</sup> C | 8.28E+12   | 1.58E+15                            | 1.59E+15                          | 4.30E-05             | 6.83E+10              |

### E.3 Bilan des rejets

Le bilan des résultats de l'estimation des rejets liés à l'exploitation des installations existantes sur le site de Gentilly et à l'exploitation des nouvelles installations de stockage nécessaires dans le cadre des activités de réfection de la centrale de Gentilly-2 et du prolongement de son exploitation est présenté au tableau E.6.

<sup>1</sup> Le réservoir 7914-TK1 contient 72 800 L de résines, le 7914-TK2 en contient environ 118 000 L.

**Tableau E.6 : Bilan de l'estimation des rejets liés à l'exploitation des installations  
du site de Gentilly et à la réfection de la centrale de Gentilly-2**

| Nucléide        | Effluents<br>aériens<br>MEG<br>(Bq/an) | Note | Effluents<br>liquides<br>MEL<br>(Bq/an) | Note | Effluents<br>aériens<br>ASDR<br>(Bq/an) | Note | Effluents<br>aériens<br>Centrale de<br>Bécancour<br>(Bq/an) | Note | Effluents<br>aériens<br>AASDR<br>(Bq/an) |
|-----------------|--|------|---|------|---|------|---|------|--|
| <sup>3</sup> H  | 3.30E+14                               | a    | 3.63E+14                                | a    | 1.00E+09                                | b    |   |      | 1.81E+09                                 |
| <sup>14</sup> C | 2.85E+12                               | a    | 4.07E+10                                | a    | 1.00E+05                                | b    | 3.90E+09  | b    | 6.83E+10                                 |
| K-40            |  |      |   |      |   |      | 7.70E+06  | b    |  |
| Cr-51           |  | f    | 3.22E+09                                | a    |   |      |   |      |  |
| Mn-54           |  | f    | 2.81E+08                                | a    | 6.00E+04                                | b    |   |      |  |
| Fe-59           |  | f    | 4.07E+07                                | a    |   |      |   |      |  |
| Co-60           | 3.10E+05                               | a    | 7.40E+09                                | a    | 3.80E+05                                | b    |   |      |  |
| Zn-65           |  | f    | 2.74E+07                                | a    |   |      |   |      |  |
| Kr-85m          | 7.54E+12                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Kr-85           | 5.36E+10                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Kr-87           | 1.51E+13                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Kr-88           | 2.10E+13                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Rb-86           |  | e    | 2.92E+05                                | k    |   |      |   |      |  |
| Rb-88           | 9.50E+05                               | h    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Rb-89           | 1.22E+06                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Sr-89           | 8.22E+04                               | m    | 8.22E+07                                | g    |   |      |   |      |  |
| Sr-90           | 2.91E+01                               | m    | 1.41E+06                                | b    |   |      |   |      |  |
| Sr-91           | 1.21E+05                               | m    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Sr-92           | 1.27E+05                               | m    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Zr-95           | 1.09E+06                               | a    | 2.04E+09                                | a    | 4.00E+06                                | a    |   |      |  |
| Zr-97           | 1.34E+06                               | a    |   |      |   |      |   |      |  |
| Nb-95           | 1.14E+06                               | a    | 2.29E+09                                | a    | 8.00E+06                                | a    |   |      |  |
| Nb-97           | 1.70E+06                               | g    |   | d    |   | d    |   |      |  |
| Mo-99           |  | e    | 3.74E+07                                | k    |   |      |   |      |  |
| Ru-103          | 3.59E+05                               | g    | 5.18E+07                                | a    |   |      |   |      |  |
| Ru-105          |  | e    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Ru-106          | 4.37E+04                               | h    | 1.04E+06                                | a    |   |      |   |      |  |
| Ag-110m         | 3.07E+04                               | j    | 3.07E+07                                | f    |   |      |   |      |  |
| Ag-111          | 6.13E+06                               | g    | 6.13E+09                                | f    |   |      |   |      |  |
| Sb-124          | 4.88E+05                               | a    | 1.11E+10                                | a    | 6.67E+06                                | a    |   |      |  |
| Sb-125          | 3.79E+05                               | g    | 4.07E+07                                | a    |   |      |   |      |  |
| I-130           | 3.45E+07                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| I-131           | 6.66E+07                               | a    | 1.18E+09                                | a    |   |      |   |      |  |
| I-132           | 9.82E+07                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| I-133           | 1.38E+08                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| I-134           | 1.53E+08                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| I-135           | 1.30E+08                               | g    |   | d    |   |      |   |      |  |
| Xe-131m         | 3.11E+11                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Xe-133m         | 1.74E+12                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |
| Xe-133          | 5.54E+13                               | b    |   |      |   |      |   |      |  |

| Nucléide | Effluents aériens MEG (Bq/an) | Note | Effluents liquides MEL (Bq/an) | Note | Effluents aériens ASDR (Bq/an) | Note | Effluents aériens Centrale de Bécancour (Bq/an) | Note | Effluents aériens AASDR (Bq/an) |
|----------|-------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|---|------|---------------------------------|
| Xe-135m  | 1.19E+13                      | b    |                                |      |                                |      |   |      |                                 |
| Xe-135   | 4.94E+12                      | b    |                                |      |                                |      |   |      |                                 |
| Xe-138   | 4.92E+13                      | b    |                                |      |                                |      |   |      |                                 |
| Cs-134   | 4.36E+04                      | g    | 2.70E+07                       | a    |                                |      |   |      |                                 |
| Cs-136   | 6.44E+04                      | g    | 2.64E+08                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Cs-137   |                               | e    | 4.44E+08                       | a    |                                |      |   |      |                                 |
| Cs-138   | 9.74E+06                      | g    |                                |      |                                |      |   |      |                                 |
| Ba-140   | 9.58E+04                      | h    | 9.58E+07                       | k    |                                |      |   |      |                                 |
| La-140   | 7.40 <sup>E</sup> +05         | j    | 7.40E+08                       | k    |                                |      |   |      |                                 |
| La-141   | 6.80 <sup>E</sup> +05         | g    |                                | d    |                                |      |   |      |                                 |
| La-142   | 6.56 <sup>E</sup> +05         | g    |                                | d    |                                |      |   |      |                                 |
| Ce-141   | 6.06E+04                      | g    | 1.37E+09                       | a    |                                |      |   |      |                                 |
| Ce-143   | 6.26 <sup>E</sup> +04         | g    | 1.41E+09                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Ce-144   | 1.90 <sup>E</sup> +04         | h    | 4.29E+08                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Eu-154   |                               | e    | 5.92E+06                       | a    |                                |      |   |      |                                 |
| Eu-155   |                               | e    | 1.79E+06                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Eu-156   |                               | e    | 2.37E+06                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Hf-181   |                               |      |                                |      | 1.60E+04                       | a    |   |      |                                 |
| Ra-226   |                               |      |                                |      |                                |      | 2.31E+06  | b    |                                 |
| U-234    |                               | e    | 5.64E+05                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| U-235    |                               | e    | 9.22E+03                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| U-238    |                               | e    | 6.94E+05                       | b    |                                |      | 1.54E+08  | b    |                                 |
| Pu-238   |                               | e    | 8.21E+04                       | b    |                                |      |   |      |                                 |
| Pu-239   | 8.64E-02                      | o    | 2.74E+05                       | b    |                                |      |   |      |                                 |
| Pu-240   | 1.20E-01                      | o    | 3.81E+05                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Pu-241   | 1.19E+01                      | o    | 3.78E+07                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Am-241   | 1.04E-01                      | o    | 1.06E+07                       | g    |                                |      |   |      |                                 |
| Am-243   |                               | e    | 2.74E+04                       | b    |                                |      |   |      |                                 |
| Cm-242   |                               | e    | 2.77E+05                       | n    |                                |      |   |      |                                 |
| Cm-244   |                               | e    | 4.94E+03                       | n    |                                |      |   |      |                                 |
| Th-232   |                               |      |                                |      |                                |      | 2.31E+06  | b    |                                 |

MEG : Moniteur d'effluents gazeux  
MEL : Moniteur d'effluents liquides  
ASDR : Aire de stockage des déchets radioactifs  
AASDR : Agrandissement éventuel de l'aire de stockage de déchets radioactifs

#### NOTES

- a Rejet mesuré directement à la source (critère 1)
- b Rejet mesuré indirectement (critères 6 et 9)
- c Substance éliminée parce que l'inventaire pour ce radionucléide n'est pas disponible
- d Substance éliminée parce que la demi-vie ne satisfait pas le critère pour cette source
- e Substance éliminée parce que son importance radiologique est négligeable
- f Estimation des rejets bornée par l'activité minimum détectable pour ce radionucléide (critère 5)

## NOTES

- g Rejet estimé à partir de la fraction des rejets pour cet élément chimique (critère 2)
- h Rejet estimé à une fraction de l'activité dans le caloporteur (critère 3)
- i Rejet estimé à une fraction de l'activité dans le modérateur (critère 3)
- j Rejet estimé à une fraction de l'activité dans les résines de Bruce (critère 4)
- k Rejet estimé à 1000x les émissions atmosphériques du MEG (critère 4)
- m Rejet estimé à 1/1000 des rejets liquides du MEL (critère 4)
- n Rejet estimé à une fraction du Pu-239 (critère 9)
- o Rejet estimé à une fraction du Ce-144 (critère 9)

## E.4 Discussion des incertitudes

Lorsque des mesures des rejets annuels étaient disponibles, la plus grande valeur observée fut utilisée afin d'estimer les rejets. Pour les radionucléides qui contribuent plus de 99% de la dose (soit le tritium, le carbone-14, le cobalt-60 et les gaz rares), la distribution historique des rejets annuels varie environ d'un facteur 10. Il s'agit donc de l'incertitude sur l'estimation des rejets à partir des valeurs mesurées directement à la source.

Lorsque les rejets furent estimés à cause du manque de mesures à la source, l'incertitude peut atteindre un facteur 1000 à cause de l'incertitude plus grande sur les facteurs utilisés. Il faut toutefois noter que l'incertitude sur la dose calculée est beaucoup plus faible. En effet, les radionucléides pour lesquels on a dû estimer les rejets contribuent à une fraction plus faible que 1% de la dose totale pour chaque voie d'exposition.

## E.5 Références

COG-93-203, *Characterization of Spent Moderator Ion-Exchange Resins from Bruce Nuclear Generating Station A : Resin Samples B3M1 and BIM2*, D.L. Moir et. al., 1993

COG-96-252, *Scaling Factors for Difficult-to-Measure Radionuclides (Part 2)*, A. Husain, 1996.

G2-RT-91-28, *Évaluation de la dose à la population résultant du fonctionnement de la centrale Bécancour*, M. Lupien, 1991.

G2-RTI-99-62, *Description des interventions suite à l'incident du 3 mars 1999 et analyse sommaire des impacts de la présence de contaminants radioactifs résiduels dans l'environnement de l'ASDR*, E. Dion, 1999.

ELC-01-03 Technical Note, *Characterization of Radionuclide Species in CANDU effluents (Third Interim Report on Samples Received in 2001)*, E.I. Cooper et. al. 2001

***ANNEXE F***  
***APPROCHE GÉNÉRALE UTILISÉE POUR IDENTIFIER LES***  
***SUBSTANCES CHIMIQUES UTILISÉES OU PRODUITES***  
***AU SITE DE GENTILLY***

---



**ANALYSE  
DES REJETS DE SUBSTANCES CHIMIQUES  
ASSOCIÉES À L'EXPLOITATION DU SITE DE  
GENTILLY**

**Rapport présenté**

**à**

**Service d'analyse de risque QSAR Inc.**

**Claude Barbeau, Ph.D. chimiste**

**Juin 2002**

A handwritten signature in black ink, reading "Claude Barbeau". The signature is written in a cursive, flowing style.

## **Annexe F**

### **Sélection des substances chimiques d'intérêt**

La sélection des substances chimiques utilisées ou produites sur le site de Gentilly, et présentant un intérêt en raison de leur impact sur l'environnement, a été faite à partir (1) d'un critère qualitatif d'appartenance à une liste générale de substances chimiques à préoccupation environnementale et (2) d'un critère quantitatif de teneurs potentielles dans l'environnement susceptibles de dépasser le bruit de fond, tout en étant détectables par les techniques courantes d'analyse.

#### **F.1 Substances chimiques sur le site**

Les substances chimiques utilisées ou produites sur le site de Gentilly ont été étudiées, en fonction de leur appartenance à la liste des substances chimiques à risques potentiels pour l'environnement, et en fonction des quantités susceptibles d'être émises à l'environnement. Toutes les listes de substances chimiques présentes sur le site de Gentilly ont été fournies par Hydro-Québec.

Un premier ensemble a été constitué à partir de 25 inventaires qualitatifs contenant 1374 substances ou mélanges chimiques utilisés dans des laboratoires et services divers. Une évaluation subjective des quantités utilisées et des rejets à l'environnement a dû être faite, en raison de l'absence de données.

Deux listes, couvrant quelques dizaines de substances et contenant les quantités en inventaire ainsi que les quantités consommées annuellement, ont permis d'obtenir un aperçu quantitatif pour plusieurs substances chimiques.

Deux rapports trimestriels de l'unité Chimie (1998 et 1999) (HQ-RTM-C-98-4 et HQ-RTM-C-99-04), sur les déchets entreposés sur le site ou expédiés pour élimination, ont permis d'évaluer les quantités de catégories ou de familles de substances chimiques usées, mais non rejetées à l'environnement.

Les résultats contenus dans le rapport *Validation des impacts potentiels associés aux émissions atmosphériques de la centrale de Bécancour* ont servi à dresser la liste des substances émises par les turbines à gaz (Hydro-Québec, 1997).

En plus de ces listes, les composantes métalliques susceptibles de se retrouver dans l'environnement ont été considérées, à partir de la composition chimique des aciers et des alliages généralement en usage.

Les produits commerciaux, utilisés sur le site et contenant des substances chimiques, sont en nombre supérieur à 2 000. Dans la majorité des cas, la composition chimique n'est pas connue, mais il est possible de déduire les composantes importantes à partir de la description et de l'usage des produits. De plus, les quantités utilisées ne sont pas toujours connues et les pertes rarement établies. Il en résulte qu'aucune approche mathématique ne

permet d'apprécier toutes les émissions de substances chimiques à l'environnement. Une appréciation subjective, basée sur la connaissance des propriétés physico-chimiques des produits et sur l'utilisation des produits, est donc souvent requise pour apprécier les rejets à l'environnement. Un critère de prudence a guidé cette évaluation, en conservant dans la liste de substances chimiques à risque potentiel toute substance pour laquelle les renseignements disponibles ne permettaient pas de porter un jugement.

## **F.2 Liste de substances chimiques préoccupantes**

Une liste de 746 substances chimiques jugées à risques potentiels pour l'environnement a été constituée à partir de listes de substances chimiques produites par divers ministères et organisations.

- Environnement Canada a établi une liste de 268 substances dans *l'Inventaire national des rejets polluants pour l'an 2000* (INRP). Dans cette liste on retrouve les substances contenues dans la Liste des substances toxiques, dans celle des principaux polluants atmosphériques (PPA), dans les deux listes des substances d'intérêt prioritaire (LSIP), ainsi que dans le Règlement fédéral sur les halocarbures.
- Le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) a constitué un répertoire de 289 substances chimiques considérées comme contaminants de l'eau de surface.
- L'Association canadienne des fabricants de produits chimiques (ACFPC) a établi une liste de 606 substances chimiques que ses membres sont susceptibles de rejeter dans l'environnement. Cette liste contient les substances chimiques des listes d'Environnement Canada en plus de substances à potentiel cancérigène.

En combinant les trois listes, il résulte une liste de 746 substances chimiques distinctes, caractérisées par leur numéro de registre de Chemical Abstract Services (CAS). Cette dernière liste est reproduite au tableau F-3 qui est placé à la fin de cette annexe.

## **F.3 Sélection des substances chimiques d'intérêt**

### ***F.3.1 Première sélection***

Une première sélection de substances chimiques d'intérêt a été faite à partir de la liste des 746 substances, en retenant ces substances chimiques qui sont, soit présentes sur le site en quantités telles que des rejets à l'environnement pourraient dépasser 50 kg annuellement, soit considérées à risque environnemental élevé. En regard du premier critère, cette valeur de 50 kg découle des exigences du *Guide de déclaration à l'Inventaire national des rejets de polluants* qui considère un seuil initial de 10 tonnes à une concentration de 1% pour la majorité des polluants. Ce guide situe aussi à 50 kg le seuil de déclaration pour l'ensemble des HAP rejetés. En retenant la valeur de 50 kg par année comme critère minimum, on s'assure ainsi de couvrir toutes les substances chimiques couvertes par l'INRP et de se placer dans un contexte de prudence. En regard du second critère, on retient des substances chimiques qui présentent un risque environnemental élevé, toujours

dans l'esprit de recherche des plus bas niveaux de pollution et en s'alignant sur l'INRP qui établit le seuil de déclaration d'une substance à préoccupation environnementale élevée, comme le mercure, à 5 kg de rejet par année.

Les substances ou mélanges chimiques d'intérêt dans cette sélection sont au nombre de 53 (voir le tableau F-1). La distribution de ces substances a été faite selon quelques familles, dont les substances corrosives (acides et bases), les substances combustibles (carburants, huiles et graisses), diverses substances chimiques (solvants, réactifs particuliers), les produits de la combustion de carburants fossiles (gaz et aérosols), ainsi que la famille des métaux (à l'état élémentaire et sous forme de composés).

Pour plusieurs des substances, leur présence sur le site est évidente, en tant que substance chimique fréquemment utilisée. Dans le cas de nombreuses autres substances retenues, leur présence est probable dans divers mélanges gazeux, liquides ou solides. La raison du choix de plusieurs substances chimiques est indiquée dans le tableau F-1.

Le regroupement de plusieurs des 53 substances est nécessaire lorsque les substances ont les mêmes caractéristiques, proviennent de la même source, ou se retrouvent dans un mélange à des concentrations inconnues. C'est le cas des 18 substances qui composent les lubrifiants, les huiles et les solvants, substances que l'on retrouve souvent dans les huiles usées. Les 14 composés qui de la famille des HAP forment également un groupe de substances souvent émises ensemble dans l'environnement.

Certaines substances peuvent être éliminées, en raison des conditions de leur utilisation sur le site. C'est le cas de l'acide sulfurique et de l'hydroxyde de sodium qui sont mutuellement neutralisés jusqu'à pH neutre et qui ne sont donc pas susceptibles d'être rejetés à l'environnement en quantités significatives. Il en va de même pour les substances utilisées en tant que carburant et qui libèrent du dioxyde de carbone et des HAP, en raison de leur transformation sur place et de l'absence de rejet significatif à l'environnement autrement qu'en cas de fuites ou de déversements majeurs.

Parmi les métaux retenus, plusieurs sont des radionucléides et, à ce titre, ils sont transférés au groupe des radionucléides (Annexe E).

**Tableau F-1 : Sélection des substances chimiques**

| No CAS     | Composés – métaux              | Catégorie | Substances retenues<br>Raison | Regroupement<br>Élimination/Transfert |
|------------|--------------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 68476-30-2 | Combustible #2                 | COM       |                               | Élimination: carburant                |
| 68921-07-3 | Distillats légers craquage     | COM       | Dans huiles usées             | Regroupés dans Huiles                 |
| 64742-47-8 | Distillats légers hydrotraités | COM       | Dans huiles usées             | Regroupés dans Huiles                 |
| 64742-46-7 | Distillats moyens hydrotraités | COM       | Dans huiles usées             | Regroupés dans Huiles                 |
| 64741-48-9 | Essences minérales             | COM       | Dans huiles usées             | Regroupées dans Huiles                |
| 64742-65-0 | Huile lubrifiante              | COM       | Dans huiles usées             | Regroupée dans Huiles                 |
| 72623-87-1 | Huile lubrifiante C20-50       | COM       | Dans huiles usées             | Regroupée dans Huiles                 |
| 8008-20-6  | Kérosène                       | COM       |                               | Élimination: carburant                |
| 64742-81-0 | Kérosène désulfurisé           | COM       |                               | Élimination: carburant                |
| 8030-30-6  | Naphta                         | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 68527-24-2 | Naphta léger                   | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 8032-32-4  | Naphta de pétrole (Ligroïne)   | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64741-68-0 | Naphta lourd aromatique        | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64741-65-7 | Naphta lourd d'alkyle          | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64742-48-9 | Naphta lourd hydrotraité       | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 68919-37-9 | Naphta réformé                 | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64742-89-8 | Solvant naphta léger           | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64742-88-7 | Solvant naphta moyen           | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64742-95-6 | Naphta aromatique léger        | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 64742-94-5 | Naphta aromatique lourd        | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 8052-41-3  | Solvant stoddard               | COM       | Dans huiles usées             | Regroupé dans Huiles                  |
| 83-32-9    | Acénaphène                     | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 208-96-8   | Acénaphthylène                 | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 120-12-7   | Anthracène                     | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 56-55-3    | Benzo(a)anthracène             | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 50-32-8    | Benzo(a)pyrène                 | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 205-99-2   | Benzo(b)fluoranthène           | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 207-08-9   | Benzo(k)fluoranthène           | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 218-01-9   | Chrysène                       | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 53-70-3    | Dibenz(a,h)anthracène          | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 206-44-0   | Fluoranthène                   | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 86-73-7    | Fluorène                       | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 193-39-5   | Indeno(1,2,3-cd)pyrène         | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 85-01-8    | Phénanthrène                   | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 129-00-0   | Pyrène                         | COMB      | Dans gaz TAG                  | Regroupé sous HAP                     |
| 124-38-9   | Dioxyde de carbone             | COMB      |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7664-93-9  | Acide sulfurique               | COR       |                               | Neutralisation par base               |
| 7782-50-5  | Chlore                         | COR       | Dans eaux                     |                                       |
| 1310-73-2  | Hydroxyde de sodium            | COR       |                               | Neutralisation par acide              |

| No CAS    | Composés – métaux | Catégorie | Substances retenues<br>Raison | Regroupement<br>Élimination/Transfert |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 7440-22-4 | Argent            | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7440-39-3 | Baryum            | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7440-43-9 | Cadmium           | MET       | Dans réacteur                 | Regroupé dans Métaux                  |
| 7440-47-3 | Chrome            | MET       | Dans acier                    | Regroupé dans Métaux                  |
| 7440-48-4 | Cobalt            | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7439-89-6 | Fer               | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7439-96-5 | Manganèse         | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7439-98-7 | Molybdène         | MET       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 7440-02-0 | Nickel            | MET       | Dans acier                    | Regroupé dans Métaux                  |
| 7440-50-8 | Cuivre            | MET       | Usage abondant                | Regroupé dans Métaux                  |
| 7440-66-6 | Zinc              | MET       | Usage abondant                | Regroupé dans Métaux                  |
| 7440-36-0 | Antimoine         | SCD       |                               | Transfert à radionucléide             |
| 302-01-2  | Hydrazine         | SCD       | Dans eaux                     |                                       |
| 110-91-8  | Morpholine        | SCD       | Dans eaux                     |                                       |

**Catégories:** COMB (produits de combustion), COM (substances combustibles), COR (substances corrosives), MET (métaux et leurs composés), SCD (substances chimiques diverses)

### F.3.2 Deuxième sélection

Une analyse plus poussée des substances ou familles de substances contenues dans le tableau F-1 a été réalisée, en tenant compte des normes et standards édictés par les gouvernements fédéral et provinciaux en regard de l'air, l'eau et les sédiments. Dans tous les cas, toujours selon une approche de prudence, les normes les plus sévères ont été considérées.

- Des normes, en regard de l'eau, sont contenues dans les critères de qualité de l'eau de surface au Québec (MENV). Le critère retenu, et le plus exigeant, est celui de la concentration maximale dans l'eau qui puisse affecter la vie aquatique de façon chronique. Ceci signifie donc que les concentrations maximales les plus basses ont été utilisées. Les critères contenus dans les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux en regard de la protection de la vie aquatique, élaborées par Environnement Canada, ont également été consultés.
- Des normes de qualité de l'air ambiant sont contenues dans un document du ministère de l'Environnement de l'Ontario (*Summary of point of impingement standards, point of impingement guidelines and ambient air quality criteria, september 2001*). De telles normes font état des concentrations maximales permises dans l'air. Les concentrations maximales recommandées dans les sols et dans les sédiments d'eau douce par le Conseil canadien des ministres de l'environnement, en vue de la protection de l'environnement, de la santé humaine et de la vie aquatique, ont été prises en considération lors de l'étude de substances chimiques pouvant venir en contact avec les sédiments et les sols.

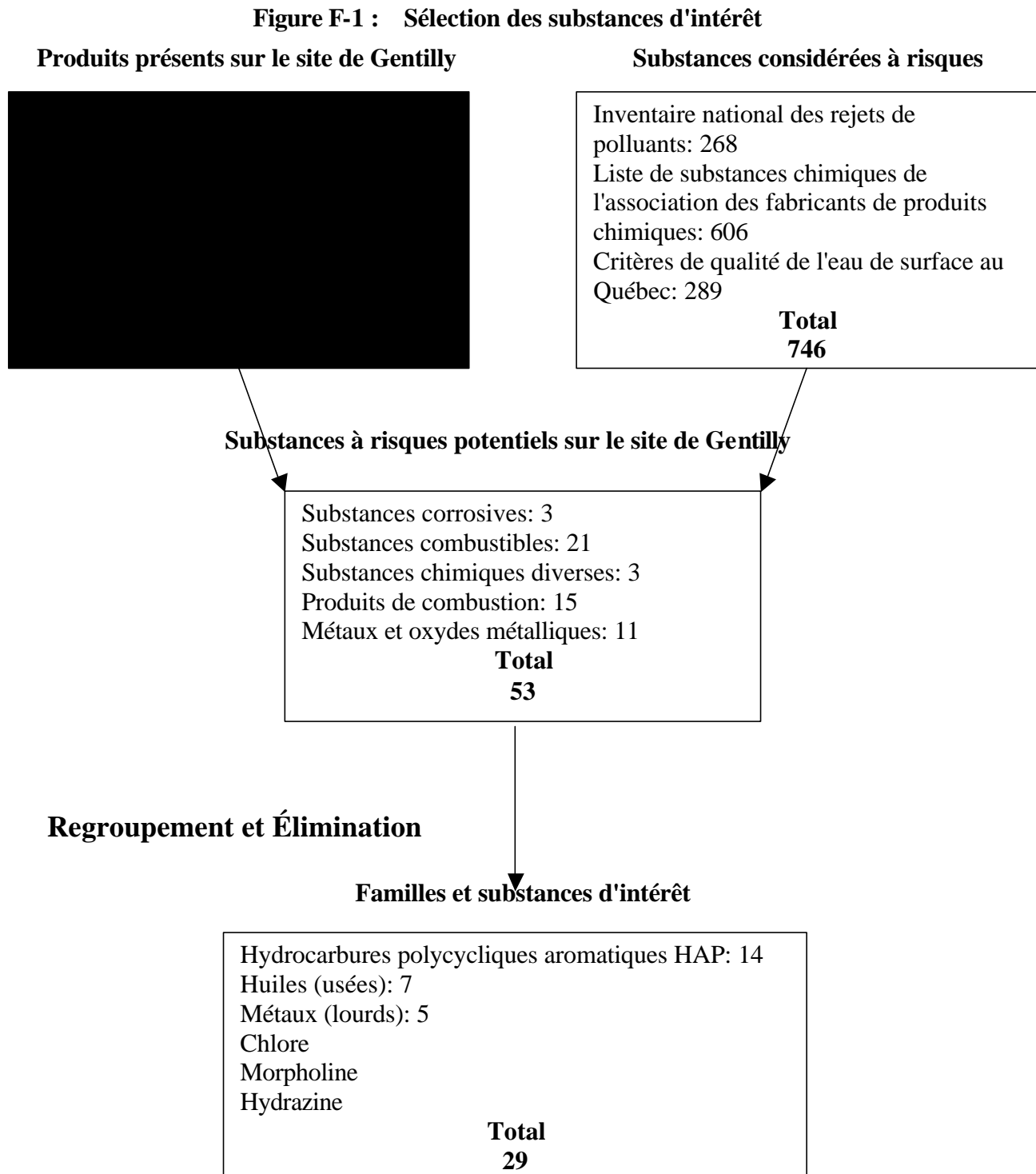
Une deuxième sélection de substances chimiques d'intérêt a résulté d'une analyse comparative de concentrations maximales potentielles dans les divers milieux environnementaux, concentrations qui pouvaient provenir de l'émission des quantités maximales de substances présentes, ou suspectées, sur le site, avec les concentrations maximales, permises ou suggérées, dans l'air, l'eau, le sol et les sédiments. Cette analyse, de nature qualitative, a permis de retenir pour analyse quantitative subséquente ces substances ou familles qui présentent un intérêt. Les justifications de la sélection des substances et familles d'intérêt sont décrites ci-après.

- Les substances corrosives utilisées dans les opérations sont majoritairement des acides et des bases, solides ou liquides, qui sont neutralisés avant tout rejet. Seul le chlore gazeux a été retenu en raison de sa potentielle émission en fortes quantités à l'environnement.
- Les substances combustibles composent la famille regroupant le plus de substances chimiques. Le combustible diésel n° 2 est la substance chimique en plus grande quantité sur le site. En tant que carburant il n'est pas considéré d'intérêt, parce que transformé en produits volatils. Cependant, la grande diversité d'huiles lubrifiantes et de graisses, substances faisant souvent partie de rejets à l'environnement, amène à considérer la famille d'huiles usées sous l'angle d'émission potentielle à l'environnement. Comme les normes s'appliquent aux huiles et graisses, les sept substances chimiques de ce groupe les plus utilisées sur le site ont été regroupées sous cette famille d'intérêt que sont les huiles usées.
- Seulement la morpholine et l'hydrazine, du groupe des substances chimiques diverses, sont susceptibles d'être rejetées à l'environnement en quantités suffisantes pour justifier leur sélection en tant que substances chimiques d'intérêt qui pourraient se retrouver dans l'environnement en concentrations s'approchant des normes.
- Les produits de combustion à la centrale de Bécancour, qui sont à retenir pour considération, sont les membres de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques, substances surtout émises à l'environnement sous forme d'aérosols. En effet le dioxyde de carbone ne peut pas être retenu, parce que sa concentration dans l'air ambiant, même proche de sa source d'émission, demeure inférieure à toutes les normes de qualité de l'air. En raison des normes sévères qui régissent les HAP dans l'air, ces substances doivent être retenues pour une analyse quantitative. Comme les seuils permis diffèrent peu d'une substance à l'autre, les 14 HAP sont retenus comme une famille d'intérêt.
- Les métaux lourds contenus dans les pièces métalliques ne peuvent pas être émis en quantités importantes dans l'environnement. Le caractère radioactif qu'ils peuvent acquérir dans les circuits du réacteur nucléaire demande qu'on les place dans la catégorie des radionucléides d'intérêt. Cependant, en raison de l'importance accordée aux métaux lourds dans les rejets aqueux de nombreuses industries, cinq métaux (zinc, cuivre, cadmium, chrome, nickel) et leurs composés ont été retenus comme substances d'intérêt. Puisque les critères pour la qualité des sédiments d'eau douce et

ceux des sols du secteur du St-Laurent se situent entre 1 et 100 mg par kg pour les métaux, ces cinq métaux ont été regroupés et retenus dans une même famille d'intérêt.

Dans la sélection finale on trouve donc trois familles de substances chimiques et trois substances chimiques distinctes, dont les émissions, *a priori*, pourraient être à risques pour l'environnement, selon les critères les plus exigeants de la protection des diverses composantes de l'environnement.

Le logigramme qui suit (figure F-1) résume les démarches et les conclusions de la sélection des substances chimiques d'intérêt.





## **F.4 Devenir des substances d'intérêt dans l'environnement**

Le devenir des substances d'intérêt, quant aux risques potentiels à l'environnement, est abordé sous l'angle du comportement physico-chimique des espèces chimiques en contact avec les milieux abiotiques de l'environnement.

Les substances ou familles de substances chimiques, faisant partie des deux listes de substances prioritaires de la Loi sur la protection de l'environnement (LSIP1 et LSIP2), ont fait l'objet d'une analyse sur la base de leur présence sur le site, et des concentrations potentielles dans les compartiments de l'environnement. Ainsi, les métaux cadmium et nickel ont-ils été étudiés dans le contexte de composés inorganiques, composés faisant partie de la liste de substances considérées comme étant toxiques aux termes de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999. De même, la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques, substances également considérées toxiques dans la liste LSIP1, a-t-elle été analysée en fonction des sources, rejets et concentrations possibles. Puisque les eaux usées chlorées sont placées comme substances toxiques dans la liste LSIP1, le chlore a été étudié sous l'angle d'une substance toxique. Les huiles usées font partie de la liste LSIP1, mais ne sont pas considérées toxiques, alors que les composés morpholine et hydrazine n'ont pas encore fait l'objet d'une évaluation de toxicité.

Dans le cas des émissions au fleuve Saint-Laurent, différentes hypothèses de rejet ont été étudiées afin d'obtenir des données sur les teneurs possibles dans les eaux de surface. Grâce à ces données, l'impact attendu sur l'environnement a pu être évalué et ainsi conduire à une décision justifiée sur l'appréciation de certaines substances chimiques.

### ***F.4.1 Composés inorganiques***

Trois familles de substances sont présentes sur le site en quantités appréciables, soit des composés inorganiques du chrome, du cadmium et du nickel. Cependant, l'état physico-chimique et la matrice dans laquelle ils se trouvent font en sorte que les rejets à l'air ou à l'eau sont minimaux. En effet, dans le cas du cadmium il s'agit du métal utilisé dans les barres de réglage et les blindages du réacteur nucléaire. Dans le cas du chrome et du nickel il s'agit de métaux qui composent des aciers. Les seuls rejets possibles à l'environnement sont associés à des particules métalliques qui se détachent des structures. Ces particules métalliques peuvent subir l'oxydation et se transformer en oxydes, bivalents pour le cadmium et le nickel, et trivalent pour le chrome (absence de chrome hexavalent). En raison des faibles teneurs dans les divers compartiments, et de la très faible solubilité des particules, ces substances n'ont pas à être retenues pour une analyse de risque. Il en va de même pour les métaux zinc et cuivre qui, quoique plus susceptibles d'être solubilisés, ne peuvent pas constituer un risque à la qualité des eaux de surface.

Une modélisation de l'impact, qui résulterait de la solubilisation, régulière et à taux constant, de métaux dans l'eau du canal de rejet, a été faite en utilisant les conditions moyennes d'écoulement de l'eau dans le canal de rejet, soit 20 000 L/s. Le calcul révèle qu'une perte de plus de 1 000 kg/an d'un métal lourd, qui serait de surcroît uniquement

sous une forme soluble, résulterait en une concentration moyenne de 1,5 µg/L. Ce résultat s'obtient en considérant le rejet de 1,0E+12 µg de métal distribué de façon homogène dans le volume d'eau qui coule dans le canal durant une année, soit 6,3E+11 L. Une telle hypothèse est fortement exagérée pour chacun des cinq métaux. Même dans une telle situation, la concentration résultante dans l'eau serait inférieure aux critères les plus exigeants (9 µg/L pour le cuivre et 120 µg/L pour le zinc). L'hypothèse considérée représente une situation de nature chronique et utilise les critères de toxicité chronique. Dans l'hypothèse d'un rejet ponctuel important, les teneurs dans l'eau seraient beaucoup plus élevées, mais les critères de toxicité aiguë, qui devraient alors être utilisés, sont également plus élevés.

Aucun suivi environnemental n'apparaît justifié pour aucun des cinq métaux. Même en conservant l'hypothèse d'une perte de 1 000 kg/an de métaux solubles dans l'eau, la hausse de teneurs dans l'eau ne pourrait pas être mesurée, en raison de l'imprécision des techniques analytiques et des teneurs normales dans l'eau du fleuve.

#### ***F.4.2 Chlore***

Ajouté en excès sous forme gazeuse à l'eau de refroidissement dans les circuits de prise d'eau et d'alimentation des condenseurs, afin d'oxyder les substances organiques (micro-organismes, huiles, graisses, etc.) pouvant se déposer ou croître sur les parois des circuits, la fraction de chlore n'ayant pas réagi se retrouve sous différentes formes chimiques et en concentrations variables dans les rejets liquides et dans l'eau du fleuve.

Le chlore résiduel dans les rejets liquides peut exister sous forme gazeuse dissoute  $\text{Cl}_2$  ou sous forme hydrolysée d'acide hypochloreux  $\text{HClO}$ . À pH supérieur à 7,3 l'acide libère l'anion  $\text{ClO}^-$ . Les trois formes de chlore sont d'excellents oxydants et demeurent dans la phase dissoute jusqu'à leur réduction en chlorure, anion présent dans le fleuve en teneurs voisines de 20 mg/L.

L'action oxydante des trois composés de chlore sur les composés organiques, dissous ou en suspension dans l'eau, peut conduire à la formation de substances toxiques telles que des chlorophénols. L'action oxydante des composés de chlore sur les micro-organismes conduit à leur destruction.

En raison de l'abondance de substances oxydables dans les eaux naturelles, y compris certains composés ou anions inorganiques, et à cause de la rapidité d'oxydation, les teneurs en chlore résiduel décroissent très rapidement en aval du rejet. Si on considère le facteur de dilution, les eaux du fleuve à distance inférieure à un km du rejet contiennent beaucoup moins que 1 µg/L de chlore résiduel, même si un fort excès de chlore a été ajouté aux eaux d'entrée. Aucun suivi environnemental n'est donc justifié, d'autant plus que la limite de détection des techniques analytiques est supérieure à 1 µg/L.

Une modélisation de l'impact, qui résulterait du rejet de la totalité ou d'une fraction importante de l'inventaire annuel en chlore dans les eaux du fleuve Saint-Laurent,

conduit à des concentrations en chlore qui sont inférieures à la norme établie de toxicité (voir tableau F-2).

#### ***F.4.3 Hydrocarbures aromatiques polycycliques***

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), produits lors de la combustion de carburant à la centrale de Bécancour, sont émis dans l'environnement aérien, sous forme gazeuse ou sous forme particulaire. La tension de vapeur de ces composés est faible à température ambiante et l'affinité pour les particules naturelles élevée. Il s'ensuit que les hydrocarbures aromatiques polycycliques se trouvent rapidement dans l'atmosphère sous forme particulaire, après leur émission des cheminées de la centrale de Bécancour. Selon les analyses réalisées à Gentilly, les concentrations en HAP totaux sont de l'ordre de 1000 ng/m<sup>3</sup> à la sortie des cheminées et d'environ 7 ng/m<sup>3</sup> à une distance de 3,5 km. Par comparaison, dans des villes où existe du chauffage au bois, les concentrations en HAP totaux dans l'air ambiant se situent autour de 500 ng/m<sup>3</sup>, alors que dans des villes à forte densité de transport routier les concentrations oscillent autour de 70 ng/m<sup>3</sup>. En milieu rural, et de façon générale dans l'air ambiant de plusieurs régions habitées, les concentrations en HAP totaux sont de l'ordre de 7 ng/m<sup>3</sup>. Puisque les particules atmosphériques constituées de HAP, ou les supportant, sont transportées sur de longues distances avant de venir en contact avec l'eau ou le sol, les concentrations moyennes mesurées à 3,5 km, ainsi que celles à la sortie des cheminées, traduisent une qualité de l'air ambiant autour du site qui ne se distingue pas de la qualité de l'air, intérieur ou extérieur, de la majorité des lieux habités. Aucune étude supplémentaire ou suivi environnemental des HAP totaux ou individuels n'est donc requis pour l'air, l'eau ou le sol.

#### ***F.4.4 Huiles usées***

Les huiles lubrifiantes et les graisses sont associées aux pompes, moteurs et autres systèmes mécaniques ou hydrauliques en opération constante ou sporadique. Une certaine fraction des diverses huiles utilisées est perdue, par écoulement, fuite ou frottement. Ces pertes sont entraînées sous forme de dispersion aqueuse vers les rejets liquides où une répartition des composantes des huiles se produit entre les phases dissoute et particulaire de l'eau du fleuve. Les quantités en cause sont trop faibles pour que les composés puissent former une phase huileuse, distincte des phases dissoute et particulaire de l'eau.

Les huiles usées sont constituées de nombreux composés organiques, de volatilité et de solubilité variables, et peuvent contenir des traces d'additifs de départ ainsi que des particules métalliques provenant des pièces lubrifiées.

La fraction hydrosoluble des huiles usées contient surtout des hydrocarbures aliphatiques, composés de faible toxicité. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans l'huile commerciale sont adsorbés et retenus sur les particules en suspension. Les particules métalliques deviennent matières en suspension ou sont retenues sur celles-ci.

Le transport des composantes des huiles usées dans les eaux mélangées du fleuve, en aval du canal de rejet, favorise la volatilisation à l'atmosphère des composés de faible poids moléculaire, et produit une dispersion à forte dilution des composés solubles et des particules en suspension. Dans les zones favorables à la déposition des particules en suspension, les sédiments de fond contiendront les fractions métalliques et hydrophobes des huiles usées.

Les teneurs attendues dans chacune des phases de l'eau seraient très faibles, même en considérant un scénario extrême de rejets d'huiles usées principalement constituées d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. Même en ne considérant pas la distribution dans les deux phases de l'eau, les teneurs maximales demeurent bien inférieures aux critères de qualité pour l'eau de surface (voir le tableau F-2).

#### ***F.4.5 Hydrazine et morpholine***

Deux substances, l'hydrazine et la morpholine, ne font pas partie des substances d'intérêt prioritaire, mais sont susceptibles d'être présentes dans les rejets liquides, en quantités suffisamment élevées pour justifier une crainte d'impact sur l'environnement aquatique. Dans les conditions des rejets d'effluents liquides dans le canal fluvial, une émission de 100% de l'inventaire en hydrazine et en morpholine conduirait à des teneurs moyennes dans le milieu récepteur, de 3 et de 6 µg/L respectivement. En raison de la grande solubilité de ces composés et des faibles concentrations dans l'eau, les teneurs dans l'air au-dessus de la surface aqueuse sont presque nulles et indétectables.

Puisque l'hydrazine est ajoutée à l'eau d'entrée en raison de son pouvoir réducteur, une fraction seulement de l'ajout se retrouve dans l'eau de sortie, en raison principalement de la réaction au contact de l'oxygène. L'hydrazine étant transformée en azote moléculaire, aucune conséquence négative à l'environnement ne résulte de sa réaction avec un oxydant. Selon une hypothèse d'un résiduel de 10% d'hydrazine après circulation de l'eau à travers les systèmes de la centrale, la concentration moyenne serait inférieure au critère de qualité le plus exigeant pour la protection de la vie aquatique. Dans l'hypothèse d'un résiduel plus élevé, la concentration dans l'eau se situerait rapidement en deçà de 0,4 µg/L en raison de la forte dilution et de la grande dispersion qui se produisent à quelques centaines de mètres en aval du point de rejet des effluents liquides. La substance chimique hydrazine n'est donc pas à considérer comme substance à risque environnemental. Quant au suivi environnemental, les limites de détection des méthodes analytiques de l'hydrazine étant supérieures à 1 µg/L, et sa décomposition au contact d'oxydants dans les eaux naturelles s'effectuant en dedans de quelques jours, cette substance peut difficilement faire l'objet d'une analyse dans les conditions d'utilisation prévalant à Gentilly.

L'élimination de la morpholine, comme substance d'intérêt pour un suivi environnemental, vient de la concentration maximale permise selon le critère le plus exigeant de la protection de vie aquatique. À 480 µg/L, cette concentration est au moins cent fois supérieure à celle qui pourrait être présente dans les eaux de sortie au canal de rejet. Le tableau F-2 donne les teneurs attendues dans l'eau entière au point de rejet.

**Tableau F-2 : Impacts d'effluents liquides dans les eaux de sortie au fleuve (20 000 L par seconde)**

| Substance    | Rejet annuel |             | Teneurs eau entière |             | Critères eau de surface |                 |
|--------------|--------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------------|-----------------|
|              | 100% invent. | 20% invent. | 100% invent.        | 20% invent. | Toxicité aigue          | Effet chronique |
|              | kg           | kg          | µg/L                | µg/L        | µg/L                    | µg/L            |
| Chlore       | 44100        | 8820        | 56                  | 11          | 100                     | Aucun critère   |
| Huiles usées | 8000         | 1600        | 10                  | 2           | 110                     | Aucun critère   |
| Hydrazine    | 2460         | 492         | 3                   | 1           | 100                     | 0,1             |
| Morpholine   | 4680         | 936         | 6                   | 1           | 11000                   | 480             |

## F.5 Conclusion

L'analyse des substances chimiques répertoriées sur le site de Gentilly montre que les quelques substances pouvant présenter un potentiel d'impact négatif sur l'environnement ne peuvent pas présenter de teneurs dommageables dans les divers compartiments environnementaux, lorsque les rejets sont répartis de façon à peu près égale dans le temps. Sur la base des données disponibles, il ressort que la nature et les quantités de substances chimiques émises dans l'environnement, par suite des opérations régulières sur le site de Gentilly, ne conduisent pas à des teneurs en excès des normes ou des critères environnementaux qui s'appliquent à l'air, l'eau ou le sol.

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques**

| <b>Substance chimique</b>          | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>            | <b>Registre CAS</b> |
|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1-Chloro-4-nitrobenzène            | 100-00-5            | p-Xylène                             | 106-42-3            |
| p-Nitroaniline                     | 100-01-6            | p-Crésol (et ses sels)               | 106-44-5            |
| p-Nitrophénol (et ses sels)        | 100-02-7            | p-Dichlorobenzène                    | 106-46-7            |
| Protoxyde d'azote (Oxyde nitreux)  | 10024-97-2          | Chlorophénol,4-                      | 106-48-9            |
| Curium                             | 10028-14-5          | p-Phénylènediamine (et ses sels)     | 106-50-3            |
| Ozone                              | 10028-15-6          | p-Quinone                            | 106-51-4            |
| Bromure d'hydrogène                | 10035-10-6          | 1,2-Époxybutane                      | 106-88-7            |
| 4-Vinylcyclohexène                 | 100-40-3            | Épichlorohydrine                     | 106-89-8            |
| Éthylbenzène                       | 100-41-4            | 1,2-Dibromoéthane                    | 106-93-4            |
| Styrène                            | 100-42-5            | n-Butane                             | 106-97-8            |
| Radon                              | 10043-92-2          | 1-Butène                             | 106-98-9            |
| Chlorure de benzyle                | 100-44-7            | Buta-1,3-diène                       | 106-99-0            |
| Dioxyde de chlore                  | 10049-04-4          | 2-Butène                             | 107-01-7            |
| Alcoolbenzylique                   | 100-51-6            | Acroléine                            | 107-02-8            |
| n-Hexane                           | 100-54-3            | Propane-1-thiol                      | 107-03-9            |
| Oxyde d'azote                      | 10102-43-9          | 1-Bromo-2-chloroéthane               | 107-04-0            |
| p,p'-Méthylènebis(2-chloroaniline) | 101-14-4            | Chlorure d'allyle                    | 107-05-1            |
| Nitrate de calcium                 | 10124-37-5          | 1,2-Dichloroéthane                   | 107-06-2            |
| Méthylènebis(phénylisocyanate)     | 101-68-8            | Acrylonitrile                        | 107-13-1            |
| p,p'-Méthylènedianiline            | 101-77-9            | Glyphosate                           | 1071-83-6           |
| Oxyde de diphenyle                 | 101-84-8            | Alcool allylique                     | 107-18-6            |
| Amino-2,6-dinitrotoluène,3-        | 10202-92-3          | Alcool propargylique                 | 107-19-7            |
| Dibromo-2-cyanoacétamide,2,2-      | 10222-01-2          | Éthylène glycol                      | 107-21-1            |
| Époxyded'heptachlore               | 1024-57-3           | Oxyde de chlorométhyle et de méthyle | 107-30-2            |
| Adipate de bis(2-éthylhexyle)      | 103-23-1            | Formiate de méthyle                  | 107-31-3            |
| n-Propylbenzène                    | 103-65-1            | 2-Méthylpentanethiol                 | 107-41-5            |
| 2-(p-Nonylphénoxy)éthanol          | 104-35-8            | Méthyle propyle cétone               | 107-87-9            |
| Nonylphénol                        | 104-40-5            | 1-Méthoxy-2-propanol                 | 107-98-2            |
| Butylbenzène                       | 104-51-8            | Acétate de vinyle                    | 108-05-4            |
| 2-Éthylhexanol                     | 104-76-7            | 2,4-Diméthylpentane                  | 108-08-7            |
| 2,2-Méthylaminodiéthanol           | 105-59-9            | Méthylisobutylecétone                | 108-10-1            |
| Caprolactam                        | 105-60-2            | 4-Méthyl-2-pentanol                  | 108-11-2            |
| Diméthylphénol,2,4-                | 105-67-9            | Acétate d'isopropyle                 | 108-21-4            |
| Chloramines                        | 10599-90-3          | Anhydride acétique                   | 108-24-7            |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>             | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>      | <b>Registre CAS</b> |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| Anhydride maléique                    | 108-31-6            | Morpholine                     | 110-91-8            |
| m-Xylène                              | 108-38-3            | NOx (oxydes d'azote)           | 11104-93-1          |
| m-Crésol (et ses sels)                | 108-39-4            | Acétate de 2-éthoxyéthyle      | 111-15-9            |
| Acétate d'oxo-octyle                  | 108419-32-5         | Diéthylène triamiène           | 111-40-0            |
| Chlorophénol,3-                       | 108-43-0            | Diéthanolamine (et ses sels)   | 111-42-2            |
| Benzène divinyle                      | 108-57-6            | bis(2-chloroéthyl)éther        | 111-44-4            |
| Oxyde de bis(2-chloro-1-méthyléthyle) | 108-60-1            | Diéthylène glycol              | 111-46-6            |
| Acétate de 1-méthoxy-2-propanol       | 108-65-6            | n-Octane                       | 111-65-9            |
| Trichlorobenzène,1,3,5-               | 108-70-3            | 1-Octène                       | 111-66-0            |
| Diisobutyle cétone                    | 108-83-8            | 2-Butoxyéthanol                | 111-76-2            |
| Méthylcyclohexane                     | 108-87-2            | Nonane                         | 111-84-2            |
| Toluène                               | 108-88-3            | 1-Octanol                      | 111-87-5            |
| Chlorobenzène                         | 108-90-7            | Undécane                       | 1120-21-4           |
| Cyclohexylamine                       | 108-91-8            | Acétate de 2-butoxyéthyle      | 112-07-2            |
| Cyclohexanol                          | 108-93-0            | 2,2'(Éthylènedioxy)diéthanol   | 112-27-6            |
| Cyclohexanone                         | 108-94-1            | 2,2-Butoxyéthoxyéthanol        | 112-34-5            |
| Phénol (et ses sels)                  | 108-95-2            | n-Dodécane                     | 112-40-3            |
| 2-Méthylpyridine                      | 109-06-8            | 1-Dodécanéthiol                | 112-55-0            |
| Acétate de n-propyle                  | 109-60-4            | Propylène                      | 115-07-1            |
| n-Pentane                             | 109-66-0            | Éther méthylique               | 115-10-6            |
| 1-Pentène                             | 109-67-1            | 2-Méthylpropène (Isobutylène)  | 115-11-7            |
| 2-Méthylaminoéthanol                  | 109-83-1            | Acide chlorendique             | 115-28-6            |
| 2-Méthoxyéthanol                      | 109-86-4            | Endosulfan                     | 115-29-7            |
| Tétrahydrofurane                      | 109-99-9            | Phosphate de triphényle        | 115-86-6            |
| 5-Méthyl-2-hexanone                   | 110-12-3            | Aldicarbe                      | 116-06-3            |
| Acétate d'isobutyle                   | 110-19-0            | Hexachloropropane              | 116-16-1            |
| n,n-Éthylène-di-stéaramide            | 110-30-5            | Oxyde de décabromodiphényle    | 1163-19-5           |
| Méthyle amyle cétone                  | 110-43-0            | Phtalate de bis(2-éthylhexyle) | 117-81-7            |
| Acétate de 2-méthoxyéthyle            | 110-49-6            | Phtalate de di-n-octyle        | 117-84-0            |
| n-Hexane                              | 110-54-3            | Hexachlorobenzène              | 118-74-1            |
| 2-Éthoxyéthanol                       | 110-80-5            | Trinitrotoluène,2,4,6-         | 118-96-7            |
| Disulfure d'éthyle                    | 110-81-6            | Amino-2-nitrotoluène,4-        | 119-32-4            |
| Cyclohexane                           | 110-82-7            | Anthracène                     | 120-12-7            |
| Pyridine (et ses sels)                | 110-86-1            | Dichlorprop                    | 120-36-5            |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>              | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>                | <b>Registre CAS</b> |
|--|---------------------|--|---------------------|
| Isosafrole                             | 120-58-1            | Tosylchloramidesodique                   | 127-65-1            |
| Indole                                 | 120-72-9            | 2,6-Di-t-butyl-4-méthylphénol            | 128-37-0            |
| Catéchol                               | 120-80-9            | Pyrène                                   | 129-00-0            |
| 1,2,4-Trichlorobenzène                 | 120-82-1            | Diméthylphénol                           | 1300-71-6           |
| 2,4-Dichlorophénol (et ses sels)       | 120-83-2            | Hydroxyde de calcium                     | 1305-62-0           |
| 2,4-Dinitrotoluène                     | 121-14-2            | Terbufos                                 | 13071-79-9          |
| Triéthylamine                          | 121-44-8            | Hydroxyde de potassium                   | 1310-58-3           |
| n,n-Diméthylaniline (et ses sels)      | 121-69-7            | Hydroxyde de sodium                      | 1310-73-2           |
| Malathion                              | 121-75-5            | Phtalate de diméthyle                    | 131-11-3            |
| Simazine                               | 122-34-9            | Tricyclohexylétain (hydroxyde)           | 13121-70-5          |
| Diphénylamine                          | 122-39-4            | Trioxyde de molybdène                    | 1313-27-5           |
| 1,2-Diphénylhydrazine (hydrazobenzène) | 122-66-7            | Dioxyde de thorium                       | 1314-20-1           |
| Hydroquinone (et ses sels)             | 123-31-9            | Dioxyde de zirconium                     | 1314-23-4           |
| Propionaldéhyde                        | 123-38-6            | Carbonate de calcium                     | 1317-65-3           |
| n-Méthylformamide                      | 123-39-7            | Crésol(mélange d'isomères et leurs sels) | 1319-77-3           |
| 4-Hydroxy-4-méthyl-2-pentanone         | 123-42-2            | Aluminosilicate                          | 1327-36-2           |
| Paraldéhyde                            | 123-63-7            | Xylène (mélange d'isomères)              | 1330-20-7           |
| Butyraldéhyde                          | 123-72-8            | Captane                                  | 133-06-2            |
| Acétate de n-butyle                    | 123-86-4            | Amiante (forme friable)                  | 1332-21-4           |
| 1,4-Dioxane                            | 123-91-1            | Chrome VI (oxyde)                        | 1333-82-0           |
| Acide adipique                         | 124-04-9            | Biphényles dérivés chlorés               | 1336-36-3           |
| 1,6-Hexaméthylènediamine               | 124-09-4            | Tétraéthylbenzène                        | 133637-20-6         |
| Acétate de 2(2-butoxyéthoxy)éthyle     | 124-17-4            | Acide silicique                          | 1344-00-9           |
| Décane                                 | 124-18-5            | Oxyde d'aluminium (formes fibreuses)     | 1344-28-1           |
| C-14 (CO <sub>2</sub> )                | 124-38-9            | Fer-pentacarbonyle                       | 13463-40-6          |
| Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )  | 124-38-9            | Butylbenzène-sec                         | 135-98-8            |
| Diméthylamine                          | 124-40-3            | Tétraméthylthiurame disulfure            | 137-26-8            |
| Chlorodibromométhane                   | 124-48-1            | Imidaclopride                            | 138261-41-3         |
| Dibromotétrafluoroéthane (Halon 2402)  | 124-73-2            | Acide nitrilotriacétique (et ses sels)   | 139-13-9            |
| Dimère de cétone d'alkyle              | 125521-93-9         | Octylphénol                              | 140-66-9            |
| SO <sub>x</sub> (oxydes de soufre)     | 12624-32-7          | Acrylate d'éthyle                        | 140-88-5            |
| 2,4,7,9-Tétraméthyldéc-5-yne-4,7-diol  | 126-86-3            | Acrylate de butyle                       | 141-32-2            |
| Tétrachloroéthylène                    | 127-18-4            | Monoéthanolamine                         | 141-43-5            |
| Acétamide de diméthyle                 | 127-19-5            | Acétate d'éthyle                         | 141-78-6            |



**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>                  | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>            | <b>Registre CAS</b> |
|--|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Dichloropropane,1,3-                       | 142-28-9            | Amino-2,6-dinitrotoluène,4-          | 19406-51-0          |
| Cyclopentène                               | 142-29-0            | 7H-Dibenzo(c,g)carbazole             | 194-59-2            |
| n-Heptane                                  | 142-82-5            | Perylène                             | 198-55-0            |
| 2-Mercaptobenzothiazole                    | 149-30-4            | Butylate                             | 2008-41-5           |
| Chlorotoluron                              | 15545-48-9          | 2-[2-(p-Nonylphénoxy)éthoxy]éthanol  | 20427-84-3          |
| Carbofuran                                 | 1563-66-2           | Benzo(j)fluoranthène                 | 205-82-3            |
| Diisocyanate de 2,4,4-triméthylhexaméthyle | 15646-96-5          | Benzo(b)fluoranthène                 | 205-99-2            |
| cis-Dichloroéthylène                       | 156-59-2            | Fluoranthène                         | 206-44-0            |
| trans-Dichloroéthylène                     | 156-60-5            | Benzo(k)fluoranthène                 | 207-08-9            |
| Cyanamide calcique                         | 156-62-7            | Acénaphthylène                       | 208-96-8            |
| 1-Propoxy-2-propanol                       | 1569-01-3           | Métribuzine                          | 21087-64-9          |
| Chloro-2-méthylphénol,4-                   | 1570-64-5           | Hydroxyde d'aluminium                | 21645-51-2          |
| Dichloro-6-méthylphénol,2,4-               | 1570-65-6           | Cyanazine                            | 21725-46-2          |
| Trifluraline                               | 1582-09-8           | Chrysène                             | 218-01-9            |
| Alachlore                                  | 15972-60-8          | Molinate                             | 2212-67-1           |
| Méthoxy-2-méthylpropane,2-                 | 1634-04-4           | Dibenz(a,j)acridine                  | 224-42-0            |
| Oxyde de tert-butyle et de méthyle         | 1634-04-4           | Dibenz(a,h)acridine                  | 226-36-8            |
| Bromure de tétrabutylammonium              | 1643-19-2           | Bendiocarbe                          | 22781-23-3          |
| Bromoxnyl                                  | 1689-84-5           | Méthyle de mercure                   | 22967-92-6          |
| Diisocyanate de 2,2,4-triméthylhexaméthyle | 16938-22-0          | Triallate                            | 2303-17-5           |
| HCFC-141b                                  | 1717-00-6           | Ethr d'isobutyle et propylène glycol | 23436-19-3          |
| Méthylmercaptide                           | 17302-63-5          | Mirex                                | 2385-85-5           |
| 2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine       | 1746-01-6           | Benzo(a)fluorène                     | 238-84-6            |
| 1,3,6 Trioxocane                           | 1779-19-7           | Sulfure de sodium et de benzothiazol | 2492-26-4           |
| Bénomyl                                    | 17804-35-2          | Bentazone                            | 25057-89-0          |
| Trinitrotoluène,2,3,6-                     | 18292-97-2          | tert-Dodécanethiol                   | 25103-58-6          |
| Dibenzo(a,i)pyrène                         | 189-55-9            | n-Nonylphénol (mélange d'isomères)   | 25154-52-3          |
| Chlorothalonil                             | 1897-45-6           | Nonylphénol                          | 25154-52-3          |
| Atrazine                                   | 1912-24-9           | Butène                               | 25167-67-3          |
| Benzo(g,h,i)pérylène                       | 191-24-2            | Diisobutylène                        | 25167-70-8          |
| Dicamba                                    | 1918-00-9           | Dinitrotoluène (mélange d'isomères)  | 25321-14-6          |
| Piclorame                                  | 1918-02-1           | Diéthylbenzène                       | 25340-17-4          |
| Benzo(e)pyrène                             | 192-97-2            | Octène (NSA)                         | 25377-83-7          |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrène                     | 193-39-5            | Hexafluorure de soufre               | 2551-62-4           |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>                   | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>                        | <b>Registre CAS</b> |
|---|---------------------|--|---------------------|
| 2-Chlorométhyl-1,3-dioxolane                | 2568-30-1           | Dibromoacétonitrile                              | 3252-43-5           |
| p-Nonylphénol, éther de polyéthylène glycol | 26027-38-3          | Diuron   | 330-54-1            |
| Tolunediisocyanate (mélange d'isomères)     | 26471-62-5          | Linuron  | 330-55-2            |
| Azotures de sodium                          | 26628-22-8          | Triméthillate de tri(2-éthylhexyle)              | 3319-31-1           |
| Iso-octane (NSA)                            | 26635-64-3          | Diazinon   | 333-41-5            |
| Chloronèbe                                  | 2675-77-6           | Tebuthiuron                                      | 34014-18-1          |
| Nonylphénol, dérivé hepta(oxyéthylène)éther | 27177-05-5          | HCFC-123 et tous ses isomères                    | 34077-87-7          |
| Nonylphénol, dérivé nona(oxyéthylène)éther  | 27177-08-8          | Isoproturon                                      | 34123-59-6          |
| Ethylbenzène homopolymérisé                 | 27536-89-6          | Halon 1211                                       | 353-59-3            |
| Nonylphénoxy éthanol                        | 27986-36-3          | Amino-4,6-dinitrotoluène,2-                      | 35572-78-2          |
| 2-Propoxyéthanol                            | 2807-30-9           | Iprodione  | 36734-19-7          |
| Indice de couleur jaune de dispersion 3     | 2832-40-8           | Chloro-1-méthyléthoxy-2-chloro-1-méthyléthane,2- | 39638-32-9          |
| Hydrochlorotétrafluoroéthane (HCFC-124)     | 2837-89-0           | Sulfure de triisobutylphosphine                  | 3982-87-4           |
| Indice de couleur bleu direct 218           | 28407-37-6          | Pendiméthaline                                   | 40487-42-1          |
| Diphényle de méthyle                        | 28652-72-4          | Diisocyanate d'isophorone                        | 4098-71-9           |
| Éthoxynonyl benzène                         | 28679-13-2          | Crotonaldéhyde                                   | 4170-30-3           |
| Cyclopentane                                | 287-92-3            | HCFC-122 et tous ses isomères                    | 41834-16-6          |
| Diméthylnaphtalène                          | 28804-88-8          | 1,6-Dinitropyrène                                | 42397-64-8          |
| Octachlorostyrène                           | 29082-74-4          | 1,8-Dinitropyrène                                | 42397-65-9          |
| Chlorpyrifos                                | 2921-88-2           | Acide linoléique                                 | 463-40-1            |
| Phosphate d'isodécyle                       | 29761-21-5          | Propadiène                                       | 463-49-0            |
| Phorate                                     | 298-02-2            | Oxysulfure de carbone                            | 463-58-1            |
| Latex de butadiène de styrène carbonisé     | 30174-67-5          | 2,2-Diméthylpropane                              | 463-82-1            |
| Dichloroacétonitrile                        | 3018-12-0           | Indice de couleur vert acide 3                   | 4680-78-8           |
| Hydrazine (et ses sels)                     | 302-01-2            | Paraquat   | 4685-14-7           |
| Trichloroéthane-1,1-diol,2,2,2-             | 302-17-0            | Carbonate de sodium                              | 497-19-8            |
| Hydrodichlorotrifluoroéthane (HCFC-123)     | 306-83-2            | 2-Méthyle-1,3-dioxolane                          | 497-26-7            |
| Benzo(b)fluorène                            | 30777-19-6          | Formaldéhyde                                     | 50-00-0             |
| Aldrine                                     | 309-00-2            | DDT  | 50-29-3             |
| Nonylphénol monocarboxylé                   | 3115-49-9           | 2-Butyne   | 503-17-3            |
| Indice de couleur orange de solvant 7       | 3118-97-6           | Benzo(a)pyrène                                   | 50-32-8             |
| Bromacil                                    | 314-40-9            | Chlorure de cyanogène                            | 506-77-4            |
| alpha-Hexachlorocyclohexane                 | 319-84-6            | Tétranitrométhane                                | 509-14-8            |
| Hexachlorocyclohexane, b-1,2,3,4,5,6-       | 319-85-7            | 2,3,7,8-Tétrachlorodibenzofuranne                | 51207-31-9          |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>                 | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>        | <b>Registre CAS</b> |
|---|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| Métolachlore                              | 51218-45-2          | 2,3-Diméthylpentane              | 565-59-3            |
| 1,1-Méthylènebis(4-isocyanatocyclohexane) | 5124-30-1           | 2,3,4-Triméthylpentane           | 565-75-3            |
| Dinitrophénol,2,4-                        | 51-28-5             | Glycérol                         | 56-81-5             |
| Diclofop-méthyle                          | 51338-27-3          | Indice de couleur vert de base 4 | 569-64-2            |
| Carboxine                                 | 5234-68-4           | Acide palmitique                 | 57-10-3             |
| Oxycarboxine                              | 5259-88-1           | Cyanureslibres                   | 57-12-5             |
| Oerméthrine                               | 52645-53-1          | Urée                             | 57-13-6             |
| Amino-2,4-dinitrotoluène,5-               | 5267-27-6           | Méthylthio-benzotriazolide       | 5745-53-9           |
| Deltaméthrine                             | 52918-63-5          | Propylène glycol                 | 57-55-6             |
| 4,6-Dinitro-o-crésol (et ses sels)        | 534-52-1            | Propylèneglycol                  | 57-55-6             |
| Acide aliphatique                         | 53-60-5             | Dichlorophénol,2,3-              | 576-24-9            |
| Dibenz(a,h)anthracène                     | 53-70-3             | 1,6-Diméthylphénol               | 576-26-1            |
| Iso-octane                                | 540-84-1            | Chlordane                        | 57-74-9             |
| Dibromobutane                             | 5408-86-6           | 7,12-Diméthylbenz(a)anthracène   | 57-97-6             |
| Chloroformiate d'éthyle                   | 541-41-3            | Dichlorophénol,2,5-              | 583-78-8            |
| Dichlorobenzène,1,3-                      | 541-73-1            | Toluène-2,4-diisocyanate         | 584-84-9            |
| 1,3-Dichloropropane                       | 542-75-6            | gamma-Hexachlorocyclohexane      | 58-89-9             |
| 3-Chloropropionitrile                     | 542-76-7            | 2,3,4,6-Tétrachlorophénol        | 58-90-2             |
| bis(chlorométhyl)éther                    | 542-88-1            | Propionate de butyle             | 590-01-2            |
| Cyclopentadiène                           | 542-92-7            | cis-2-Butène                     | 590-18-1            |
| Trichloroacétonitrile                     | 545-06-2            | 1,2-Butadiène                    | 590-19-2            |
| Méthylisobutyrate                         | 547-63-7            | 2-Hexanone                       | 591-78-6            |
| Nitrosoamine,diéthyl                      | 55-18-5             | Penta-1,4-diène                  | 591-93-5            |
| CIPB                                      | 55406-53-6          | 2,5-Diméthylhexane               | 592-13-2            |
| Carbonate de lithium                      | 554-13-2            | 1-Hexène                         | 592-41-6            |
| Pyridate                                  | 55512-33-9          | Bromure de vinyle                | 593-60-2            |
| Nitroglycérine                            | 55-63-0             | 2,2-Dichloropropane              | 594-20-7            |
| Amino-3,6-dinitrotoluène,2-               | 56207-39-7          | Chloro-3-méthylphénol,4-         | 59-50-7             |
| Tétrachlorure de carbone                  | 56-23-5             | n-Nitrosomorpholine              | 59-89-2             |
| Chlorofluorocarbone (CFC-500)             | 56275-41-3          | EDTAacide                        | 60-00-4             |
| 3-Méthylbut-1-ne                          | 563-45-1            | 4-Aminoazobenzène                | 60-09-3             |
| 3-Chloro-2-méthylprop-1-ne                | 563-47-3            | Dinitrotoluène,2,3-              | 602-01-7            |
| Parathion                                 | 56-38-2             | 2-Mercaptoéthanol                | 60-24-2             |
| Benzo(a)anthracène                        | 56-55-3             | Acétamide                        | 60-35-5             |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>              | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>                | <b>Registre CAS</b> |
|--|---------------------|--|---------------------|
| Diméthoate                             | 60-51-5             | Acide acétique                           | 64-19-7             |
| Dieldrine                              | 60-57-1             | Benzotriazole de sodium                  | 64665-57-2          |
| 2,6-Dinitrotoluène                     | 606-20-2            | Sulfate de diéthyle                      | 64-67-5             |
| Pentachlorobenzène                     | 608-93-5            | Essences minérales                       | 64741-48-9          |
| Dinitrotoluène,3,4-                    | 610-39-9            | Naphtha lourd d'alkyle (pétrole)         | 64741-65-7          |
| 1,1-Éthylidènebis(benzène)             | 612-00-0            | Naphtha lourd aromatique                 | 64741-68-0          |
| 3,3'-Dichlorobenzidine, dichlorhydrate | 612-83-9            | Distillats moyens hydrotraités           | 64742-46-7          |
| 2(Méthylthio) benzothiazole            | 615-22-5            | Distillats légers hydrotraités           | 64742-47-8          |
| Chloro-5-méthylphénol,2-               | 615-74-7            | Naphtha lourds hydrotraités              | 64742-48-9          |
| 1-Méthyle-2-pyrrolidinone              | 616-45-5            | Cire paraffinique                        | 64742-61-6          |
| Chloroalkanes                          | 61788-76-9          | Huile lubrifiante                        | 64742-65-0          |
| Polyéthylène glycol                    | 61791-01-3          | Kérosène désulfuré                       | 64742-81-0          |
| Dinitrotoluène,3,5-                    | 618-85-9            | Solvant naphtha aliphatique moyen        | 64742-88-7          |
| Dinitrotoluène,2,5-                    | 619-15-8            | Solvant naphtha aliphatique léger        | 64742-89-8          |
| n-Nitroso-di-n-propylamine             | 621-64-7            | Solvant naphtha aromatique lourd         | 64742-94-5          |
| Acétate de 2-methylbutyle              | 624-41-9            | Solvant naphtha aromatique léger         | 64742-95-6          |
| Propionate de pentyle                  | 624-54-4            | Chlorhydrate de tétracycline             | 64-75-5             |
| trans-2-Butène                         | 624-64-6            | Nitrate d'ammonium (solution)            | 6484-52-2           |
| Disulphure diméthylique                | 624-92-0            | Méthanol                                 | 67-56-1             |
| Aniline (et ses sels)                  | 62-53-3             | Alcool iso-propylique                    | 67-63-0             |
| Thio-urée                              | 62-56-6             | Acétone                                  | 67-64-1             |
| n-Nitrosodiméthylamine                 | 62-75-9             | Chloroforme                              | 67-66-3             |
| Acétate d'amyle                        | 628-63-7            | Hexachloroéthane                         | 67-72-1             |
| Oxyde de carbone (monoxyde de carbone) | 630-08-0            | Alcools C12 - C13                        | 67762-41-8          |
| 1,1,1,2-Tétrachloroéthane              | 630-20-6            | DC-190 à base de silicone                | 68037-64-9          |
| Silicone                               | 63148-62-9          | n,n-Diméthylformamide                    | 68-12-2             |
| Dithiocyanatedeméthylène               | 6317-18-6           | Benzènetricarboxylates de décyle, hékyle | 68130-50-7          |
| Carbaryl                               | 63-25-2             | Combustible #2                           | 68476-30-2          |
| Cires d'hydrocarbones et paraffiniques | 63449-39-8          | Ester trimellitate C7 - C9               | 68515-60-6          |
| Tétrachlorobenzène,1,2,3,4-            | 634-66-2            | Alcènes                                  | 68526-55-6          |
| HCFC-124 et tous ses isomères          | 63938-10-3          | Naphtha à vapeur pétrolifique léger      | 68527-24-2          |
| Triphénylétain (chlorure)              | 639-58-7            | Terre diatomée                           | 68855-54-9          |
| Éthanol                                | 64-17-5             | Tributylétain                            | 688-73-3            |
| Acide formique                         | 64-18-6             | Naphtha réformé à pleine capacité        | 68919-37-9          |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>                  | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>     | <b>Registre CAS</b> |
|--|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| Alcanes, C6-18, chloro                     | 68920-70-7          | Rubidium                      | 7440-17-7           |
| Distillats légers craquage hydrotraitement | 68921-07-3          | Ruthénium                     | 7440-18-8           |
| Amylopectine                               | 68936-82-3          | Argentmétal                   | 7440-22-4           |
| 1-Butenyne (acétylène de vinyle)           | 689-97-4            | Sodiummétal                   | 7440-23-5           |
| Hexachlorophne                             | 70-30-4             | Sroutium                      | 7440-24-6           |
| Amino-2,4-dinitrotoluène,3-                | 70343-06-5          | Tantale                       | 7440-25-7           |
| Propanil                                   | 709-98-8            | Thalliummétal                 | 7440-28-0           |
| n-Propanol (alcool n-propylique)           | 71-23-8             | Thoriummétal                  | 7440-29-1           |
| Butan-1-ol                                 | 71-36-3             | Tungstène                     | 7440-33-7           |
| 1-Pentanol                                 | 71-41-0             | Américium                     | 7440-35-9           |
| Benzène                                    | 71-43-2             | Antimoinemétal                | 7440-36-0           |
| 1,1,1-Trichloroéthane                      | 71-55-6             | Arsenicélémentaire            | 7440-38-2           |
| Chlorurededidécylidiméthylamonium          | 7179-51-5           | Baryummétal                   | 7440-39-3           |
| Endrine                                    | 72-20-8             | Béryllium                     | 7440-41-7           |
| Méthoxychlore                              | 72-43-5             | Boreélément                   | 7440-42-8           |
| DDD  | 72-54-8             | Cadmiummétal                  | 7440-43-9           |
| DDE  | 72-55-9             | Carbone usagé                 | 7440-44-0           |
| Huile lubrifiante C20-50                   | 72623-87-1          | Cérium                        | 7440-45-1           |
| 2-[2-[2-[2-(p-Nonylphénoxy)éthoxy)éthoxy]  | 7311-27-5           | Césium                        | 7440-46-2           |
| Perlite                                    | 73763-70-3          | Chromemétal                   | 7440-47-3           |
| Aluminium (fumée ou poussière)             | 7429-90-5           | Cobaltmétal                   | 7440-48-4           |
| Fermétal                                   | 7439-89-6           | Cuivremétal                   | 7440-50-8           |
| Krypton                                    | 7439-90-9           | Uraniummétal                  | 7440-61-1           |
| Lanthane                                   | 7439-91-0           | Vanadium (fumée ou poussière) | 7440-62-2           |
| Plombmétal                                 | 7439-92-1           | Xénon                         | 7440-63-3           |
| Lithiummétal                               | 7439-93-2           | Zinc (fumée ou poussière)     | 7440-66-6           |
| Manganèsémétal                             | 7439-96-5           | Zirconium                     | 7440-67-7           |
| Mercuremétal                               | 7439-97-6           | Bismuth                       | 7440-69-9           |
| Molybdènemétal                             | 7439-98-7           | Calciummétal                  | 7440-70-2           |
| Nickelmétal                                | 7440-02-0           | Dioxyde de soufre             | 7446-09-5           |
| Niobium                                    | 7440-03-1           | Méthane                       | 74-82-8             |
| Plutonium                                  | 7440-07-5           | Bromométhane                  | 74-83-9             |
| Polonium                                   | 7440-08-6           | Éthane                        | 74-84-0             |
| Radium                                     | 7440-14-4           | Éthylène                      | 74-85-1             |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b> | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>          | <b>Registre CAS</b> |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| Acétylène                 | 74-86-2             | CFC-11                             | 75-69-4             |
| Chlorométhane             | 74-87-3             | CFC-12                             | 75-71-8             |
| Iodométhane               | 74-88-4             | CFC-13                             | 75-72-9             |
| Méthylamine               | 74-89-5             | EPTC                               | 759-94-4            |
| Cyanure d'hydrogène       | 74-90-8             | Pentachloroéthane                  | 76-01-7             |
| Méthanethiol              | 74-93-1             | 1,2-Dichlorobut-3-ne               | 760-23-6            |
| Bromure d'éthyle          | 74-96-4             | Acidetrichloroacétique             | 76-03-9             |
| Propane                   | 74-98-6             | Trichlorotrifluoroéthane (CFC-113) | 76-13-1             |
| Méthyl acétylène          | 74-99-7             | CFC-114                            | 76-14-2             |
| Chloroéthane              | 75-00-3             | CFC-115                            | 76-15-3             |
| Chlorure de vinyle        | 75-01-4             | Dioxyde de silicium                | 7631-86-9           |
| Acétonitrile              | 75-05-8             | Nitrate de sodium                  | 7631-99-4           |
| Acétaldéhyde              | 75-07-0             | Nitrite de sodium                  | 7632-00-0           |
| Éthanethiol               | 75-08-1             | 3-Éthoxypropionate d'éthyle        | 763-69-9            |
| Dichlorométhane           | 75-09-2             | Trifluorure de bore                | 7637-07-2           |
| Disulfure de carbone      | 75-15-0             | Heptachlore                        | 76-44-8             |
| Cyclopropane              | 75-19-4             | Acide chlorhydrique                | 7647-01-0           |
| Oxyde d'éthylène          | 75-21-8             | Acide phosphorique                 | 7664-38-2           |
| Tribromométhane           | 75-25-2             | Fluorure d'hydrogène               | 7664-39-3           |
| Bromure d'isopropyle      | 75-26-3             | Ammoniac                           | 7664-41-7           |
| Bromodichlorométhane      | 75-27-4             | Acide sulfurique                   | 7664-93-9           |
| Isobutane                 | 75-28-5             | Fluorure de sodium                 | 7681-49-4           |
| 1,1-Dichloroéthane        | 75-34-3             | Acide nitrique                     | 7697-37-2           |
| Chlorure de vinylidène    | 75-35-4             | Peroxyde d'hydrogène               | 7722-84-1           |
| Phosgène                  | 75-44-5             | Phosphore (jaune ou blanc)         | 7723-14-0           |
| HCFC-22                   | 75-45-6             | Brome                              | 7726-95-6           |
| Triméthylamine            | 75-50-3             | HTO                                | 7732-18-5           |
| Tétrachlorure de titane   | 7550-45-0           | Hexachlorocyclopentadiène          | 77-47-4             |
| Nitrométhane              | 75-52-5             | Nitrate de potassium               | 7757-79-1           |
| Iode                      | 7553-56-2           | Sulfate de sodium                  | 7757-82-6           |
| Oxyde de propylène        | 75-56-9             | Bromate de potassium               | 7758-01-2           |
| Halon 1301                | 75-63-8             | Dicyclopentadiène                  | 77-73-6             |
| 2-Méthylpropan-2-ol       | 75-65-0             | Chlorate de sodium                 | 7775-09-9           |
| HCFC-142b                 | 75-68-3             | Sulfate de diméthyle               | 77-78-1             |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>          | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>              | <b>Registre CAS</b> |
|------------------------------------|---------------------|--|---------------------|
| Fluor                              | 7782-41-4           | Gaz naturel                            | 8006-61-9           |
| Sélénium                           | 7782-49-2           | Kérosène                               | 8008-20-6           |
| Chlore                             | 7782-50-5           | Hydroperoxyde de cumène                | 80-15-9             |
| Sulfure d'hydrogène                | 7783-06-4           | Naphtha                                | 8030-30-6           |
| Sulfate d'ammonium (solution)      | 7783-20-2           | Naphtha de pétrole (Ligroïne)          | 8032-32-4           |
| Fluorure de calcium                | 7789-75-5           | Solvant stoddard                       | 8052-41-3           |
| Chlorure de sulfuryle              | 7791-25-5           | Lignosulfonate de sodium               | 8061-51-6           |
| Plomb tétraéthyle                  | 78-00-2             | Méthacrylate de méthyle                | 80-62-6             |
| Phosphate trioctylène              | 78-42-2             | Déméton                                | 8065-48-3           |
| Isophorone                         | 78-59-1             | Hydrofluorocarbone 134a                | 811-97-2            |
| Isopentane                         | 78-78-4             | Acrylate de 2-hydroxyéthyle            | 818-61-1            |
| Isoprène                           | 78-79-5             | Indice de couleur rouge alimentaire 15 | 81-88-9             |
| 2-Méthylpropan-1-ol                | 78-83-1             | Acidestypnique                         | 82-71-3             |
| Isobutyraldéhyde                   | 78-84-2             | Acénaphène                             | 83-32-9             |
| 1,2-Dichloropropane                | 78-87-5             | Indice de couleur jaune de solvant 14  | 842-07-9            |
| 2-Chloro-1-propanol                | 78-89-7             | 2-Éthylanthraquinone                   | 84-51-5             |
| Butan-2-ol                         | 78-92-2             | Phtalate de diéthyle                   | 84-66-2             |
| Méthyléthylcétone                  | 78-93-3             | Phtalate de dibutyle                   | 84-74-2             |
| Dichloropropane,1,1-               | 78-99-9             | Nonylphénol de qualité industrielle    | 84852-15-3          |
| 1,1,2-Trichloroéthane              | 79-00-5             | Diquat                                 | 85-00-7             |
| Trichloroéthylène                  | 79-01-6             | Phénanthrène                           | 85-01-8             |
| Acrylamide                         | 79-06-1             | Anhydride phtalique                    | 85-44-9             |
| Acide propionique                  | 79-09-4             | Alcanes, C10-13, chloro                | 85535-84-8          |
| Acide acrylique (et ses sels)      | 79-10-7             | Phtalate de benzyle et de butyle       | 85-68-7             |
| Acide chloroacétique (et ses sels) | 79-11-8             | N-Nitrosodiphénylamine                 | 86-30-6             |
| Acétate de méthyle                 | 79-20-9             | Azinphos-méthyl                        | 86-50-0             |
| Acide peracétique (et ses sels)    | 79-21-0             | Fluorène                               | 86-73-7             |
| 1,1,2,2-Tétrachloroéthane          | 79-34-5             | Dec-1-ne                               | 872-05-9            |
| Acide méthacrylique                | 79-41-4             | N-Méthyl-2-pyrrolidone                 | 872-50-4            |
| Acidedichloroacétique              | 79-43-6             | Trichlorobenzène,1,2,3-                | 87-61-6             |
| 2-Nitropropane                     | 79-46-9             | Dichlorophénol,2,6-                    | 87-65-0             |
| Toxaphène                          | 8001-35-2           | Diméthénamide                          | 87674-68-8          |
| Pyrethrum                          | 8003-34-7           | Hexachloro-1,3-butadiène               | 87-68-3             |
| p,p'-Isopropylidenediphénol        | 80-05-7             | 1,2,4-Triéthylbenzène                  | 877-44-1            |

**Tableau F-3 : Liste des 746 substances considérées à risques (suite)**

| <b>Substance chimique</b>                | <b>Registre CAS</b> | <b>Substance chimique</b>         | <b>Registre CAS</b> |
|--|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Pentachlorophénol                        | 87-86-5             | 2,4-Dichlorophénoxy (2,4-D)       | 94-75-7             |
| 2,4,6-Trichlorophénol                    | 88-06-2             | MCPB                              | 94-81-5             |
| Acétate d'oxo-hexyle                     | 88230-35-7          | DB,2,4-                           | 94-82-6             |
| Myclobutanil                             | 88671-89-0          | Indène                            | 95-13-6             |
| Nitrotoluène,2-                          | 88-72-2             | o-Xylène                          | 95-47-6             |
| Dinosèbe                                 | 88-85-7             | o-Crésol (et ses sels)            | 95-48-7             |
| Stannanes,triphényl                      | 892-20-6            | o-Dichlorobenzène                 | 95-50-1             |
| Polyéthylène                             | 9002-88-4           | Chlorophénol,2-                   | 95-57-8             |
| Polystyrène                              | 9003-53-6           | 1,2,4-Triméthylbenzène            | 95-63-6             |
| o-Anisidine                              | 90-04-0             | Dichlorophénol,3,4-               | 95-77-2             |
| Chloronaphtalène,1-                      | 90-13-1             | 2,4-Diaminotoluène (et ses sels)  | 95-80-7             |
| Nonylphénol, éther de polyéthylèneglycol | 9016-45-9           | Tétrachlorobenzène,1,2,4,5-       | 95-94-3             |
| o-Phénylphénol (et ses sels)             | 90-43-7             | Trichlorophénol,2,4,5-            | 95-95-4             |
| Cétone de Michler (et ses sels)          | 90-94-8             | Oxyde de styrène                  | 96-09-3             |
| Toluène-2,6-diisocyanate                 | 91-08-7             | 1,2-Dibromo-3-chloropropane(DBCP) | 96-12-8             |
| Decahydronaphtalène                      | 91-17-8             | Acrylate de méthyle               | 96-33-3             |
| Naphtalène                               | 91-20-3             | Imidazolidine-2-thione            | 96-45-7             |
| Quinoléine (et ses sels)                 | 91-22-5             | Isobutyrate d'isobutyle           | 97-85-8             |
| Chloronaphtalène,2-                      | 91-58-7             | Triéthylaluminium                 | 97-93-8             |
| bêta-Naphthylamine                       | 91-59-8             | Alcool furfuryle                  | 98-00-0             |
| 3,3-Dichlorobenzidine                    | 91-94-1             | 4-tert-Butylprocatéchol           | 98-29-3             |
| Nitrosoamine,dibutyl                     | 924-16-3            | Cumène                            | 98-82-8             |
| N-Méthylolacrylamide                     | 924-42-5            | 1-Méthyléthénylbenzène            | 98-83-9             |
| Biphényle                                | 92-52-4             | Acétophénone                      | 98-86-2             |
| 4-Aminobiphényl                          | 92-67-1             | Chlorure de benzoyle              | 98-88-4             |
| Benzidine                                | 92-87-5             | Indice de couleur rouge de base 1 | 989-38-8            |
| Nitrosopyrrolidine,1-                    | 930-55-2            | Nitrobenzène                      | 98-95-3             |
| Tétrachlorophénol,2,3,5,6-               | 935-95-5            | Nitrotoluène,3-                   | 99-08-1             |
| Mécoprop                                 | 93-65-2             | Trinitrobenzène,1,3,5-            | 99-35-4             |
| Fénoprop                                 | 93-72-1             | Amino-4-nitrotoluène,2-           | 99-55-8             |
| T,2,4,5-                                 | 93-76-5             | Dinitrobenzène,1,3-               | 99-65-0             |
| Peroxyde de benzoyle                     | 94-36-0             | Nitrotoluène,4-                   | 99-99-0             |
| Safrole                                  | 94-59-7             |                                   |                     |
| MCPA                                     | 94-74-6             |                                   |                     |



**ANNEXE G**  
**EXEMPLES DE CALCUL DES DOSES D'EXPOSITION POUR LES**  
**RÉCEPTEURS ÉCOLOGIQUES**

---

**Annexe G-1**  
**Calcul de la dose totale d'exposition au <sup>14</sup>C pour les invertébrés benthiques**

1- Équation pour le calcul de la dose interne :

$$D_{inc} = DCF_{inc} \left[ A_w \cdot (1 - f_w) \cdot BCF \cdot (1 - OF_s) + A_{pw} \cdot BCF \cdot OF_s + F_{ing} \left( I_{ap} \cdot \sum_{ap} (A_{ap} \cdot k_{ap}) + I_{aa} \cdot \sum_{aa} (A_{aa} \cdot k_{aa}) \right) \right] \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

2- Équation pour le calcul de la dose externe provenant de la radioactivité de l'eau et des sédiments

$$D_e = \frac{OF_s \cdot A_s \cdot DCF_s}{\rho} + (1 - OF_s) \cdot A_w \cdot DCF_w \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

3- Equation pour le calcul de la dose totale

$$D_t = D_{inc} + D_e \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

| Variable :    | <sup>14</sup> C | Source*                  | Description de la variable   |
|---------------|-----------------|--------------------------|--|
| $A_{aa} =$    | 0               | <i>NSP</i>               | Radioactivité dans les organismes aquatiques en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]   |
| $A_{ap} =$    | 0,0E+00         | <i>Note 1</i>            | Radioactivité dans les plantes en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]   |
| $A_s =$       | 5,56E+02        | <i>Note 1</i>            | Radioactivité à la surface des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]  |
| $A_{pw} =$    | 6,17E+02        | <i>Équation</i>          | Radioactive dans l'eau interstitielle des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]<br>où : $A_{pw} = \frac{(1 - f_w) \cdot A_s}{e}$ (Beak, 2001b page A-47)  |
| $A_w =$       | 3,89E+00        | <i>Note 1</i>            | Radioactivité dans la colonne d'eau en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]   |
| $BCF =$       | 60000           | <i>Réf. J</i>            | Facteur de bioconcentration eau/organisme aquatique [L/kg]   |
| $DCF_{inc} =$ | 2,85E-05        | <i>Réf. I</i>            | Facteur de conversion de dose interne [ $\mu$ Gy/h * kg/Bq]  |
| $DCF_s =$     | 1,11E-06        | <i>Réf. I</i>            | Facteur de conversion de dose externe (sédiment) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]  |
| $DCF_w =$     | 7,42E-07        | <i>Réf. I</i>            | Facteur de conversion de dose externe (eau) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]   |
| $F_{ing} =$   | 0               | <i>Valeur par défaut</i> | Facteur de transfert pour l'ingestion (fraction de la consommation quotidienne d'une source donnée par kg de masse corporelle) [j/kg]  |
| $I_{aa} =$    | 0               | <i>NSP</i>               | Taux d'ingestion d'organismes aquatiques [kg/j]  |
| $I_{ap} =$    | 0,0001          | <i>Réf. AF</i>           | Taux d'ingestion de plantes aquatiques [kg/j]  |
| $k_{aa} =$    | 0               | <i>NSP</i>               | Fraction de l'alimentation d'organismes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité]  |
| $k_{ap} =$    | 0,17            | <i>Réf. AH</i>           | Fraction de l'alimentation de plantes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité] . La fraction est estimée à 100 %; cependant la valeur de 17 % (réf. AH) est utilisée par le modèle pour convertir les valeurs de poids humide en poids sec. |
| $OF_s =$      | 0,5             | <i>Hypothèse</i>         | Taux d'occupation des sédiments [sans unité]   |
| $f_w =$       | 0               | <i>Équation</i>          | Fraction du contaminant sous forme de particules dans la colonne d'eau [sans unité]<br>où : $f_w = \frac{K_d \cdot \frac{\rho}{e}}{1 + K_d \cdot \frac{\rho}{e}}$ (Beak, 2001b page A-47)  |
| $? =$         | 1,6             | <i>Réf. U</i>            | Densité des sédiments [kg/L]   |
| $\epsilon =$  | 0,9             | <i>Réf. U</i>            | Porosité des sédiments [sans unité]  |
| $K_d =$       | 0               | <i>ND</i>                | Coefficient de partage sédiment/eau [L/kg]   |

Résultats :

|             |                 |                   |  |
|-------------|-----------------|-------------------|--|
| $D_{inc} =$ | <b>5,31E+02</b> | <i>Équation 1</i> | Dose horaire d'irradiation interne [ $\mu$ Gy/h]             |
| $D_e =$     | <b>1,94E-04</b> | <i>Équation 2</i> | Dose engagée horaire d'irradiation externe [ $\mu$ Gy/h]     |
| $D_t =$     | <b>5,31E+02</b> | <i>Équation 3</i> | Dose efficace horaire totale (interne+externe) [ $\mu$ Gy/h] |
| $D_{tan} =$ | <b>4,66E+00</b> | <i>Note 2</i>     | Dose efficace annuelle totale (interne+externe) [Gy/a]       |

\* Les références sont décrites aux pages G-5 et G-6 de la présente annexe.

*Note 1* : Cette valeur est estimée par le modèle à partir de la concentration mesurée dans l'eau du canal de rejet.

*Note 2* : Cette valeur a été utilisée pour le calcul du risque écotoxicologique (voir tableau 8-1 du rapport principal : QSAR, 2002).

*NSP* : Ne s'applique pas.

*ND* : Non disponible.

**Annexe G-2**  
**Calcul de la dose totale d'exposition au <sup>14</sup>C pour le grand brochet**

**1- Équation pour le calcul de la dose interne :**

$$D_{inc} = DCF_{inc} \left[ A_w \cdot (1 - f_w) \cdot BCF \cdot (1 - OF_s) + A_{pw} \cdot BCF \cdot OF_s \right] + F_{ing} \left( I_{ap} \cdot \sum_{ap} (A_{ap} \cdot k_{ap}) + I_{aa} \cdot \sum_{aa} (A_{aa} \cdot k_{aa}) \right) \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

**2- Équation pour le calcul de la dose externe provenant de la radioactivité de l'eau et des sédiments**

$$D_e = \frac{OF_s \cdot A_s \cdot DCF_s}{\rho} + (1 - OF_s) \cdot A_w \cdot DCF_w \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

**3- Équation pour le calcul de la dose totale**

$$D_t = D_{inc} + D_e \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

| Variable :  | <sup>14</sup> C | Source*           | Description de la variable  |
|-------------|-----------------|-------------------|---|
| $A_{aa}$    | = 38801         | Note 1            | Radioactivité dans les organismes aquatiques en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]                              |
| $A_{ap}$    | = 0,0E+00       | NSP               | Radioactivité dans les plantes en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]  |
| $A_s$       | = 5,56E+02      | Note 1            | Radioactivité à la surface des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]                                   |
| $A_{pw}$    | = 6,17E+02      | Équation          | Radioactive dans l'eau interstitielle des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]                        |
|             |                 |                   | où : $A_{pw} = \frac{(1 - f_w) \cdot A_s}{e}$ (Beak, 2001b page A-47)   |
| $A_w$       | = 3,89E+00      | Note 1            | Radioactivité dans la colonne d'eau en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]  |
| $BCF$       | = 60000         | Réf. J            | Facteur de bioconcentration eau/organisme aquatique [L/kg]  |
| $DCF_{inc}$ | = 2,85E-05      | Réf. I            | Facteur de conversion de dose interne [ $\mu$ Gy/h * kg/Bq]   |
| $DCF_s$     | = 1,11E-06      | Réf. I            | Facteur de conversion de dose externe (sédiment) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]   |
| $DCF_w$     | = 7,42E-07      | Réf. I            | Facteur de conversion de dose externe (eau) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]  |
| $F_{ing}$   | = 0             | Valeur par défaut | Facteur de transfert pour l'ingestion (fraction de la consommation quotidienne d'une source donnée par kg de masse corporelle) [j/kg] |
| $I_{aa}$    | = 0             | Réf. AE           | Taux d'ingestion d'organismes aquatiques [kg/j]   |
| $I_{ap}$    | = 0,0000        | NSP               | Taux d'ingestion de plantes aquatiques [kg/j]   |
| $k_{aa}$    | = 1             | Hypothèse         | Fraction de l'alimentation d'organismes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité]                                       |
| $k_{ap}$    | = 0,00          | Hypothèse         | Fraction de l'alimentation de plantes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité]   |
| $OF_s$      | = 0,0           | Hypothèse         | Taux d'occupation des sédiments [sans unité]  |
| $f_w$       | = 0             | Équation          | Fraction du contaminant sous forme de particules dans la colonne d'eau [sans unité]   |
|             |                 |                   | où : $f_w = \frac{K_d \frac{\rho}{e}}{1 + K_d \frac{\rho}{e}}$ (Beak, 2001b page A-47)  |
| $\rho$      | = 1,6           | Réf. U            | Densité des sédiments [kg/L]  |
| $e$         | = 0,9           | Réf. U            | Porosité des sédiments [sans unité]   |
| $K_d$       | = 0             | ND                | Coefficient de partage sédiment/eau [L/kg]  |

**Résultats :**

|           |            |            |  |
|-----------|------------|------------|--|
| $D_{inc}$ | = 6,66E+00 | Équation 1 | Dose horaire d'irradiation interne [ $\mu$ Gy/h]             |
| $D_e$     | = 2,89E-06 | Équation 2 | Dose engagée horaire d'irradiation externe [ $\mu$ Gy/h]     |
| $D_t$     | = 6,66E+00 | Équation 3 | Dose efficace horaire totale (interne+externe) [ $\mu$ Gy/h] |
| $D_{tan}$ | = 5,83E-02 | Note 2     | Dose efficace annuelle totale (interne+externe) [Gy/a]       |

\* Les références sont décrites aux pages G-5 et G-6 de la présente annexe.

Note 1 : Cette valeur est estimée par le modèle à partir de la concentration mesurée dans l'eau du canal de rejet.

Note 2 : Cette valeur additionnée au tritium a été utilisée pour le calcul du risque écotoxicologique (voir tableau 8-1 du rapport principal : QSAR, 2002).

NSP : Ne s'applique pas

ND : Non disponible.

## Annexe G-3

### Calcul de la dose totale d'exposition au tritium pour le grand brochet

#### 1- Équation pour le calcul de la dose interne :

$$D_{inc} = DCF_{inc} \left[ A_w \cdot (1 - f_w) \cdot BCF \cdot (1 - OF_s) + A_{pw} \cdot BCF \cdot OF_s \right] + F_{ing} \left( I_{ap} \cdot \sum_{ap} (A_{ap} \cdot k_{ap}) + I_{aa} \cdot \sum_{aa} (A_{aa} \cdot k_{aa}) \right) \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

#### 2- Équation pour le calcul de la dose externe provenant de la radioactivité de l'eau et des sédiments

$$D_e = \frac{OF_s \cdot A_s \cdot DCF_s}{\rho} + (1 - OF_s) \cdot A_w \cdot DCF_w \quad (\text{Beak, 2001b page A-88})$$

#### 3- Équation pour le calcul de la dose totale

$$D_t = D_{inc} + D_e \quad (\text{Beak, 2001 page A-88})$$

| Variable :  | Tritium    | Source*           | Description de la variable  |
|-------------|------------|-------------------|---|
| $A_{aa}$    | = 38801    | Note 1            | Radioactivité dans les organismes aquatiques en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]                              |
| $A_{ap}$    | = 0,0E+00  | NSP               | Radioactivité dans les plantes en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/kg]  |
| $A_s$       | = 1,87E+04 | Note 1            | Radioactivité à la surface des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]                                   |
| $A_{pw}$    | = 2,07E+04 | Équation          | Radioactive dans l'eau interstitielle des sédiments en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]                        |
|             |            |                   | où : $A_{pw} = \frac{(1 - f_w) \cdot A_s}{e}$ (Beak, 2001b page A-47)   |
| $A_w$       | = 3,88E+04 | Note 1            | Radioactivité dans la colonne d'eau en considérant une période d'exploitation de 50 ans [Bq/L]  |
| $BCF$       | = 1        | Réf. 1            | Facteur de bioconcentration eau/organisme aquatique [L/kg]  |
| $DCF_{inc}$ | = 9,86E-06 | Réf. 1            | Facteur de conversion de dose interne [ $\mu$ Gy/h * kg/Bq]   |
| $DCF_s$     | = 0,00E+00 | Réf. 1            | Facteur de conversion de dose externe (sédiment) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]   |
| $DCF_w$     | = 0,00E+00 | Réf. 1            | Facteur de conversion de dose externe (eau) [ $\mu$ Gy/h * L/Bq]  |
| $F_{ing}$   | = 0        | Valeur par défaut | Facteur de transfert pour l'ingestion (fraction de la consommation quotidienne d'une source donnée par kg de masse corporelle) [j/kg] |
| $I_{aa}$    | = 0        | Réf. AE           | Taux d'ingestion d'organismes aquatiques [kg/j]   |
| $I_{ap}$    | = 0,0000   | NSP               | Taux d'ingestion de plantes aquatiques [kg/j]   |
| $k_{aa}$    | = 1        | Hypothèse         | Fraction de l'alimentation d'organismes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité]                                       |
| $k_{ap}$    | = 0,00     | Hypothèse         | Fraction de l'alimentation de plantes aquatiques provenant de la zone contaminée [sans unité]   |
| $OF_s$      | = 0,0      | Hypothèse         | Taux d'occupation des sédiments [sans unité]  |
| $f_w$       | = 0        | Équation          | Fraction du contaminant sous forme de particules dans la colonne d'eau [sans unité]   |
|             |            |                   | où : $f_w = \frac{K_d \frac{\rho}{e}}{1 + K_d \frac{\rho}{e}}$ (Beak, 2001b page A-47)  |
| $\rho$      | = 1,6      | Réf. U            | Densité des sédiments [kg/L]  |
| $e$         | = 0,9      | Réf. U            | Porosité des sédiments [sans unité]   |
| $K_d$       | = 0        | ND                | Coefficient de partage sédiment/eau [L/kg]  |

#### Résultats :

|           |            |            |  |
|-----------|------------|------------|--|
| $D_{inc}$ | = 3,83E-01 | Équation 1 | Dose horaire d'irradiation interne [ $\mu$ Gy/h]             |
| $D_e$     | = 0,00E+00 | Équation 2 | Dose engagée horaire d'irradiation externe [ $\mu$ Gy/h]     |
| $D_t$     | = 3,83E-01 | Équation 3 | Dose efficace horaire totale (interne+externe) [ $\mu$ Gy/h] |
| $D_{tan}$ | = 3,35E-03 | Note 2     | Dose efficace annuelle totale (interne+externe) [Gy/a]       |

\* Les références sont décrites aux pages G-5 et G-6 de la présente annexe.

Note 1 : Cette valeur est estimée par le modèle à partir de la concentration mesurée dans l'eau du canal de rejet.

Note 2 : Cette valeur additionnée au  $^{14}\text{C}$  a été utilisée pour le calcul du risque écotoxicologique (voir tableau 8-1 du rapport principal : QSAR, 2002).

NSP : Ne s'applique pas.

ND : Non disponible.

**Annexe G-4**  
**Calcul de la dose totale d'exposition au benzo(a)pyrène pour le campagnol**

**1- Équation pour le calcul de la dose par inhalation :**

$$DEJ_{inh} = \frac{C_a \cdot I_a}{PC} \quad (\text{Beak, 2001b page A-74})$$

**2- Équation pour le calcul de la dose par ingestion :**

$$DEJ_{ing} = \frac{\left[ I_w \cdot \sum_w (C_w \cdot k_w) + I_s \cdot \sum_s (C_s \cdot k_s) + I_{tp} \cdot \sum_{tp} (C_{tp} \cdot k_{tp}) \right. \\ \left. + I_{ta} \cdot \sum_{ta} (C_{ta} \cdot k_{ta}) + I_{ia} \cdot \sum_{ia} (C_{ia} \cdot k_{ia}) + I_{ap} \cdot \sum_{ap} (C_{ap} \cdot k_{ap}) \right]}{PC} \quad (\text{Beak, 2001b page A-74})$$

| Variable : | Benzo(a)pyrène | Source*   | Description de la variable  |
|------------|----------------|-----------|---|
| $C_a$      | 3,14E-07       | Note 1    | Concentration dans l'air extérieur en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/m <sup>3</sup> ] |
| $C_{aa}$   | 0              | NSP       | Concentration dans les organismes aquatiques en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/kg]    |
| $C_{ap}$   | 0              | NSP       | Concentration dans les plantes aquatiques en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/kg]       |
| $C_s$      | 8,89E-03       | Note 1    | Concentration dans le sol en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/kg]                       |
| $C_{ta}$   | 2,55E-06       | Note 1    | Concentration dans les organismes terrestres en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/kg]    |
| $C_{tp}$   | 5,47E-03       | Note 1    | Concentration dans les plantes terrestres en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/kg]       |
| $C_w$      | 0,00E+00       | Note 1    | Concentration dans l'eau en considérant une période d'exploitation de 50 ans [mg/L]                         |
| $I_a$      | 0,048          | Réf. Y    | Taux de respiration de l'organisme [m <sup>3</sup> /j]  |
| $I_{aa}$   | 0              | NSP       | Taux d'ingestion d'organismes aquatiques [kg/j]   |
| $I_{ap}$   | 0              | NSP       | Taux d'ingestion de plantes aquatiques [kg/j]   |
| $I_s$      | 0,000113       | Réf. X    | Taux d'ingestion de sol [kg/j]  |
| $I_{ta}$   | 0,0001         | Réf. Y    | Taux d'ingestion d'organismes terrestres [kg/j]   |
| $I_{tp}$   | 0,0046         | Réf. Y    | Taux d'ingestion de plantes terrestres [kg/j]   |
| $I_w$      | 0,0077         | Réf. Y    | Taux d'ingestion d'eau [L/j]  |
| $k_{aa}$   | 0              | NSP       | Fraction de l'alimentation d'organismes aquatiques provenant du la zone contaminée [sans unité]             |
| $k_{ap}$   | 0              | NSP       | Fraction de l'alimentation de plantes aquatiques provenant du la zone contaminée [sans unité]               |
| $k_s$      | 1              | Hypothèse | Fraction d'ingestion de sol provenant du la zone contaminée [sans unité]                                    |
| $k_{ta}$   | 1              | Hypothèse | Fraction de l'alimentation en organismes terrestres provenant du la zone contaminée [sans unité]            |
| $k_{tp}$   | 1              | Hypothèse | Fraction de l'alimentation en plantes terrestres provenant du la zone contaminée [sans unité]               |
| $k_w$      | 1              | Hypothèse | Fraction de l'alimentation en eau provenant du la zone contaminée [sans unité]                              |
| $PC$       | 0,0367         | Réf. Y    | Poids corporel [kg]   |

**Résultats :**

|             |                 |            |  |
|-------------|-----------------|------------|--|
| $DEJ_{inh}$ | <b>4,11E-07</b> | Équation 1 | Dose d'exposition journalière à un contaminant par inhalation [mg/kg/j]              |
| $DEJ_{ing}$ | <b>7,14E-04</b> | Équation 2 | Dose d'exposition journalière à un contaminant par ingestion [mg/kg/j] (voir note 2) |

\* Les références sont décrites aux pages G-5 et G-6 de la présente annexe.

Note 1 : Cette valeur est estimée par le modèle à partir de la concentration mesurée dans l'eau du canal de rejet.

Note 2 : Cette valeur a été utilisée pour le calcul du risque écotoxicologique (voir tableau 8-2 du rapport principal : QSAR, 2002).

NSP : Ne s'applique pas.

ND : Non disponible.

## Annexe G

### Références utilisées pour la modélisation

(tirées du document : QSAR inc. (2002). *Paramètres d'entrée du logiciel IMPACT utilisés dans le cadre de l'évaluation des risques écotoxicologiques et toxicologiques associés à l'exploitation des centrales de Gentilly-2 et de Bécancour*).

---

- A ICRP no 74
- B- Canadian Standards Association (CSA), Ed. (1987). Guidelines for Calculating Derived Release Limits for Radioactive Material in Airborne and Liquid Effluents for Normal Operation of Nuclear Facilities. Toronto, National Standards of Canada, CAN/CSA-N288.1-M87.
- C- International Atomic Energy Agency (IAEA). 1989a. Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models. Safety Series No. 100. IAEA, Vienna.
- D- Travis, C.C., and A.D. Arms. 1988. Bioconcentration of Organics in Beef, Milk, and Vegetation, *Environ. Sci. Technol.* 22 : 271-274.
- E- International Commission on Radiological Protection. 1996. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72. Annals of the ICRP 26(1).
- F- International Atomic Energy Agency (IAEA). 1994. Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments. Technical Reports Series No. 364.
- G- International Atomic Energy Agency (IAEA). 1992. Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards. Technical Reports Series No. 332. IAEA, Vienna. STI/DOC/10/332. ISBN 92-0-100992-5.
- H- Reiderer, M. 1990. Estimating Partitioning and Transport of Organic Chemicals in the Foliage/Atmosphere System : Discussion of a Fugacity-Based Model, *Environ. Sci. Technol.* 24 : 829-837.
- I- Bird, G. A., P.A. Thompson, C. Macdonald, M.I. Sheppard et S.C. Sheppard (2000). Canadian Environmental Protection Act - Priority Substances List - Supporting Document for the Priority Substances List Assessment of Releases of Radionuclides from Nuclear Facilities (Impact on Non-Human Biota). Prepared for the Commercial Chemicals Evaluation Branch, Hull, Quebec.
- J- Zach, R., J.H. Rowat, G.M. Dolinar, S.C. Sheppard et R.W.D. Killey (1998). Ecological Risk Assessment for the Proposed Inuvik Low Level Waste Disposal Facility at AECL's Chalk River Laboratories. Atomic Energy of Canada Ltd., Environmental Science Branch. Pinawa, Manitoba. Technical Record TR-791.
- K- National Council on Radiation Protection and Measurements (1996). Screening Models for Releases of Radionuclides to Atmosphere, Surface Water, and Ground. Bethesda, MD. NCRP Report No. 123 I.
- L- Blaylock, B. G., M.L. Franck et B.R. O'Neal (1993). Methodology for Estimating Radiation Dose Rates to Freshwater Biota Exposed to Radionuclides in the Environment. Oak Ridge National Laboratory; U.S. Department of Energy, Office of Environmental Management. ES/ER/TM-78.
- M- Stephens, R.D., M. Harmly, G.G. Haywood, R.R. Chang, J. Flattery, M.X. Petreas, L. Goldman. 1990. Bioaccumulation of Dioxins in Food Animals II : Controlled Exposure Studies, *Chemosphere* 20 : 1091-1096.
- N- Amiro, B. D. (1997). "Radiological Dose Conversion Factors for Generic Non-Human Biota Used Screening Potential Ecological Impacts." *J. Environ. Radioact.* 35: 37-51.
- O- Sheppard, S.C., Gaudet, C., Sheppard, M.I., Cureton, P.M. and Wong, M.P. 1992. The development of assessment and remediation guidelines for contaminated soils. A review of the science. *Can. J. Soil Science*, 72: 359
- P- Sheppard, M. I., and D.H. Thibault (1990). "Default Soil Solid/Liquid Partition Coefficients, K<sub>ds</sub>, for Four Major Soil Types: A Compendium." *Health Physics* Vol. 59(no 4): pp. 471-482.
- Q- Amiro, B. D., and C.R. Macdonald (1993). Dose Conversion Factors for Non-Human Biota for Uranium Series Radionuclides. Brampton, Environmental Science Branch, AECL Research, Whiteshell Laboratories.
- R- Beak. 2001. Environmental IMPACT<sup>TM</sup> (Integrated Model for the Probabilistic Assessment of Contaminant Transport). User Manual Version 3.0.
- S Karickhoff, S.W. 1981. Semi-Empirical Estimation of Sorption of Hydrophobic Pollutants of Natural Water Sediments and Soils, *Chemosphere* 10(8) : 833-846.
- T- McKay, D., W.Y. Shiu, et K.C. MA. 1991. *Illustrated Handbook of Physical, Chemical Properties and Environmental Fate for Organics Chemicals*, Volume II, Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, Polychlorinated Dioxins and Dibenzofurans, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan.

- U- Beak. 2001. Environmental IMPACT™ (Integrated Model for the Probabilistic Assessment of Contaminant Transport). Data Base for CANDU.
- V- Richardson, M. (1997). Compendium of Canadian Human Exposure Factors for Risk Assessment. O'Connor Associates Environmental Inc. 74 p.
- W- California Wildlife Exposure Factor and Toxicity Database, 1999 (Cal/EPA)
- X- Beyer, W.N., Connor, E.E. et Gerould, S. 1994. Estimates of soil ingestion by wildlife. J. Wildl. Manage. 58 (2) :375-382
- Y- EPA. 1993b. Wildlife Exposure Factors Handbook. Volume 1. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 600/R-93/187a.
- Z- Goin, C.J. et Goin, O.B. 1971. Introduction to Herpetology. 2nd edition. Freeman and Co. San Francisco
- AA- Atomic Energy of Canada Limited (AECL). 1993. The Disposal of Canada's Nuclear Fuel Waste: The Biosphere Model, BIOTRAC, for Post-closure Assessment. Atomic Energy of Canada Limited Report AECL-10720.
- AB- L'ÉNERGIE DES ARBRES, 1978. Une évaluation du potentiel énergétique de la biomasse au Canada. Rapport ER 78-1F
- AC- [www.science.mcmaster.ca/Biology/Harbour/SPECIES/CARP/CARP.HTM](http://www.science.mcmaster.ca/Biology/Harbour/SPECIES/CARP/CARP.HTM)
- AD- Armellin, A., et P. Mousseau (1998). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Trois-Rivières-Bécancour. Zones d'intervention prioritaire 12 et 13., Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique: 256.
- AE- Rook, E.J.S. 1999. [www.rook.org/earl/bwca/nature/fish/esox.html](http://www.rook.org/earl/bwca/nature/fish/esox.html)
- AF- [www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC\\_pubs/srb96-05.htm](http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb96-05.htm)
- AG- Normales climatiques au Canada 1961-90
- AH- Wetzel, R.J. 1975. Limnology. W.B. Saunders Company. 743 p.

***ANNEXE H***  
***ÉVALUATION DES EFFETS DES RADIONUCLÉIDES SUR LES***  
***PLANTES ET LES ANIMAUX ET***  
***VALEURS ESTIMÉES SANS EFFET OBSERVÉ (VESEO)***

---



## Annexe H

### Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)

La présente annexe fait la revue des principaux effets des rayonnements ionisants sur les plantes et les animaux (voir le tableau H-1). Cette revue s'appuie sur les informations contenues dans les différentes évaluations effectuées par les organismes gouvernementaux et sur les renseignements renfermés dans les principales banques et bases de données informatisées et dans la littérature scientifique.

#### H.1 Invertébrés aquatiques et terrestres

En milieu aquatique, les organismes benthiques sont les plus susceptibles d'être exposés à des rayonnements ionisants en raison de la concentration des radionucléides dans les sédiments. On connaît peu les effets reliés à une exposition aiguë. Par contre, on observe une réduction significative de la fécondité à des doses chroniques variant de 0,6 à 4 800 Gy/an. Parmi les autres effets observés, on relève une réduction de la mue chez les embryons d'anatifes, *Pollicipes polymerus* (Abbott et Mix, 1979), une augmentation des aberrations chromosomiques chez les larves de chironomides, *Chironomus tentans* (Blaylock, 1965), ainsi qu'une baisse de la production de capsules d'œufs chez l'escargot, *Physa heterostropha* (Cooley et Nelson, 1970). Les effets sublétaux ne sont observables qu'à de très fortes doses. Parmi les invertébrés, l'anatife est l'espèce la plus sensible au rayonnement, avec une diminution de la reproduction à un rayonnement annuel de 0,6 Gy/an. Cette valeur a été retenue pour déterminer la valeur estimée sans effet observé (VESEO) associée à ce groupe (Environment Canada and Health Canada, 2001).

Pour le milieu terrestre, les stades juvéniles des insectes sont les plus vulnérables aux rayonnements ionisants en raison des taux de division et de différenciation cellulaires beaucoup plus élevés chez les larves que chez les adultes. Parmi les effets observés, on note la mort des œufs pour les braconides, *Bracon hebetor* (O'Brien et Wolfe, 1964) et la mouche domestique, *Musca domestica* (Cole et autres, 1959) à des doses respectives de 0,1 Gy et <1,3 Gy. Sur la base d'une exposition chronique, les invertébrés terrestres semblent être plus sensibles aux effets indirects comme la perte de litière que par le rayonnement lui-même. Les effets directs affecteront surtout la fertilité plutôt que la mortalité. Même dans le cas de dommages génétiques importants, ceux-ci pourront être réparés à l'intérieur des générations suivantes. Dans le contexte d'une exposition aiguë, les insectes adultes requièrent une dose 100 fois plus élevée que les vertébrés pour produire des effets létaux (IAEA, 1992).

#### H.2 Plantes aquatiques et terrestres

Chez les plantes, le facteur déterminant l'importance des dommages découlant d'une exposition aux rayonnements ionisants est la présence et l'état de l'oxygène dans la cellule. La structure la plus affectée au niveau des organismes en général est le chromosome. Les

rayonnements ionisants brisent les chromosomes, ce qui mène à des changements génétiques, à une perte de la fonction cellulaire, à une incapacité des cellules à se diviser et à des cellules anormales. La radiosensibilité est donc reliée à la taille, au nombre et à l'amplitude de la duplication des chromosomes. Par conséquent, lorsque l'information génétique est contenue dans un nombre restreint de gros chromosomes, il y a plus de risque de perte d'information attribuable à des bris qu'en présence de plusieurs petits chromosomes. La radiorésistance varie donc parmi les groupes taxonomiques et va de façon croissante dans l'ordre suivant : conifères → arbres feuillus → arbustes → herbacées → lichens → champignons.

Les plantes de faible taille, les espèces ligneuses et les semences dormantes sont les plus résistantes aux effets du rayonnement ionisant (Whicker et Schultz, 1982).

Il existe peu de données concernant les effets du rayonnement ionisant sur les plantes aquatiques. Un des seuls effets observés est la perte de synchronisme lors de la croissance des cultures d'une algue verte (*Chlorella pyrenoidosa*) (Chandorkar et autres, 1978). Pour cette raison, la VESEO des conifères a été appliquée aux plantes aquatiques.

Chez les plantes terrestres, les jeunes plants sont plus vulnérables que les plants adultes (Mericle et autres, 1955), particulièrement aux points de croissance de la racine ou de la tige principale. Les principaux effets notés pour les plantes sont la baisse de production de semences viables pouvant atteindre 50 % (Bird et autres, 2000) ainsi que la mortalité des plants (Woodhead, 1997). On a aussi noté des aiguilles deux fois plus longues chez le pin d'Écosse, *Pinus Sylvestris*, (Sheppard et autres, 1992) ainsi qu'un léger effet nuisible sur la croissance des jeunes plants de la même espèce (Chandorkar et Dengler, 1987). Après une irradiation aiguë, un effet sur un enzyme relié à l'auxine, un régulateur hormonal de croissance a été observé chez les plantes (Gunckel et Sparrow, 1961).

Les effets observés les plus courants sont les balais de sorcière ainsi que la présence de feuilles et de fruits énormes. On remarque fréquemment la mortalité des bourgeons terminaux, une réduction de la taille des végétaux, une compensation de la croissance en branches latérales ainsi qu'un assèchement des aiguilles et des pousses. On note aussi, de façon régulière, une baisse de la productivité, de la croissance, des rejets de souche et des anneaux de croissance chez les arbres, de même qu'une réduction de la photosynthèse nette, de la production de litière et de la biomasse (ECOMatters, 1999). Chez les hépatiques et les mousses, un effet stimulant au niveau de la taille et de la productivité a été constaté. Par contre, une inhibition du développement sexuel a été observée chez ce type de plantes (Whicker et Schultz, 1982).

En ce qui a trait aux conifères, la production de graines viables et l'inhibition de la croissance des méristèmes sont des indicateurs plus sensibles des dommages associés aux rayonnements ionisants que la mortalité, du moins à court terme. Une irradiation aiguë a rendu des pins vulnérables aux attaques des insectes et leur radiosensibilité était accrue en présence d'autres stress environnementaux. Pour les cultures et les fourrages, le premier effet mesuré est une baisse de productivité. Dans cette optique, les cultures céréalières sont

plus sensibles aux rayonnements ionisants que les productions maraîchères, les fourrages étant les moins sensibles (CNS, 1997).

Des doses inférieures à 400 µGy/h auraient seulement de légers effets sur la plupart des plantes sensibles au rayonnements ionisants. De telles doses ont peu de probabilité de produire des effets délétères sur la plupart des espèces présentes dans les communautés végétales naturelles (CNS, 1997).

### **H.3 Amphibiens et reptiles**

Dans le cas des animaux à sang froid, les études de 60 et 90 jours sont plus appropriées que celles de 30 jours utilisées pour les mammifères parce que la température peut contrôler le temps d'apparition des effets du rayonnement ionisant.

#### ***H.3.1 Exposition aiguë***

Les amphibiens et les reptiles semblent moins sensibles aux rayonnements ionisants que les mammifères (UNSCEAR, 1996, Ewing et autres, 1996). Les stades larvaires des reptiles et des amphibiens sont les plus vulnérables à une exposition aiguë aux rayonnements ionisants (Ewing et autres, 1996) en raison de leur croissance rapide et des changements physiologiques et morphologiques importants qui s'opèrent au niveau des systèmes respiratoire et digestif (Rose, 1992).

Chez la grenouille, on constate une mortalité des œufs fertilisés avec une sensibilité aux rayonnements ionisants variant tout au long des différents stades du cycle vital (Panter, 1986, 1987). Les espèces à masse chromosomique très élevée, comme le *Necturus*, sont plus sensibles à une exposition aiguë que les autres vertébrés (Ewing et autres, 1996).

Les effets notés chez les amphibiens et reptiles exposés aux rayonnements ionisants sont multiples : effets génotoxiques et clastogènes (bris de chromosomes en plusieurs segments), augmentation des érythrocytes micronucléés chez les larves d'urodèles (Fernandez et autres, 1993) ainsi qu'un temps de survie réduit et une augmentation des ulcérations et des dépigmentations de la peau chez une espèce de triton (Willis et Lappenbusch, 1975). L'induction d'anomalies et une réduction du taux de survie de la progéniture a aussi été observée chez une espèce de crapaud après l'exposition aiguë des géniteurs mâles. Les anomalies relevées incluaient la dépigmentation des œufs, de l'œdème (souvent fatal au stade larvaire), une mauvaise occlusion des mâchoires et un retard du taux de développement (Blair, 1960).

L'exposition du sperme des amphibiens à des radiations élevées (>43,5 Gy) peut détruire la fonction génétique (Blaylock et Trabalka, 1978) et mener à la stérilité des embryons (Hart et Armstrong, 1984). Rose (1992) a constaté des changements génétiques et tératogènes (malformations congénitales chez l'embryon) après une exposition aiguë aux rayonnements ionisants.

### ***H.3.2 Exposition chronique***

Chez les amphibiens et les reptiles, les risques concernant une exposition chronique aux rayonnements ionisants relèvent plus des changements génétiques au niveau de l'acide désoxyribonucléique (ADN) des survivants que des effets sur la fécondité ou la mortalité (Whicker et Schultz, 1982). Des mutations se produisent normalement à une fréquence assez élevée au sein des populations naturelles. On a détecté quelques augmentations de ce taux de mutation à des niveaux d'exposition aux rayonnements inférieurs à <1 Gy (Marko, 1981).

En ce qui concerne les reptiles, les études ont surtout porté sur les lézards du sud des États-Unis. Les espèces à plus longue longévité et à fécondité plus faible sont les plus vulnérables. La stérilité résultant de l'irradiation est plus fréquemment observée chez les femelles que chez les mâles et semble plus importante en terme de survie de population (Turner et Medica, 1977).

Les autres effets observés lors d'une exposition chronique sont les suivants : atteinte de la fonction hépatique chez une espèce de grenouille (Gianetti et autres, 1990), changements et bris dans l'ADN, réduction de la longueur du plastron ainsi que des effets clastogènes dans la rate et le sang chez certaines espèces de tortues (Lamb et autres, 1995).

## **H.4 Poissons**

Mis à part les mammifères aquatiques, les poissons sont les organismes aquatiques les plus sensibles aux rayonnements ionisants. L'effet le plus notable est la diminution de leur capacité de reproduction. Les débits de dose auxquels on remarque les premiers effets sur leur fertilité sont semblables à ceux des mammifères, soit de 5 à 100 mGy/jour (Woodhead et Pond, 1987). Les autres effets observés après l'exposition aux rayonnements ionisants sont les suivants : défauts operculaires chez les embryons (Donaldson et Bonham, 1964) ainsi qu'un taux de croissance inférieur pour le saumon quinnat (Marko, 1981), une plus grande fréquence d'anomalies chez les embryons de truite arc-en-ciel (Welande, 1954), une réduction de l'éclosion des œufs chez la carpe, *Cyprinus carpio* (Blaylock et Griffith, 1971) et une augmentation de la mortalité des embryons de gambusie, *Gambusia affinis* (Trabalka et Allen, 1977).

Au niveau des populations aquatiques, une augmentation de la mortalité est attendue à des débits de dose constante de 88 Gy/an alors qu'une réduction du succès de reproduction est prévue à des débits de dose compris entre 8,8 et 88 Gy/an (McKee et autres, 1988).

## **H.5 Oiseaux**

### ***H.5.1 Exposition aiguë***

À la suite d'une exposition aiguë, les oiseaux présentent un taux de mortalité similaire à ceux des petits mammifères (UNSCEAR, 1994). Les oisillons exposés à une irradiation

aiguë peuvent présenter une croissance ralentie, particulièrement au niveau de la masse corporelle (Zach et Mayoh, 1986a).

Quant aux effets de l'irradiation aiguë sur les embryons au sein des œufs, les recherches ont démontré qu'à des doses inférieures à 3,4 Gy, les taux de succès pour l'éclosion ou la mue n'étaient pas affectés. Par contre, à des doses plus élevées que 1,6 Gy, le temps d'éclosion augmente et la croissance est ralentie (Zach et Mayoh, 1986b).

Les effets d'une irradiation aiguë sur la capacité reproductrice des oiseaux ont été peu étudiés. Chez le tisserin (*Quelea quelea*), des doses entre 0,5 et 2 Gy ne semblent pas provoquer de dommage testiculaire mais des doses plus élevées peuvent provoquer des anomalies apparentes (Lofts et Rotblat, 1962). Chez le poulet, une dose de 4 Gy de <sup>60</sup>Co a réduit la production d'œufs pendant les dix jours suivant l'exposition. Des doses plus élevées ont aussi eu davantage d'effets qui se sont échelonnés à plus long terme (Maloney et Mraz, 1969).

### ***H.5.2 Exposition chronique***

Les études sur l'irradiation chronique des populations d'oiseaux sont évidemment plus complexes étant donné que les populations sont mobiles. L'étude de Zach et Mayoh (1986b) rapporte que des doses variant entre 8,4 et 42 mGy/heure ont été la cause de mortalité embryonnaire chez l'oiseau. L'irradiation chronique des embryons à des doses >10 mGy/heure jusqu'à l'éclosion a détruit le processus de spermatogénèse et inhibé la production des ovocytes, causant ainsi la stérilité chez les spécimens des deux sexes (Mraz et Woody, 1972). Les impacts sur la longévité n'ont pas été étudiés et les débits de dose minimale pouvant causer d'autres effets évidents n'ont pas encore été clairement définis.

## **H.6 Mammifères**

La plupart des études sur les mammifères indiquent que la natalité est un paramètre plus sensible que la mortalité. Les études tendent à démontrer que les dommages causés au matériel génétique n'apparaissent pas nécessairement dans la génération exposée, mais peuvent se manifester plusieurs générations plus tard (Mothersill et Seymour, 1997). Les données suggèrent que les petits mammifères seraient moins sensibles aux rayonnements ionisants que les gros mammifères (Environment Canada and Health Canada, 2001).

Les dommages et effets létaux attribuables aux rayonnements ionisants sont principalement reliés au système hématopoïétique et à la muqueuse gastro-intestinale, contenant tous deux des cellules-souches. Ce type de cellules est extrêmement sensible à la radiation. Les symptômes apparaissent dans le remplacement des cellules en présence de défaillances (UNSCEAR, 1994).

### ***H.6.1 Exposition aiguë***

Plusieurs facteurs tels la compétition, l'hibernation, le degré de confinement et la température peuvent modifier la réponse des mammifères à l'irradiation aiguë. Par contre

ces variantes apparaissent insuffisantes pour causer des effets significatifs sur la mortalité à une dose totale inférieure à 1 Gy. La radiosensibilité des animaux domestiques semble similaire à celle des animaux sauvages étudiés (Bell et autres, 1971).

Des doses aiguës de 0,5 Gy ont induit des changements au niveau du sperme des taureaux, mais ces effets ont complètement disparu 30 semaines après l'irradiation. Des moutons irradiés à des doses de 0,25 et 0,1 Gy tous les 28 jours pendant 13 mois se sont reproduits normalement et tous les agneaux nés de parents irradiés étaient en bonne forme (Terry et autres, 1964). Les espèces varient grandement entre elles quant à leur radiosensibilité au niveau des ovaires, les souris comptant parmi les plus sensibles.

Des doses aiguës de 0,1 Gy risquent peu de provoquer des changements nuisibles pour la santé qui seront persistants et mesurables au sein des populations ou communautés animales (IAEA, 1992). La dose aiguë la plus faible, reconnue pour avoir eu des effets sublétaux chez des rats gravides, est de 10 mGy. Cette dose a endommagé les réflexes de leurs descendants (Rose, 1992). Les doses minimales requises pour affecter les taux de reproduction à la suite d'une exposition aiguë peuvent être inférieures à 10 % des doses létales (Whicker et Schultz, 1982).

### ***H.6.2 Exposition chronique***

La reproduction est l'attribut le plus sensible au niveau des populations quant aux dommages découlant d'une irradiation chronique. C'est aussi le plus significatif dans un contexte écologique. Plusieurs données indiquent que les espèces à longue durée de vie ayant une capacité de reproduction étalée sur plusieurs années sont plus sensibles aux radiations. Un débit de dose de 3,7 Gy/an constituerait le seuil à partir duquel la capacité de reproduction serait affectée. La survie des populations les plus sensibles pourrait alors être en danger (IAEA, 1992). En deçà de ce seuil, le taux de mortalité des populations de mammifères n'augmenterait pas de façon importante. Les études en laboratoire tendent à établir un seuil légèrement plus haut. Cela pourrait être attribuable à des facteurs de stress moins importants que ceux expérimentés par les populations naturelles. Il existe peu de données sur les effets des radiations à l'échelle des populations naturelles. Les observations dont on dispose sont presque toutes des conséquences indirectes des effets de la radiation sur la végétation (CNS, 1997).

À l'intérieur d'une forêt boréale, les effets attendus à la suite d'une exposition chronique des campagnols à des doses de 15 mGy/heure ont été masqués par l'immigration à partir des régions avoisinantes non irradiées (Mihok et autres, 1985). Cela met en évidence l'importance de tenir compte de la distribution au sein des populations pour lesquelles on cherche à évaluer les effets potentiels d'une exposition aux rayonnements ionisants.

Exposés à une dose de 0,1 Gy/jour, des porcs et des ânes ont montré des signes de détérioration en quelques semaines et sont morts après quelques mois d'exposition continue tandis qu'à un taux d'exposition de 1 mGy/jour, aucun effet n'a été observé (Garner et Barber, 1966). Par contre, on a noté une baisse du nombre, de la mobilité et de la viabilité du sperme chez le chien exposé à une dose chronique de 4 mGy/jour.

Pour un débit de dose faible et une exposition étalée, la dose totale accumulée sera plus élevée avant d'induire des effets nocifs. Chez les singes, la variable d'effet le plus sensible semble être la mort de 50 % des ovocytes immatures après exposition à 0,4 Gy pendant le dernier trimestre du développement fœtal (Dobson, 1982). Rose (1992) conclut que le débit le plus faible susceptible de provoquer des effets est d'environ 1 Gy/an, mais on a observé des effets à des doses plus faibles, telle une augmentation de la fertilité (Golder Associates Ltd., 1996). Les gonades immatures constituent le système cellulaire le plus sensible à une irradiation chronique pendant le développement embryonnaire.

Une augmentation de la mortalité des descendants de souris de laboratoire a été constatée à la suite de l'exposition à une dose de 0,07 Gy/an d'eau tritiée (Dobson, 1982). On note également une réduction de la masse testiculaire et du compte de sperme dans l'épididyme de ces souris à une dose de 0,35 Gy/an de rayonnement alpha du plutonium (Searle et autres, 1976). Par contre, aucun effet sur la fertilité des rats exposés à 36 Gy/an (Brown et autres, 1964) n'a été constaté. L'exposition chronique aux rayons gamma à une dose allant de 4,7 à 9,5 Gy/an n'a pas affecté le nombre de naissances par accouchement ni le ratio mâle/femelle des descendants de souris sur dix générations (Buech, 1977). Cela peut s'expliquer par le fait que le nombre d'ovocytes immatures produit par la plupart des mammifères est supérieur à celui qui est éventuellement utilisé pour la reproduction (CNS, 1997).

## **H.7 Choix des valeurs de référence**

Le tableau H-1 présente les valeurs estimées sans effet observé (VESEO) associées aux principaux groupes taxonomiques retenus dans le cadre de l'étude. Les valeurs finales retenues ont été ajustées pour tenir compte de l'incertitude entourant les données toxicologiques ainsi que de la dose biologique effective (RBE). Elles correspondent au VESEO associées à un niveau 2.

**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe            | Taxon   | Mode d'exposition  | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade       | Effet critique                               | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1                               | Commentaires   | Facteur de<br>sécurité | VESEO<br>(ENEV)      | Référence                                 |
|-------------------|---|--|-------------------------------------|--|---|--|------------------------|----------------------|---|
| <b>Mammifères</b> | Singe-écureuil  |  | oocytes immatures                   | DL <sub>50</sub>                             | 0,4 Gy•a <sup>-1</sup>  |  | 3                      | 1 Gy•a <sup>-1</sup> | Dobson (1982)                             |
|                   | Singe-écureuil  |  |                                     | effets nocifs sur la fertilité               | 0,48 mGy•d <sup>-1</sup>  |  |                        |                      | Harrison et Knezovich (2001)              |
|                   | Singe-écureuil  | tritium  | oocytes                             | DL <sub>50</sub>                             | 15,3 mGy•a <sup>-1</sup><br>(42 µGy•h <sup>-1</sup> )                                 | nouveaux-nés stériles à 153 mGy•a <sup>-1</sup><br>(420 µGy•h <sup>-1</sup> )    |                        |                      | UNSCEAR, 1996                             |
|                   | Gros mammifères<br>(vache/mouton/chèvre)                  | externe  |                                     | 30-d DL <sub>50</sub>                        | 1,2-3,9 Gy  | mort par déficience de la moëlle   |                        |                      | UNSCEAR, 1996                             |
|                   | Caribou<br>( <i>Rangifer tarandus caribou</i> )           | externe et interne   |                                     | aberrations chromosomiques                   | 50 mGy  | contamination par l'accident de Chernobyl  |                        |                      | Roed et al (1991)                         |
|                   | Chien   | injection de <sup>226</sup> Ra et progéniture                          |                                     | maladie du rein                              | 1,5 Gy  | incidence élevée du sarcome des os   |                        |                      | Bruenger et al (1990)                     |
|                   | Moyens mammifères<br>(chien/chèvre)                       | externe  |                                     | 30-d DL <sub>50</sub>                        | 1,6-2,5 Gy  | mort par déficience de la moëlle   |                        |                      | UNSCEAR (1996)                            |
|                   | Chien   | injection de <sup>224</sup> Ra   |                                     | tumeurs des os                               | 3 Gy aux os   |  |                        |                      | Muggenburg et al (1996)                   |
|                   | Chien   | injection de <sup>228</sup> Ra, <sup>226</sup> Ra ou <sup>228</sup> Th |                                     | incidence de 50% du sarcome des os           | <sup>228</sup> Ra = 5,5 Gy; <sup>226</sup> Ra = 11,0 Gy<br><sup>228</sup> Th = 1,0 Gy | fig.1 p.67   |                        |                      | Lloyd et al (1984)                        |
|                   | Petits mammifères<br>(souris, gerbille)                   | externe  |                                     | 30-d DL <sub>50</sub>                        | 6-10 Gy   | mort par déficience de la moëlle   |                        |                      | UNSCEAR (1996)                            |
|                   | Chien   | inhalation de <sup>144</sup> CeCl <sub>3</sub>                         |                                     | mort   | 6,9 Gy aux os   | mort par déficience hématopoïétique  |                        |                      | Hahn et al (1997)                         |
|                   | Chien   | injection de <sup>117</sup> CsCl                                       |                                     | mort   | 7,4 Gy  | mort par déficience hématopoïétique  |                        |                      | Nikula et al (1995)                       |
|                   | Chien   | gamma externe  |                                     | mort   | 14 000 mGy•a <sup>-1</sup>  | mort par déficience hématopoïétique  |                        |                      | Carnes et Fritz (1993)                    |
|                   | Campagnol roussâtre<br>( <i>Clethrionomys glareolus</i> ) | externe et interne, surtout de <sup>137</sup> Cs                       |                                     | aberrations chromosomiques                   | 1,5 à 14,4 mGy•a <sup>-1</sup>  | incidence des aberrations en relation linéaire avec la dose                      |                        |                      | Cristaldi et al (1991)                    |
|                   | Souris  | eau tritiée  |                                     | mortalité des rejets                         | 70 mGy•a <sup>-1</sup>  |  |                        |                      | Dobson (1982)                             |
|                   | Souris  | <sup>239</sup> Pu  |                                     | poids des testicules, compte du sperme       | 315 mGy•a <sup>-1</sup>   | 10 % de réduction de la masse des testicules, 8% de réduction décompte du sperme |                        |                      | Searle et al (1976),<br>in UNSCEAR (1996) |
|                   | Souris  | plutonium  |                                     | masse testiculaire réduite, compte du sperme | 350 mGy•a <sup>-1</sup>   |  |                        |                      | Searle et al (1976)                       |
|                   | Souris  | rayons X externes  |                                     | retard de croissance des nouveaux-nés        | 0,2 Gy à 63 000 Gy•a <sup>-1</sup>  | exposition à 17 jours de gestation   |                        |                      | Jensh et al (1986)                        |
|                   | Souris  | rayons gamma <sup>60</sup> Co externes                                 | fonction hématopoïétique des rejets |  | 3,6 Gy (taux de 220 Gy•a <sup>-1</sup> )  |  |                        |                      | Jiang et al (1994)                        |
|                   | Souris  | injection de <sup>210</sup> Po   |                                     | 50% réduction des oocytes matures            | 1 mGy   | fig. 7, p.126  |                        |                      | Samuels (1966)                            |
|                   | Souris  | injection de <sup>239</sup> Pu   | fonction hématopoïétique des rejets |  | 10 à 14 mGy au foie fœtal   | dose moyenne au foie, dose aux tissus fonctionnels probl. plus élevée            |                        |                      | Mason et al (1992)                        |
|                   | Souris  | injection de <sup>241</sup> Am   | fonction hématopoïétique            |  | 11 mGy  | dose aux os  |                        |                      | Van Den Heuvel (1990)                     |



**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe                        | Taxon   | Mode d'exposition  | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade | Effet critique                               | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1  | Commentaires  | Facteur de<br>sécurité | VESEO<br>(ENEV) | Référence               |
|-------------------------------|---------|--|-------------------------------|--|--|---|------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>Mammifères<br/>(suite)</b> | Souris  | injection de <sup>125</sup> I et <sup>210</sup> Po,<br>rayons X externes |                               | têtes des spermatozoïdes<br>anormales        | <sup>125</sup> I = 1,7% abn./10 mGy,<br><sup>210</sup> Po = 7,1% abn./10 mGy,<br>Rayons X = 0,03% abn./10 mGy                      | % anomalies de la portion initiale<br>de la courbe dose-réponse,<br>tableau 1, p.92 |                        |                 | Rao et al (1991)        |
|                               | Souris  | dosé avec <sup>125</sup> I, <sup>210</sup> Po ou<br>rayons X externes    |                               | cellules spermatogonies<br>différenciées D37 | <sup>125</sup> I = 85 mGy,<br><sup>210</sup> Po = 100 mGy,<br>Rayons X = 670 mGy   | RBE   |                        |                 | Rao et al (1989)        |
|                               | Souris  | tritium  | oocytes                       |  | 100 mGy  |   |                        |                 | Satow et al (1989)      |
|                               | Souris  | tritium  |                               | perte des oocytes<br>primaires               | 160 mGy  |   |                        |                 | Dong et al (1985)       |
|                               | Souris  | <sup>252</sup> Cf neutrons, <sup>60</sup> Co<br>gamma                    |                               | poids des testicules<br>diminué              | <sup>252</sup> Cf = 10% perte à 150 mGy,<br>50% perte à 1 Gy;<br><sup>60</sup> Co = 10% perte à 500 mGy,<br>50% perte à 4 Gy       | fig. 1 p.757  |                        |                 | Goud et al (1987)       |
|                               | Souris  | <sup>252</sup> Cf neutrons, <sup>60</sup> Co<br>gamma                    |                               | têtes des spermatozoïdes<br>anormales        | <sup>252</sup> Cf = 5% anormal à 400 mGy,<br>10% anormal à 1 Gy;<br><sup>60</sup> Co = 5% anormal à 600 mGy,<br>10% anormal à 3 Gy | fig. 2 p. 758   |                        |                 | Goud et al (1987)       |
|                               | Souris  | rayons X externes  | fonction<br>hématopoïétique   |  | 500 mGy  | exposition aux jours 13 et 17 <i>in<br/>utero</i> , effets à 9 mois                 |                        |                 | Grande et Bueren (1995) |
|                               | Souris  | 8-13 jours après<br>conception   | système nerveux<br>central    | malformations                                | 0,25 Gy (LRD),<br>0-2,0 Gy (SEX)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.66  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Souris  | 7-8 jours après<br>conception  | yeux                          | malformations                                | 0,25-0,50 Gy (LRD),<br>1,0-2,0 Gy (SEX)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.67  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Souris  | 7-10 jours après<br>conception   | crâne                         | malformations                                | 0,50 Gy (LRD),<br>1,0-2,0 Gy (SEX)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.68  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Souris  | 6-13 jours après<br>conception   | tronc                         | malformations                                | >0,25 Gy (SEX)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.69  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Souris  | 10-3 jours après<br>conception   | extrémités                    | malformations                                | >1,5 Gy (SEX)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.70  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Rat     | 9-14 jours après<br>conception   | système nerveux<br>central    | malformations                                | 0,50 Gy (LRD),<br>1,0-2,0 Gy (SEX)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.71  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Rat     | 9-10 jours après<br>conception   | yeux                          | malformations                                | 0,25 Gy (LRD),<br>1,0-2,0 Gy (SEX)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.72  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Rat     | 9-12 jours après<br>conception   | crâne                         | malformations                                | 1,0 Gy (LRD),<br>1,5-2,5 Gy (SEX)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.73  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Rat     | >9 jours après<br>conception   | extrémités                    | malformations                                | >2,0 Gy (SEX)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.74  |                        |                 | ICRP (1989)             |
|                               | Hamster | 8-9 jours après<br>conception  | yeux                          | malformations                                | >1,0 Gy (LRD)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.75  |                        |                 | ICRP (1989)             |

**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe                        | Taxon  | Mode d'exposition  | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade | Effet critique  | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1 | Commentaires                                     | Facteur de<br>sécurité | VESEO<br>(ENEV)      | Référence                                      |
|-------------------------------|--|--|-------------------------------|---|---|--|------------------------|----------------------|--|
| <b>Mammifères<br/>(suite)</b> | Hamster  | 7-8 jours après<br>conception  | crâne                         | malformations   | >2,0 Gy (SEXR)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.76                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Hamster  | >9 jours après<br>conception   | extrémités                    | malformations   | >2,0 Gy (SEXR)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.77                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Lapin  | <10 jours de la<br>conception  | yeux                          | malformations   | >1,0 Gy (LRD)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.78                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Lapin  | 9-11 jours après<br>conception   | crâne                         | malformations   | >4,0 Gy (SEXR)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.79                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Singe  | 8-12 jours après<br>conception   | crâne                         | malformations   | >2,5 Gy (SEXR)  | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.80                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Mouton   | <23 jours de la<br>conception  | tronc                         | malformations   | >1,0 Gy (LRD)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.81                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Bovin  | <32 jours de la<br>conception  | tronc                         | malformations   | >1,0 Gy (LRD)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.82                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
|                               | Chien  | 25-28 jours après<br>conception  | extrémités                    | malformations   | >1,3 Gy (LRD)   | tiré de UNSCEAR, tableau 8, p.83                 |                        |                      | ICRP (1989)                                    |
| <b>Oiseaux</b>                |  |  |                               |   | >5 mGy•d <sup>-1</sup>                                  |  | 1                      | 2 Gy•a <sup>-1</sup> | Environment Canada and<br>Health Canada (2001) |
|                               | 3 espèces de canards<br>(adultes)                    | rayons X externes ou<br>gamma  |                               | 30-d DL <sub>50</sub>                                 | 4,9-8,9 Gy  |  |                        |                      | Tester et al (1968)                            |
|                               | Poules (adultes)                                     | rayons X externes ou<br>gamma  |                               | 30-d DL <sub>50</sub>                                 | 6,6-12,1 Gy   |  |                        |                      | Baumgartner (1985)                             |
|                               | Pigeon<br>( <i>Columbia livia</i> ) (adulte)         | rayons X externes ou<br>gamma  |                               | 30-d DL <sub>50</sub>                                 | 8,7- 9,0 Gy   |  |                        |                      | Baumgartner (1985)                             |
|                               | Mouette rieuse<br>( <i>Larus ridibundus</i> ) (œufs) | rayons gamma <sup>60</sup> Co<br>externes                                    |                               | 30-d DL <sub>50</sub>                                 | 9 Gy  |  |                        |                      | Phillips et Coggle (1988)                      |
|                               | Poule<br>(œuf)                                       | rayons gamma <sup>60</sup> Co<br>externes                                    |                               | DL <sub>50</sub>                                      | 12,5 Gy (dose de 0,008 Gy•s <sup>-1</sup> )             | irradiation au 10 <sup>e</sup> jour d'incubation |                        |                      | Phillips et Coggle (1988)                      |
|                               | Caille japonaise<br>(21 semaines)                    | rayons gamma <sup>60</sup> Co<br>externes                                    |                               | 30-d DL <sub>50</sub>                                 | 22,5 Gy   |  |                        |                      | Baumgartner (1985)                             |
|                               | Merle bleu de l'Est<br>( <i>Sialia sialis</i> )      | rayons X externes ou<br>gamma  |                               | DL <sub>50</sub>                                      | 25 Gy   |  |                        |                      | Brisbin (1991)                                 |
|                               | Canard colvert<br>( <i>Anas platyrhynchos</i> )      | externe et interne   |                               | aberrations<br>chromosomiques                         | 10 mGy•a <sup>-1</sup>                                  | canards sur l'étang de la rivière<br>Savannah    |                        |                      | George <i>et al</i> (1991)                     |
|                               | Troglodyte familial<br>( <i>Troglodytes aedon</i> )  | externe <sup>60</sup> Co gamma<br>(dose rate de<br>0,06 Gy•s <sup>-1</sup> ) | croissance                    |   | 900 mGy   |  |                        |                      | Zach et Mayoh (1986a)                          |
|                               | Hirondelle bicolor<br>( <i>Tachycineta bicolor</i> ) | externe <sup>60</sup> Co gamma<br>(dose rate de<br>0,06 Gy•s <sup>-1</sup> ) | croissance                    |   | 1600 mGy  |  |                        |                      | Zach et Mayoh (1986b)                          |
|                               | Troglodyte familial<br>( <i>Troglodytes aedon</i> )  | externe <sup>60</sup> Co gamma<br>(dose rate de<br>0,06 Gy•s <sup>-1</sup> ) |                               | plumes primaires et<br>longueurs de pieds<br>réduites | 2600 mGy  |  |                        |                      | Zach et Mayoh (1986a)                          |

**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe                        | Taxon   | Mode d'exposition                                      | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade                              | Effet critique                                 | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1 | Commentaires  | Facteur de<br>sécurité  | VESEO<br>(ENEV)        | Référence  |
|-------------------------------|---|--|--|--|---|---|---|------------------------|--|
| <b>Amphibiens et reptiles</b> | Grenouille<br>( <i>L. tasmaniensis</i> )                                      |  | fertilité des œufs   | DL <sub>50</sub>                               | 0,6 Gy  |   |   |                        | Environment Canada and Health Canada (2001)              |
|                               | Necture tacheté<br>( <i>Necturus maculosus</i> )                              | 250 kVp X-rays   |  | 30-d DL <sub>50</sub> , 200-d DL <sub>50</sub> | 42,3 Gy, 0,8 Gy   |   |   |                        | Sparrow et al (1970)                                     |
|                               | Necture tacheté<br>( <i>Necturus maculosus</i> )                              | 300 kVp X-rays   |  | 30-d DL <sub>50</sub>                          | 2,2 Gy  | mortalité à 180 jours   |   |                        | Conger et Clinton (1973)                                 |
|                               | Necture tacheté<br>( <i>Necturus maculosus</i> )                              |  |  | 200-d DL <sub>50</sub>                         | 0,8 Gy  |   | 1   | 0,8 Gy•a <sup>-1</sup> | Sparrow et al (1970)<br>Sparrow et al (1990)             |
|                               | Urodèle<br>(adulte)   | surtout rayons X                                       |  | DL <sub>50</sub>                               | 1,1 à 4,6 Gy  |   |   |                        | Ewing et al (1996)                                       |
|                               | Serpents  | surtout rayons X                                       |  | DL <sub>50</sub>                               | 2,6 à 3,5 Gy  |   |   |                        | Ewing et al (1996)                                       |
|                               | Triton vert<br>( <i>Notophthalmus viridescens</i> )                           | 250 kV X-rays  |  | DL <sub>50</sub>                               | 4,8 Gy  | mortalité à 150 jours   |   |                        | Conger et Clinton (1973)                                 |
|                               | Grenouilles et crapauds<br>(adultes)  | surtout rayons X                                       |  | DL <sub>50</sub>                               | 6,1 à 20 Gy   |   |   |                        | Ewing et al (1996)                                       |
|                               | Tortues   | surtout rayons X                                       |  | DL <sub>50</sub>                               | 7,4 à 8,7 Gy  |   |   |                        | Ewing et al (1996)                                       |
|                               | Grenouille léopard<br>( <i>Rana pipiens</i> )                                 | 250 kV X-rays  |  | DL <sub>50</sub>                               | 7,6 Gy  | mortalité à 150 jours   |   |                        | Conger et Clinton (1973)                                 |
|                               | Lézards   | surtout rayons X                                       |  | DL <sub>50</sub>                               | 14,8 à 19,1 Gy  |   |   |                        | Ewing et al (1996)                                       |
|                               | Tortue<br>( <i>Trachemys scripta</i> )  | accumulation de <sup>137</sup> Cs,<br><sup>90</sup> Sr |  | œufs   | intégrité ADN   | 2,5 Gy•a <sup>-1</sup>  | dose estimée à partir des charges des radionucléides, dose externe inconnue |                        |  |
| Triton                        | rayons X  |  | œufs   | mort des œufs                                  | 20 mGy  |   |   |                        | Rose (1992)  |
| Grenouille                    | inconnu   |  |  | mort du sperme                                 | 200 mGy   |   |   |                        | Panter et al (1987)                                      |
| Têtards                       | externe <sup>60</sup> Co gamma<br>(dose rate de<br>0,005 Gy•s <sup>-1</sup> ) |  |  | consommation d'oxygène                         | 500 mGy   | effets évidents seulement sur les têtards carencés  |   |                        | Panter (1986)  |
| Têtards de grenouille         | externe <sup>60</sup> Co gamma<br>(dose rate de<br>0,005 Gy•s <sup>-1</sup> ) |  |  | DL <sub>50</sub>                               | 900 mGy   | stade de développement le plus sensible   |   |                        | Panter (1986)  |
| <b>Poissons</b>               | Saumon coho<br>( <i>Oncorhynchus kisutch</i> )                                |  | stade unicellulaire  | DL <sub>50</sub>                               | 0,16 Gy   |   |   |                        | Bonham et Welander (1963)                                |
|                               | Grand brochet<br>( <i>Esox lucius</i> )                                       |  | augmentation de la fréquence des erythrocytes micronucléés | (C)  | 4,9 mGy•a <sup>-1</sup>                                 |   |   |                        | Ilyinskikh et al (1998)                                  |
|                               | Grand brochet<br>( <i>Esox lucius</i> )                                       |  |  | anomalies du développement                     | 5 mGy•d <sup>-1</sup>                                   |   |   |                        | Kryshev et Sazykina (1998)                               |
|                               | Saumon coho<br>( <i>Oncorhynchus kisutch</i> )                                |  |  | difformités                                    | 5 mGy•d <sup>-1</sup>                                   |   |   |                        | Donaldson et Bonham (1964)<br>Bonham et Donaldson (1966) |
| <b>Poissons (gén.)</b>        |   |  |  | stérilité (C)                                  | 5 mGy•d <sup>-1</sup>                                   |   | 10  | 0,2 Gy•a <sup>-1</sup> | Scott et Crossman (1973)                                 |
| <b>Invertébrés terrestres</b> | Ver de terre<br>( <i>Lumbricus terrestris</i> )                               |  |  |  | 8,8 mGy•a <sup>-1</sup>                                 | RBE de 40 corrigé pour rayonnement alpha  | 100   | 3,5 Gy•a <sup>-1</sup> | Environment Canada and Health Canada (2001)              |
|                               | Invertébrés terrestres<br>(général)   |  |  |  | 1,7 Gy•a <sup>-1</sup>                                  | ENEV retenu correspond à celui des invertébrés aquatiques plutôt que celui du ver de terre (réf. 112) | 5   | 0,4 Gy•a <sup>-1</sup> | Environment Canada and Health Canada (2001)              |
| <b>Invertébrés aquatiques</b> | Cirripède<br>( <i>Lepas</i> sp.)  |  |  |  | 1,9   | RBE de 3 corrigé pour tritium   |   |                        | Harrison et Anderson (1994)                              |
|                               | Ver polychète   |  |  |  | 1,7 Gy•a <sup>-1</sup>                                  |   |   |                        | Harrison et Anderson (1994)                              |

**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe  | Taxon                               | Mode d'exposition | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade | Effet critique                | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1 | Commentaires                     | Facteur de<br>sécurité | VESEO<br>(ENEV)        | Référence                                      |
|---|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------------|------------------------|------------------------|--|
| <b>Invertébrés<br/>aquatiques<br/>(suite)</b> | Invertébrés aquatiques<br>(général) |                   |                               |                               | 1,7 Gy•a <sup>-1</sup>                                  |                                  | 5                      | 0,4 Gy•a <sup>-1</sup> | Environment Canada and<br>Health Canada (2001) |
| <b>Plantes<br/>terrestres</b>                 |                                     |                   |                               | NOEL (C)                      | 2,4 mGy•d <sup>-1</sup>                                 |                                  | 1                      | 1 Gy•a <sup>-1</sup>   | Amiro (1994)<br>Amiro et Sheppard (1994)       |
|   | Gymnospermes primitifs              |                   | graines en dormance           | DL <sub>50</sub>              | 5-63 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Gymnospermes primitifs              |                   | phase végétative              | DL <sub>50</sub>              | 4,6-16 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Monocotylédones                     |                   | graines en dormance           | DL <sub>50</sub>              | 10-350 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Monocotylédones                     |                   | phase végétative              | DL <sub>50</sub>              | 9,6-52 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Dicotylédones                       |                   | graines en dormance           | DL <sub>50</sub>              | 50-2000 Gy  | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Dicotylédones                       |                   | phase végétative              | DL <sub>50</sub>              | 4,8-580 Gy  | tiré de UNSCEAR                  |                        |                        | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | Forêt de conifères                  |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 1-10 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt de conifères                  |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 10-20 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt de conifères                  |                   |                               | effets sévères (ST)           | >20 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt décidue                       |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 10-100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt décidue                       |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 50-350 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt décidue                       |                   |                               | effets sévères (ST)           | >100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Arbustaie                           |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 10-50 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Arbustaie                           |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 50-200 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Arbustaie                           |                   |                               | effets sévères (ST)           | <200 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt tropicale humide              |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 40-100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt tropicale humide              |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 100-400 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Forêt tropicale humide              |                   |                               | effets sévères (ST)           | >400 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Affleurements rocheux               |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 80-100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Affleurements rocheux               |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 100-400 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Affleurements rocheux               |                   |                               | effets sévères (ST)           | >400 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Champs abandonnés                   |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 30-100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Champs abandonnés                   |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 100-1000 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Champs abandonnés                   |                   |                               | effets sévères (ST)           | >1000 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Sous-couvert forestier<br>herbacé   |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 200-400 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Sous-couvert forestier<br>herbacé   |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 400-600 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Sous-couvert forestier<br>herbacé   |                   |                               | effets sévères (ST)           | >600 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Prairies                            |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 80-100 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Prairies                            |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 100-1000 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Prairies                            |                   |                               | effets sévères (ST)           | >1000   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Adventices herbacées                |                   |                               | effets mineurs (ST)           | 400-600 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Adventices herbacées                |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST) | 600-1000 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                        | Whicker et Schultz (1982)                      |

**Tableau H-1**  
**Évaluation des effets des radionucléides sur les plantes et les animaux et valeurs estimées sans effet observé (VESEO)**

| Classe                                    | Taxon  | Mode d'exposition | Tissu/<br>Organisme/<br>Stade | Effet critique  | Valeur critique de la toxicité<br>(VCT) pour un RBE = 1 | Commentaires                     | Facteur de<br>sécurité | VESEO<br>(ENEV)      | Référence                                      |
|---|--|-------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| <b>Plantes<br/>terrestres<br/>(suite)</b> | Adventices herbacées                                     |                   |                               | effets sévères (ST)   | >1600   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                      | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Mousses et lichens                                       |                   |                               | effets mineurs (ST)   | 100-1000 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                      | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Mousses et lichens                                       |                   |                               | effets intermédiaires<br>(ST)                               | 500-5000 Gy   | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                      | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | Mousses et lichens                                       |                   |                               | effets sévères (ST)   | >2000 Gy  | tiré de UNSCEAR, tableau 9, p.66 |                        |                      | Whicker et Schultz (1982)                      |
|   | <i>Vicia faba</i>  |                   | graines en dormance           | DL <sub>50</sub>  | 50 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                      | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | <i>Vicia faba</i>  |                   | phase végétative              | DL <sub>50</sub>  | 9,8 Gy  | tiré de UNSCEAR                  |                        |                      | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | <i>Trifolium repens</i>                                  |                   | graines en dormance           | DL <sub>50</sub>  | 1,25 Gy   | tiré de UNSCEAR                  |                        |                      | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
|   | <i>Trifolium repens</i>                                  |                   | phase végétative              | DL <sub>50</sub>  | 243 Gy  | tiré de UNSCEAR                  |                        |                      | Sarapultsev et Geraskin (1993)                 |
| <b>Plantes<br/>aquatiques</b>             | Algue<br>( <i>Chlorella pyrenoidosa</i> )                |                   |                               | perte de synchronisme<br>dans la croissance des<br>cultures | 0,03-0,04 mGy•a <sup>-1</sup>                           |                                  |                        |                      | Chandorkar et al (1978)                        |
|   | Plantes aquatiques en général<br>(algues et macrophytes) |                   |                               |   |   |                                  |                        | 1 Gy•a <sup>-1</sup> | Environment Canada and<br>Health Canada (2001) |

Légende :

Gy = gray.

VCT = valeur critique de la toxicité.

RBE = efficacité relative biologique.

VESEO = valeur estimée sans effet observable.

ENEV = valeur estimée sans effet.

NOEL = niveau sans effet observé.

DL<sub>50</sub> = dose létale moyenne.

C = chronique.

A = aigu.

SA = subaigu.

SC = subchronique.

SL = subléthal.

ST = court terme (8-30 jours).

LRD = dose minimale observée.

SEXR = exposition unique aux RX.

**ANNEXE I**  
**CONCENTRATIONS DE RADIONUCLÉIDES MODÉLISÉES AVEC LE**  
**LOGICIEL IMPACT ET MESURÉES OU POSSIBLES DANS LES**  
**MÉDIAS ENVIRONNEMENTAUX OU D'EXPOSITION ET LES**  
**RÉCEPTEURS ÉCOLOGIQUES**

---



Tableau I-1

Matrice des concentrations de radionucléides modélisées par le logiciel IMPACT dans différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques (suite)

| Radionucléide     | Polygones utilisés dans le logiciel IMPACT |                      |                                    |                      |                  |                          |  |                                      |                             |                                |                             |                            |                           |                              |                     |  |                                |                            |                               |                                  |                      |                            |                                |                           |                                    |                              |
|-------------------|--|----------------------|------------------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|
|                   | Canal de rejet                             |                      | Milieu aquatique (Anse à Lemarier) |                      |                  |                          |  |                                      | Milieu agricole             |                                |                             |                            |                           |                              |                     |  | Milieu terrestre               |                            |                               |                                  |                      |                            |                                |                           |                                    |                              |
|                   | Eau<br>(Bq/L)                              | Sédiments<br>(Bq/kg) | Eau<br>(Bq/L)                      | Sédiments<br>(Bq/kg) | Carpe<br>(Bq/kg) | Grand brochet<br>(Bq/kg) | Phytoplancton/M<br>acrophytes<br>(Bq/kg) | Invertébrés<br>benthiques<br>(Bq/kg) | Air<br>extérieur<br>(Bq/m³) | Sol (loam)<br>ferme<br>(Bq/kg) | Bœuf<br>(viande)<br>(Bq/kg) | Vache<br>(lait)<br>(Bq/kg) | Poule<br>(œuf)<br>(Bq/kg) | Poule<br>(viande)<br>(Bq/kg) | Fourrage<br>(Bq/kg) | Légume à<br>feuilles ou à<br>fruits<br>(Bq/kg) | Légume à<br>racines<br>(Bq/kg) | Ver de<br>terre<br>(Bq/kg) | Couleuvre<br>rayée<br>(Bq/kg) | Grenouille<br>léopard<br>(Bq/kg) | Campagnol<br>(Bq/kg) | Raton<br>laveur<br>(Bq/kg) | Cerf de<br>Virginie<br>(Bq/kg) | Canard<br>noir<br>(Bq/kg) | Goéland à<br>bec cerclé<br>(Bq/kg) | Érable<br>argenté<br>(Bq/kg) |
| <sup>136</sup> I  | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,32E-07                    | 8,82E-10                       | 8,61E-07                    | 2,15E-07                   | 4,08E-07                  | 1,56E-09                     | 6,13E-07            | 6,12E-07                                       | 1,76E-11                       | 3,55E-13                   | 2,68E-12                      | 5,60E-13                         | 3,69E-10             | 1,66E-08                   | 9,50E-08                       | 5,98E-10                  | 5,91E-10                           | 1,08E-07                     |
| <sup>133</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,20E-03                    | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |
| <sup>135</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 6,71E-03                    | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |
| <sup>135</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 3,15E-02                    | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |
| <sup>136</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,90E-02                    | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |
| <sup>138</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,26E-01                    | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |
| <sup>137</sup> Cs | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 3,15E-08                    | 9,14E-12                       | 1,07E-07                    | 1,70E-08                   | 4,91E-09                  | 1,47E-07                     | 6,58E-09            | 6,57E-09                                       | 1,83E-12                       | 5,31E-15                   | 4,42E-13                      | 5,55E-14                         | 4,39E-11             | 2,10E-09                   | 1,24E-08                       | 7,90E-08                  | 7,81E-08                           | 1,34E-09                     |
| <sup>141</sup> La | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 2,56E-09                    | 5,44E-12                       | 8,81E-08                    | 2,64E-09                   | 2,25E-09                  | 2,99E-08                     | 3,87E-09            | 3,87E-09                                       | 1,09E-14                       | 1,11E-16                   | 3,22E-13                      | 3,80E-14                         | 3,09E-11             | 1,49E-09                   | 8,85E-09                       | 1,45E-08                  | 1,43E-08                           | 6,94E-10                     |
| <sup>142</sup> La | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 2,38E-09                    | 1,99E-12                       | 8,21E-08                    | 2,46E-09                   | 2,10E-09                  | 2,78E-08                     | 1,42E-09            | 1,42E-09                                       | 3,97E-15                       | 4,19E-17                   | 3,09E-13                      | 3,64E-14                         | 2,97E-11             | 1,43E-09                   | 8,51E-09                       | 1,39E-08                  | 1,38E-08                           | 2,63E-10                     |
| <sup>143</sup> Ce | 2,79E-02                                   | 8,52E-02             | 2,30E-06                           | 7,02E-06             | 2,53E-05         | 2,53E-05                 | 2,30E-04                                 | 1,27E-05                             | 2,41E-10                    | 4,30E-12                       | 2,46E-10                    | 3,71E-10                   | 3,47E-10                  | 8,47E-10                     | 2,82E-09            | 2,82E-09                                       | 8,60E-15                       | 8,63E-19                   | 8,82E-16                      | 1,54E-14                         | 2,62E-13             | 2,15E-11                   | 1,10E-10                       | 1,42E-09                  | 5,04E-09                           | 4,96E-10                     |
| <sup>155</sup> Eu | 3,89E-04                                   | 1,70E+00             | 2,70E-07                           | 1,18E-03             | 3,36E-06         | 3,36E-06                 | n.d.                                     | 3,86E-05                             | #N/A                        | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | 7,34E-17                      | 8,49E-12                         | 4,16E-12             | 2,81E-09                   | 2,02E-09                       | 2,29E-08                  | 1,23E-07                           | n.d.                         |
| <sup>156</sup> Eu | 2,71E-04                                   | 1,02E-02             | 1,12E-07                           | 4,23E-06             | 1,40E-06         | 1,40E-06                 | n.d.                                     | 8,30E-07                             | #N/A                        | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | 2,77E-18                      | 9,13E-14                         | 8,63E-13             | 8,51E-11                   | 4,19E-10                       | 9,27E-10                  | 2,55E-08                           | n.d.                         |
| <sup>181</sup> Hf | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,51E-10                    | 8,31E-11                       | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | 1,28E-08            | 1,46E-08                                       | 2,49E-13                       | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | 1,11E-07                     |
| <sup>230</sup> Ra | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,71E-08                    | 2,83E-06                       | 2,50E-08                    | 3,61E-08                   | 2,48E-08                  | 2,53E-08                     | 2,30E-06            | 2,24E-06                                       | 1,13E-07                       | 1,25E-10                   | 3,86E-14                      | 1,74E-13                         | 5,25E-11             | 1,99E-09                   | 1,20E-08                       | 3,46E-09                  | 8,63E-09                           | 1,54E-06                     |
| <sup>231</sup> Th | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                     | n.d.                                     | n.d.                                 | 1,71E-08                    | 2,85E-06                       | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | 2,02E-06            | 2,13E-06                                       | 2,85E-09                       | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | 9,98E-07                     |

n.d. : Non déterminé.





**Tableau I-2**  
**Matrice des concentrations maximales de radionucléides mesurées dans différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques**

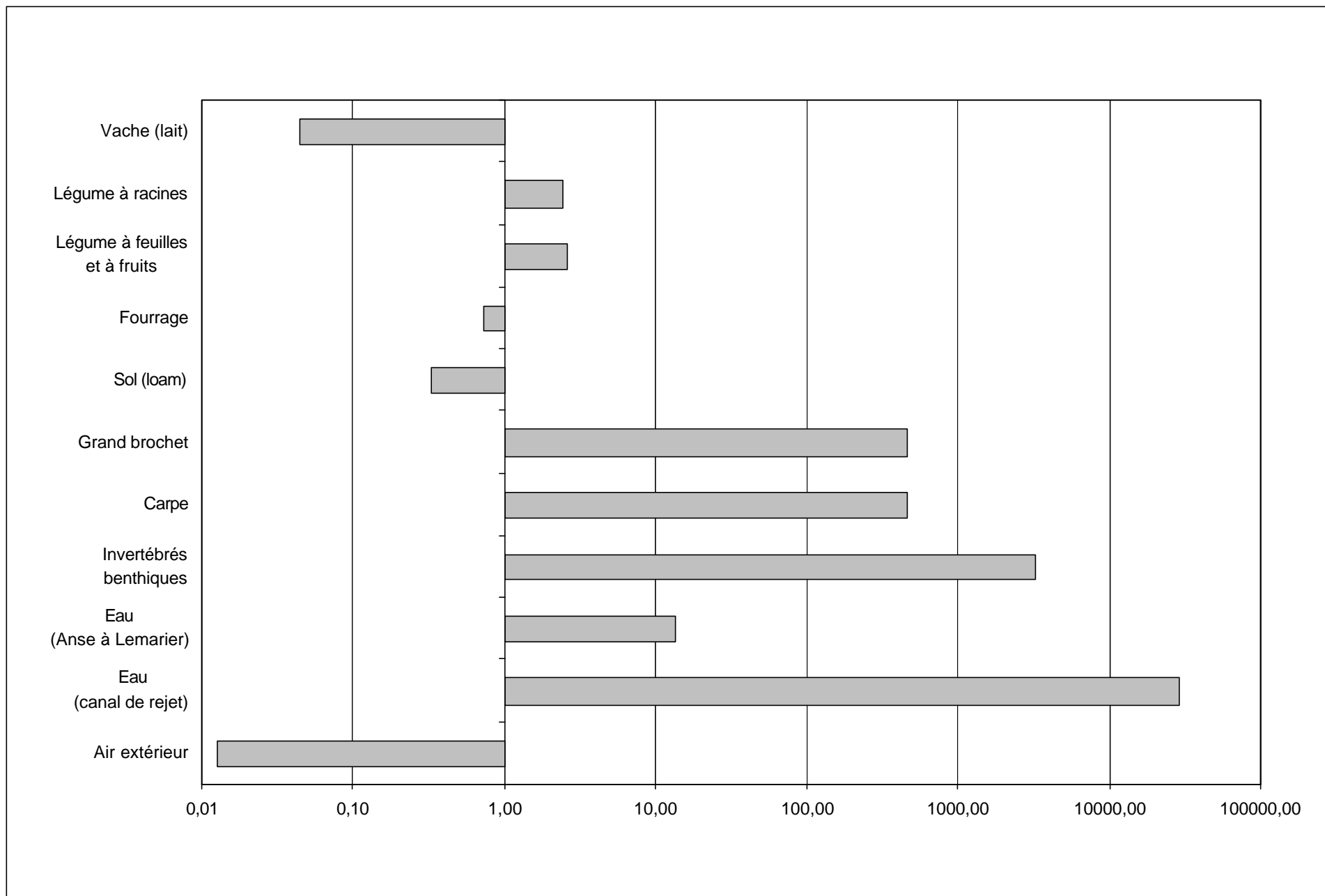
| Radionucléide     | Polygones utilisés dans le logiciel IMPACT |                      |                                    |                      |                  |                             |  |                                      |                                       |                                |                             |                            |                           |                              |                     |  |                                |                            |                               |                                  |                      |                            |                                |                           |                                    |                              |      |
|-------------------|--|----------------------|------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|------|
|                   | Canal de rejet                             |                      | Milieu aquatique (Anse à Lemarier) |                      |                  |                             |  |                                      | Milieu agricole                       |                                |                             |                            |                           |                              |                     |  |                                | Milieu terrestre           |                               |                                  |                      |                            |                                |                           |                                    |                              |      |
|                   | Eau<br>(Bq/L)                              | Sédiments<br>(Bq/kg) | Eau<br>(Bq/L)                      | Sédiments<br>(Bq/kg) | Carpe<br>(Bq/kg) | Grand<br>brochet<br>(Bq/kg) | Phytoplancton/<br>Macrophytes<br>(Bq/kg) | Invertébrés<br>benthiques<br>(Bq/kg) | Air<br>extérieur<br>Bq/m <sup>3</sup> | Sol (loam)<br>ferme<br>(Bq/kg) | Beuf<br>(viande)<br>(Bq/kg) | Vache<br>(lait)<br>(Bq/kg) | Poule<br>(œuf)<br>(Bq/kg) | Poule<br>(viande)<br>(Bq/kg) | Fourrage<br>(Bq/kg) | Légume à<br>feuilles ou à<br>fruits<br>(Bq/kg) | Légume à<br>racines<br>(Bq/kg) | Ver de<br>terre<br>(Bq/kg) | Couleuvre<br>rayée<br>(Bq/kg) | Grenouille<br>léopard<br>(Bq/kg) | Campagnol<br>(Bq/kg) | Raton<br>laveur<br>(Bq/kg) | Cerf de<br>Virginie<br>(Bq/kg) | Canard<br>noir<br>(Bq/kg) | Goéland à<br>bec cerclé<br>(Bq/kg) | Érable<br>argenté<br>(Bq/kg) |      |
| <sup>135</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         |      |
| <sup>138</sup> Xe | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>138</sup> Cs | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>141</sup> La | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>142</sup> La | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>143</sup> Ce | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>152</sup> Eu | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>154</sup> Eu | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>181</sup> Hf | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>226</sup> Ra | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |
| <sup>232</sup> Th | n.d.                                       | n.d.                 | n.d.                               | n.d.                 | n.d.             | n.d.                        | n.d.                                     | n.d.                                 | n.d.                                  | n.d.                           | n.d.                        | n.d.                       | n.d.                      | n.d.                         | n.d.                | n.d.   | n.d.                           | n.d.                       | n.d.                          | n.d.                             | n.d.                 | n.d.                       | n.d.                           | n.d.                      | n.d.                               | n.d.                         | n.d. |

n.d. : Non déterminé.

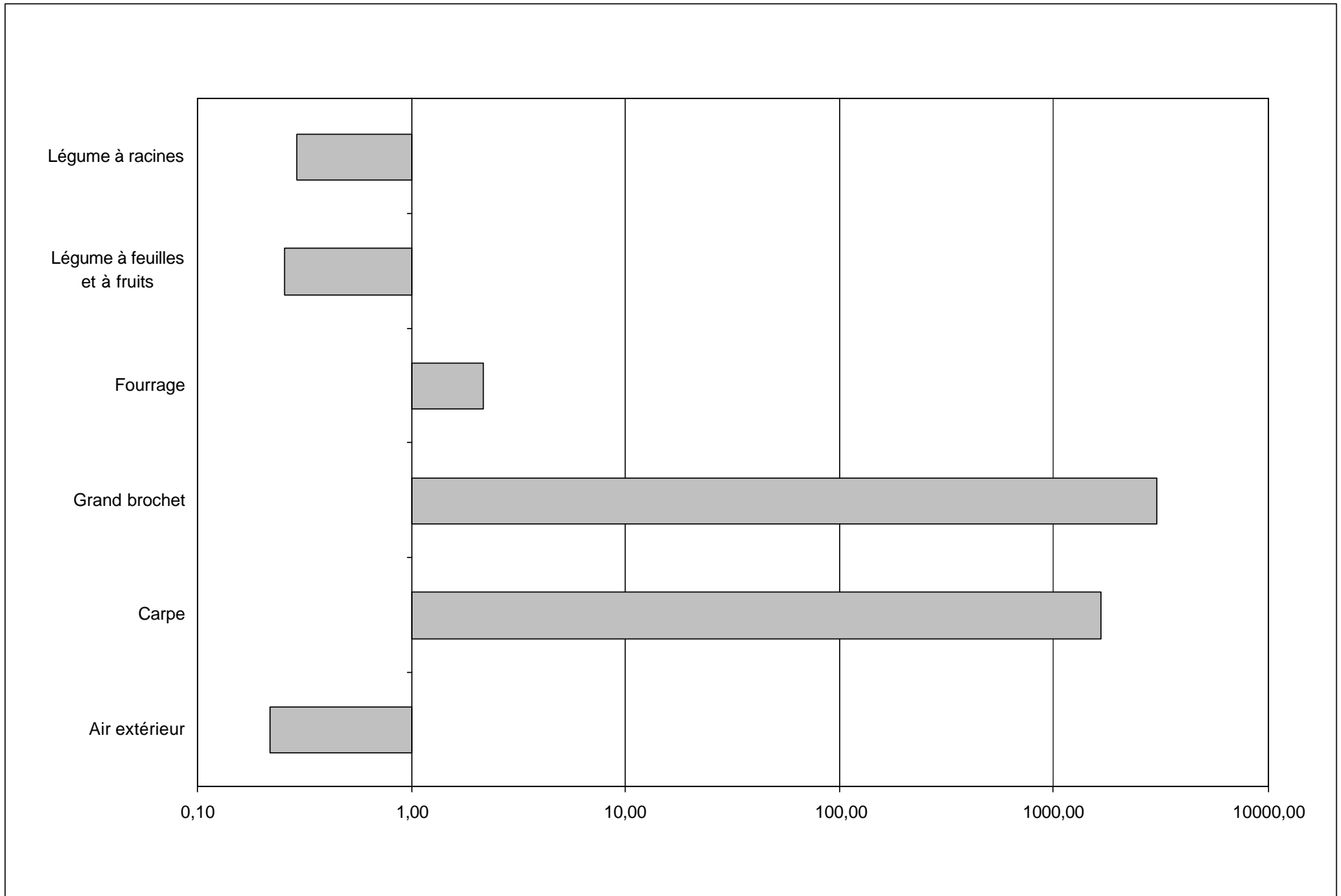




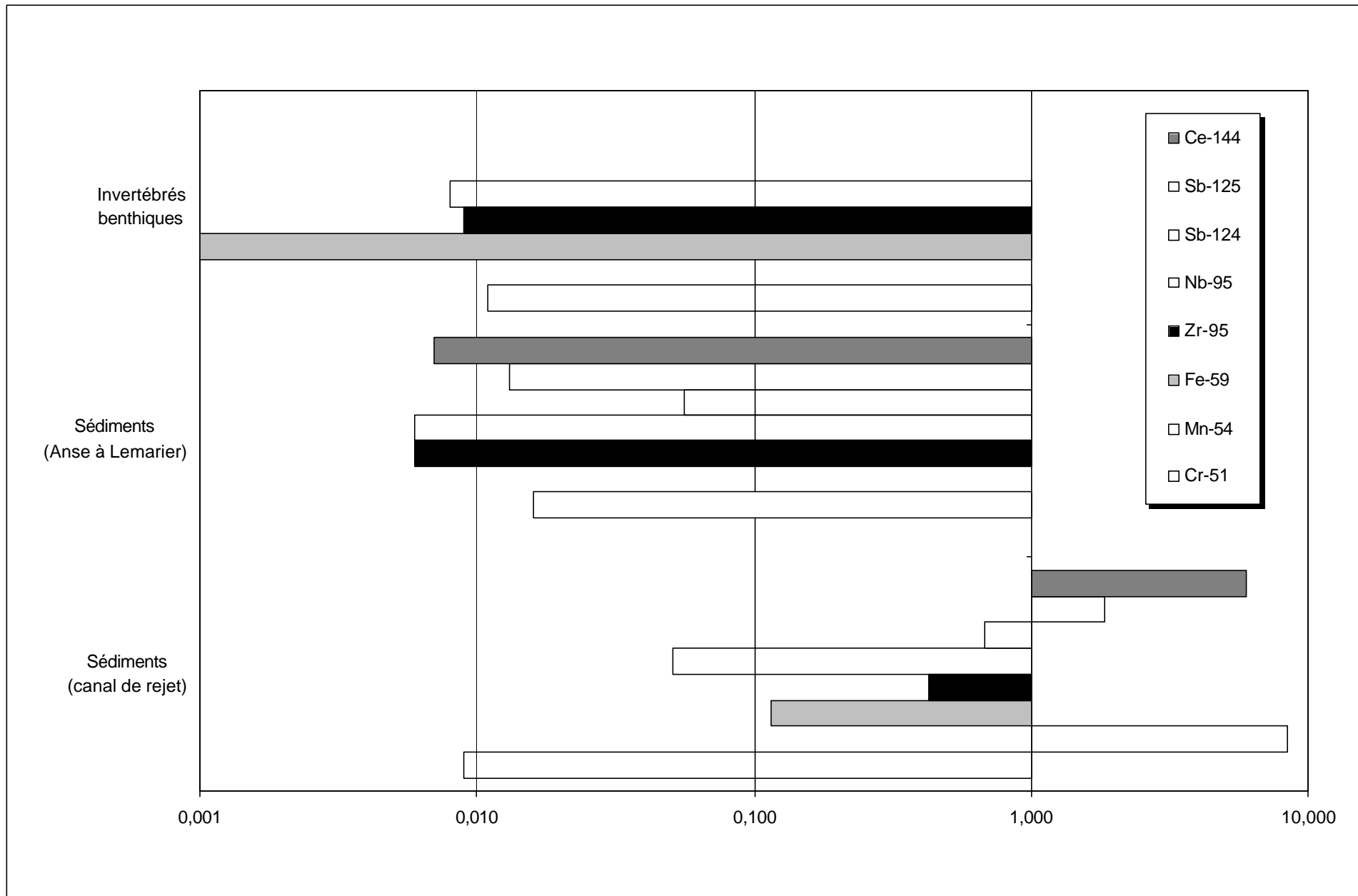
**Figure I-1 : Ratios des concentrations de radionucléides modélisées avec le logiciel IMPACT et mesurées au site de Gentilly pour différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques (tritium)**



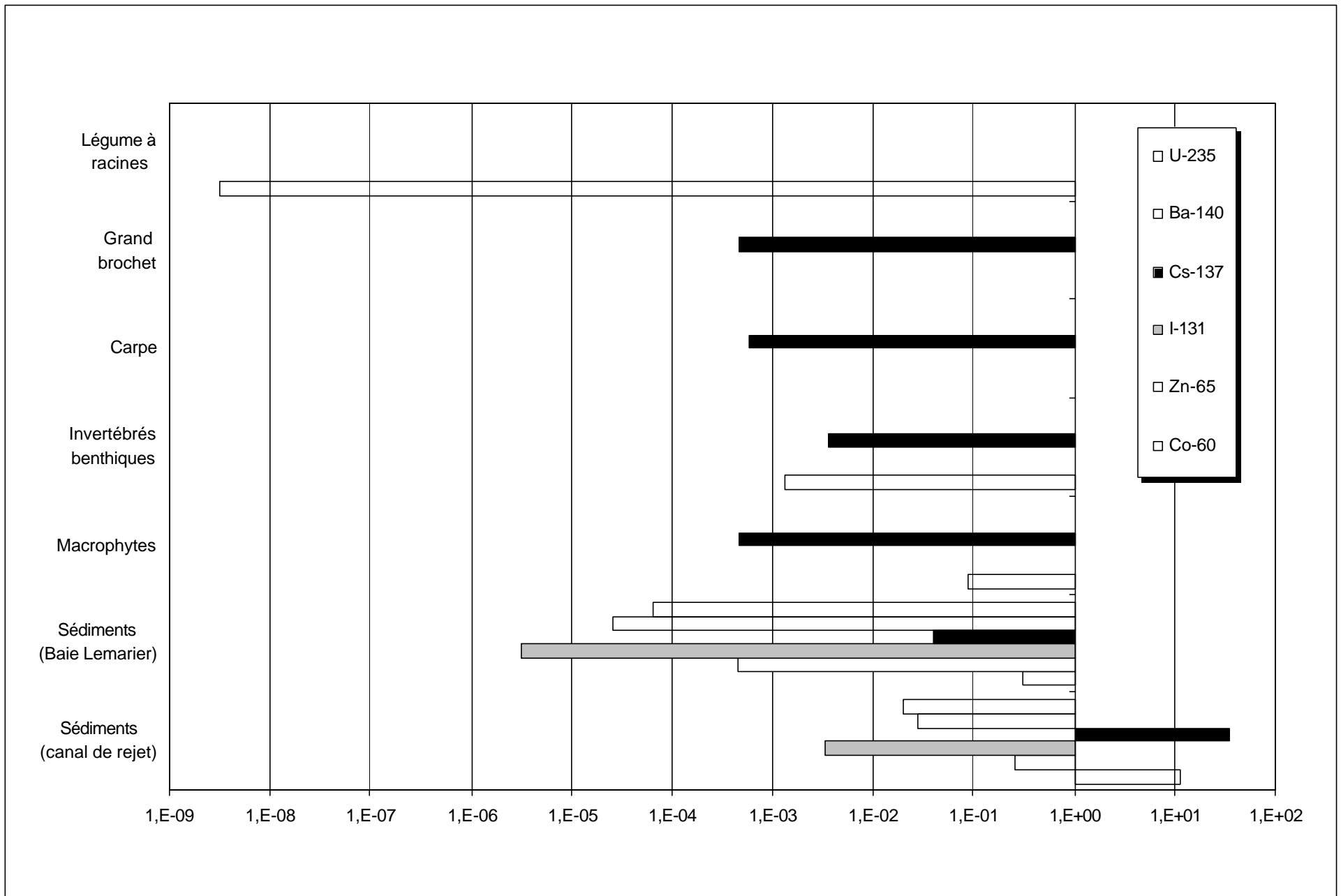
**Figure I-2 : Ratios des concentrations de radionucléides modélisées avec le logiciel IMPACT et mesurées au site de Gentilly pour différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques (<sup>14</sup>C)**



**Figure I-3 : Ratios des concentrations de radionucléides modélisés avec le logiciel IMPACT et mesurées au site de Gentilly pour différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques (<sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>59</sup>Fe, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, <sup>124</sup>Sb, <sup>125</sup>Sb, <sup>144</sup>Ce)**



**Figure I-4 : Ratios des concentrations de radionucléides modélisées avec le logiciel IMPACT et mesurées au site de Gentilly pour différents médias environnementaux ou d'exposition et récepteurs écologiques ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{235}\text{U}$ )**





**ANNEXE J**  
**CALCUL DE LA DOSE RADIOLOGIQUE TOTALE DU GRAND**  
**BROCHET À PARTIR DE CONCENTRATIONS MESURÉES DANS**  
**L'ORGANISME OU MODÉLISÉES PAR LE LOGICIEL IMPACT**

---

**Annexe J**  
**Calcul de la dose radiologique totale du grand brochet à partir de concentrations mesurées**  
**dans l'organisme ou modélisées par le logiciel IMPACT**

| Radionucléide        | FCD<br>(ingestion)<br>( $\mu\text{Gy/h}\cdot\text{kg/Bq}$ ) | Concentration<br>calculée par le<br>logiciel IMPACT<br>(Bq/kg) | Concentrations<br>mesurée ou<br>possible <sup>(a)</sup><br>(Bq/kg) | Dose calculée à partir des<br>concentrations modélisées<br>(IMPACT) |       | Dose calculée à partir des<br>concentrations modélisées<br>(IMPACT) et/ou mesurées |       |
|----------------------|---|--|--|---|-------|--|-------|
|                      |   |  |  | (Gy/a)  | (%)   | (Gy/a)   | (%)   |
| Tritium              | 9,86E-06  | 3,88E+04   | 85,0   | 3,35E-03  | 5 %   | 7,34E-06   | 1 %   |
| <sup>14</sup> C      | 2,85E-05  | 2,31E+05   | 76,0   | 5,77E-02  | 94 %  | 1,90E-05   | 2 %   |
| <sup>51</sup> Cr     | 2,11E-05  | 3,26E-01   | 2,0  | 6,04E-08  | < 1 % | 3,70E-07   | < 1 % |
| <sup>54</sup> Mn     | 4,84E-04  | 4,98E-02   | 0,4  | 2,11E-07  | < 1 % | 1,70E-06   | < 1 % |
| <sup>59</sup> Fe     |   | 1,18E-03   | 0,5  |   |       |  |       |
| <sup>60</sup> Co     | 1,49E-03  | 1,88E-02   | 0,3  | 2,46E-07  | < 1 % | 3,93E-06   | 1 %   |
| <sup>65</sup> Zn     |   | 4,33E-03   | 0,7  |   |       |  |       |
| <sup>85</sup> Kr     |   |  |  |   |       |  |       |
| <sup>88</sup> Kr     |   |  |  |   |       |  |       |
| <sup>89</sup> Sr     |   | 2,69E-02   |  |   |       |  |       |
| <sup>90</sup> Sr     | 1,13E-04  | 2,35E-02   |  | 2,33E-08  | < 1 % | 2,33E-08   | < 1 % |
| <sup>95</sup> Zr     | 4,93E-04  | 2,39E-02   | 0,7  | 1,03E-07  | < 1 % | 3,02E-06   | < 1 % |
| <sup>95</sup> Nb     | 4,68E-04  | 4,08E-02   | 0,5  | 1,67E-07  | < 1 % | 2,05E-06   | < 1 % |
| <sup>99</sup> Mo     |   | 2,44E-06   | 2,0  |   |       |  |       |
| <sup>103</sup> Ru    |   | 1,67E-05   | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>106</sup> Ru    | 6,39E-06  | 7,43E-07   | 2,2  | 4,16E-14  | < 1 % | 1,23E-07   | < 1 % |
| <sup>110</sup> Ag    |   | 9,03E-04   | 0,2  |   |       |  |       |
| <sup>124</sup> Sb    | 1,25E-03  | 1,88E+00   | 0,2  | 2,07E-05  | < 1 % | 2,20E-06   | < 1 % |
| <sup>125</sup> Sb    |   | 2,74E-02   | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>133</sup> Xe    |   |  |  |   |       |  |       |
| <sup>131</sup> I     | 3,28E-04  | 7,15E-04   | 0,6  | 2,06E-09  | < 1 % | 1,73E-06   | < 1 % |
| <sup>132</sup> I     |   |  | 1,0  |   |       |  |       |
| <sup>133</sup> I     |   |  | 5,0  |   |       |  |       |
| <sup>134</sup> I     |   |  | 0,3  |   |       |  |       |
| <sup>135</sup> I     |   |  | 1,0  |   |       |  |       |
| <sup>134</sup> Cs    | 9,89E-04  | 8,10E-05   | 0,6  | 7,02E-10  | < 1 % | 5,20E-06   | 1 %   |
| <sup>136</sup> Cs    |   | 1,84E-04   | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>137</sup> Cs    | 4,68E-04  | 1,38E-03   | 3,0  | 5,67E-09  | < 1 % | 1,23E-05   | 2 %   |
| <sup>140</sup> Ba    |   | 2,95E-07   | 0,3  |   |       |  |       |
| <sup>140</sup> La    |   | 4,20E-08   | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>141</sup> Ce    |   | 1,42E-03   | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>144</sup> Ce    |   | 8,09E-04   | 0,7  |   |       |  |       |
| <sup>154</sup> Eu    |   | 1,12E-05   | 2,0  |   |       |  |       |
| <sup>234</sup> U     | 2,81E-03  | 3,75E-05   |  | 9,23E-10  | < 1 % | 9,23E-10   | < 1 % |
| <sup>235</sup> U     | 2,69E-03  | 6,12E-07   | 0,1  | 1,44E-11  | < 1 % | 2,36E-06   | < 1 % |
| <sup>238</sup> U     | 2,46E-03  | 4,61E-05   |  | 9,96E-10  | < 1 % | 9,96E-10   | < 1 % |
| <sup>238</sup> Pu    | 3,23E-03  | 6,10E-05   |  | 1,73E-09  | < 1 % | 1,73E-09   | < 1 % |
| <sup>239</sup> Pu    | 3,01E-03  | 2,04E-04   |  | 5,38E-09  | < 1 % | 5,38E-09   | < 1 % |
| <sup>240</sup> Pu    | 3,02E-03  | 2,84E-04   |  | 7,53E-09  | < 1 % | 7,53E-09   | < 1 % |
| <sup>241</sup> Pu    | 3,09E-06  | 2,80E-02   |  | 7,58E-10  | < 1 % | 7,58E-10   | < 1 % |
| <sup>241</sup> Am    | 3,26E-03  | 2,22E-03   |  | 6,35E-08  | < 1 % | 6,35E-08   | < 1 % |
| <sup>243</sup> Am    |   | 5,74E-06   |  |   |       |  |       |
| <sup>242</sup> Cm    |   | 5,00E-10   |  |   |       |  |       |
| <sup>244</sup> Cm    |   | 4,42E-11   |  |   |       |  |       |
| <sup>40</sup> K      | 3,92E-04  |  | 180,0  |   |       | 6,19E-04   | 79 %  |
| <sup>85</sup> Kr (m) |   |  |  |   |       |  |       |
| <sup>87</sup> Kr     |   |  |  |   |       |  |       |
| <sup>86</sup> Rb     |   | 1,01E-04   | 4,0  |   |       |  |       |
| <sup>88</sup> Rb     |   |  | 2,0  |   |       |  |       |
| <sup>89</sup> Rb     |   |  | 0,6  |   |       |  |       |
| <sup>91</sup> Sr     |   |  | 1,0  |   |       |  |       |
| <sup>92</sup> Sr     |   |  | 0,6  |   |       |  |       |
| <sup>97</sup> Zr     |   |  | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>97</sup> Nb     |   |  | 0,2  |   |       |  |       |

**Annexe J**  
**Calcul de la dose radiologique totale du grand brochet à partir de concentrations mesurées**  
**dans l'organisme ou modélisées par le logiciel IMPACT**

| Radionucléide      | FCD<br>(ingestion)<br>( $\mu\text{Gy/h*kg/Bq}$ ) | Concentration<br>calculée par le<br>logiciel IMPACT<br>(Bq/kg) | Concentrations<br>mesurée ou<br>possible <sup>(a)</sup><br>(Bq/kg) | Dose calculée à partir des<br>concentrations modélisées<br>(IMPACT) |       | Dose calculée à partir des<br>concentrations modélisées<br>(IMPACT) et/ou mesurées |       |
|--------------------|--|--|--|---|-------|--|-------|
|                    |  |  |  | (Gy/a)  | (%)   | (Gy/a)   | (%)   |
| <sup>105</sup> Ru  |  |  | 0,6  |   |       |  |       |
| <sup>111</sup> Ag  |  | 2,58E-03   | 2,0  |   |       |  |       |
| <sup>130</sup> I   |  |  | 0,2  |   |       |  |       |
| <sup>131</sup> Xe  |  |  |  |   |       |  |       |
| <sup>133</sup> Xe  |  |  |  |   |       |  |       |
| <sup>135</sup> Xe  |  |  |  |   |       |  |       |
| <sup>135m</sup> Xe |  |  |  |   |       |  |       |
| <sup>138</sup> Xe  |  |  |  |   |       |  |       |
| <sup>138</sup> Cs  |  |  | 0,6  |   |       |  |       |
| <sup>141</sup> La  |  |  | 20,0   |   |       |  |       |
| <sup>142</sup> La  |  |  | 0,4  |   |       |  |       |
| <sup>143</sup> Ce  |  | 2,53E-05   | 4,0  |   |       |  |       |
| <sup>155</sup> Eu  |  | 3,36E-06   | 2,0  |   |       |  |       |
| <sup>156</sup> Eu  |  | 1,40E-06   | 6,0  |   |       |  |       |
| <sup>181</sup> Hf  |  |  | 0,2  |   |       |  |       |
| <sup>226</sup> Ra  | 2,81E-03   |  | 4,0  |   |       | 9,84E-05   | 13 %  |
| <sup>232</sup> Th  | 9,40E-02   |  |  |   |       |  |       |
| <b>TOTAL</b>       |  |  |  | 6,11E-02  | 100 % | 7,79E-04   | 100 % |

<sup>(a)</sup> : Voir les détails à l'annexe I.

***ANNEXE K***  
***LIMITATIONS GÉNÉRALES DU LOGICIEL IMPACT***

---

## **Annexe K**

### **General Limitations of IMPACT**

#### **K.1 Atmospheric Dispersion Model**

This atmospheric dispersion model (a simple Gaussian Plume model as in CSA (1998a) calculates the long-term average concentrations of contaminants in air at distances within approximately 20 km from the point of release. Short-term releases, such as those typical of accident scenarios are not appropriate for this model. A more suitable approach is described in CSA, 1998c. This model also does not account for heavier-than-air gases.

IMPACT treats multiple point sources as a single area source using the virtual setback distance approach. The virtual setback that is calculated when two or more sources exist is actually a function of stability class, whereas IMPACT calculates a single virtual setback, as described previously in this section.

When calculating airborne contaminant concentrations, a single surface roughness factor,  $Z_0$ , is used everywhere, regardless of the actual terrain the plume has travelled over to reach that point. This simplification may underestimate or overestimate airborne contaminant concentrations in polygons that are very flat or very uneven.

Atmospheric deposition to a specific area of interest (represented in IMPACT by a polygon) is assumed to take place at the polygon's centroid. For a long, linear river, this assumption may over- or under-estimate atmospheric loading rates at the far reaches of the river. If atmospheric deposition is an important process in your simulation, you should break long rivers into several shorter segments, each represented by its own polygon.

Note - It has been found in verification exercises conducted at Ontario Power Generation Facilities that the atmospheric dispersion models in IMPACT tend to over predict (by as much as two-fold) atmospheric concentrations of radionuclides in relatively close proximity to the point of release (i.e. within a few km). Current revisions of the IMPACT software will take into account factors such as plume buoyancy and building wake effects in efforts to enhance the accuracy of the atmospheric dispersion model.

#### **K.2 Aquatic Dispersion and Fate Models**

IMPACT currently uses a simple dilution model for simulation of aquatic dispersion. The limits on scale and accuracy are a function of the explicit understanding of net dilution experienced at the locations of interest.

Current reprogramming of IMPACT will incorporate more sophisticated models that account for various hydrodynamic aspects of the aquatic receiving environment (e.g. current speed and direction).

Because you cannot create more than one *Water Column* block in each *Surface Water* polygon, it is not possible to simulate lakes with different mixing layers, e.g. a meromictic layer at the bottom of a lake.

These *black box* models do not calculate discharges to aquatic pathways based on physical characteristics of the sources, such as ore grade for uranium mines or leaching rates for landfill sites. Specific modules which consider the hydrogeology and biogeochemistry of various sources are available for interfacing with the IMPACT model.

Certain assumptions are made in deriving the equation for calculating the volatilization form water constant,  $k$ . These assumptions were based on the original application of the equation to assessments involving household dwellings. It was assumed that the volume of water used in the facility is 720 L/day and the volume of air in the dwelling is 150 m<sup>3</sup>. If these assumptions are not appropriate, you are referred to the original reference (Andelman, 1990) for details on deriving a more site-specific value.

For the purposes of calculating hydraulic balances, precipitation is assumed to equal evaporation, therefore the net flux to the water column is zero.

Contaminant mass is not removed from the water column due to volatilization processes. This may be valid for radionuclides but will over-estimate the concentration of non-isotopes in the water column.

### **K.3 Attributes and Behaviour of Contaminants**

Some contaminants may have more than one effect on receptors, such as a radioactive isotope that is also toxic. In this case, you can define two different contaminants, one isotope and one toxic, with identical properties (e.g. “U238-isotope” and “U238-toxic”). In each source block where they are present, you would specify equal release rates for both contaminants, in the appropriate units (e.g. Bq/s for “U238-isotope” and mg/s for “U238-toxic”). Similarly, you would monitor the concentration, dose or risk from both contaminants to assess the separate effect they have. In most cases, IMPACT does not sum these effects to provide an estimate of overall effect. This must be calculated manually.

In IMPACT, radioactive decay is represented by establishing first-order reactions. Reactions can only have a single parent contaminant and a single daughter contaminant. If more than one daughter is produced from a reaction, you must include it as two separate reactions. There is no equivalent method for simulating a reaction with two parent contaminants.

You can also define media-specific ratio reactions (e.g. the formation of OBT from HTO) in certain media/receptors, but not for all media (i.e. not for *Terrestrial Animals*, *Aquatic Animals* or *Humans*).

## **K.4 Soil Fate and Transport Models**

The model incorporates only one soil *layer*, and does not account for differences in soil chemistry between horizons that may affect contaminant availability. Leaching processes are considered only as removal mechanisms, and do not concentrate contaminants in the lower soil horizons. If concentration in lower soil horizons is considered, these areas may eventually be exposed due to continuous erosion of the upper soil horizons.

There is no *Groundwater to Soil* pathway representing the upward flux of contaminants from groundwater into the vadose (unsaturated) zone (e.g. by volatilization). This may under-estimate the concentration of some contaminants in soil.

Contaminant mass is not removed from soil due to volatilization processes. This is conservative, as it may over-estimate the total mass remaining in the soil block.

Irrigation is assumed to occur continuously over the whole year. This assumption is approximately correct for soil concentrations but may underestimate the amount of irrigation water falling on plants. In this case, the plant *irrigation fraction* parameter should be increased to account for the reduced irrigation rate.

The basic principle of the model used to calculate the soil-to-air volatilization factor (*VF*) is applicable only if the soil contaminant concentration is at or below saturation. The model also assumes that the contaminant concentration in the soil is initially homogeneous from the soil surface to the water table, and that the contaminated material is not covered by contaminant-free material. Furthermore, because of physical disturbances (ploughing, rainfall, etc.) it is assumed that this initial homogeneous condition recurs every *T* years, where *T* is the turnover frequency parameter.

Ingrowth from re-suspended or volatilized contaminants is not modeled. For example, if a parent contaminant *A* decays to produce a daughter *B*, any *A* in re-suspended dust will not ingrow to *B*. The only source of *B* in re-suspended dust will be from *B* in the soil.

## **K.5 Groundwater Fate and Transport**

Sorbed contaminants are not removed by seepage to a groundwater pathway - only the dissolved fraction of the contaminant is removed. In some cases, it is possible that fine grained suspended particles could seep into an aquifer composed of fairly coarse geologic material.

The one-dimensional model neglects the process of transverse dispersion, which may be a significant attenuating mechanism for contaminants at low groundwater velocities where diffusion is the dominant process. In flow systems where advection is dominant, transverse dispersion is typically 10 to 100 times less than longitudinal dispersion, and the effect of this process becomes very small.

## K.6 Plant Fate and Transport Models

The equation used to calculate the uptake of contaminants from soil through the roots uses empirical values of plant:soil concentration ratios ( $B_v$ ), which are derived from observations in a wide variety of soil conditions. The  $B_v$  values indirectly incorporate complex processes such as the action of root enzymes on increasing the mobility of sorbed contaminants in the soil. These parameters do not, however, take into account the effect of soil pH and organic matter content on the uptake of a contaminant. A single  $B_v$  value is used for all soil types.

The relationship between the concentration of contaminants in aquatic plants and the water column is described by a bioconcentration factor. This relationship may not accurately predict the uptake of contaminants from sediments via the plant roots if non-equilibrium conditions exist between the sediment and water column layers. This is usually not the case, as equilibrium is usually maintained by diffusion unless there is a direct contaminant flux into either of these layers (e.g. groundwater discharge).

## K.7 Animal Fate and Transport Models

Concentrations of various contaminants in individual organs (e.g. bone, muscle, liver) are not calculated for terrestrial animals. Equally, no differentiation is made between various fish tissues (e.g. skin, flesh, bone) in this version of the IMPACT model. This could be locally important if specific animal tissues are preferentially consumed.

The surface area of skin that is exposed to sediment dermal contact for terrestrial animals is assumed to be the same as the area specified for soil dermal contact.

There is no *Air to Aquatic Animal* pathway in the IMPACT model, which may be significant for certain types of amphibious animals exposed to airborne contaminants (e.g. frogs and other amphibians).

For fish, many so-called *bioconcentration factors* in the literature are based on empirically derived data and already include biomagnification. The use of BCFs in the IMPACT model may thus lead to contaminant uptake that is higher than may actually occur.



***ANNEXE L***  
***IMPACTS POTENTIELS DU***  
***REJET THERMIQUE SUR LES POISSONS***

---

## Annexe L

### Impacts potentiels du rejet thermique sur les poissons

#### L.1 Effets de la température sur les poissons

De façon générale, la littérature révèle que selon l'espèce et le stade du cycle vital, les effets d'un stress thermique sur les poissons sont létaux en dehors des limites de tolérance (limites à l'intérieur desquelles peut subsister un organisme vivant) ou inhibiteurs à l'intérieur de celles-ci. Chez les poissons, les réponses des différentes espèces exposées à un stress thermique incluent, en plus des ajustements au niveau des processus métaboliques, des modifications dans le taux de croissance, la reproduction, la migration, la distribution, le comportement et le taux d'alimentation des individus (CCMRE, 1987). De toute évidence, lors de leur mise en opération, les rejets d'eau chaude peuvent causer des répercussions positives ou négatives importantes sur les communautés de poissons qui doivent s'adapter à ce nouvel environnement. Les interactions entre les facteurs en cause sont très complexes (biologie de l'espèce, habitat, intensité du rejet, morphologie du milieu, etc.) mais il est généralement admis que les populations touchées atteignent un nouvel équilibre après un certain nombre d'années.

#### L.2 Impacts potentiels du rejet thermique de la centrale de Gentilly-2

Sous des conditions normales d'opération, le rejet thermique de la centrale de Gentilly-2 crée un panache de dispersion dans lequel la température de l'eau varie, par rapport à la température de l'eau du canal d'amenée, au plus de +12 °C pour un débit évacué de près de 30 m<sup>3</sup>/s (Aménatech, 1993). La portion chaude du panache (noyau) s'étale sur une distance d'au plus 600 m en aval du canal de rejet tandis qu'un faible gradient thermique (environ +2 °C) persiste sur plusieurs kilomètres. La stratification thermique des eaux du panache est perceptible jusqu'à environ 1 km en aval du canal de rejet (figure L-1).

Plusieurs études ichtyologiques ont été réalisées dans les environs immédiats du site, principalement dans le but d'évaluer les effets du rejet thermique sur les populations de poissons. Ainsi, dans la zone d'étude rapprochée, 56 espèces de poissons ont été capturées lors des diverses études (voir le tableau C-6 de l'annexe C) (Couture et coll., 1976 ; Cherradi, 1987 ; Lamontagne et autres, 1988 ; Poiré et Pelletier, 1998 ; GDG Conseil, 1999 ; Vincent et autres, non daté). Il semble que l'élévation de la température attire certaines espèces de poissons, notamment les chevaliers, la barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), la marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*) et la couette (*Carpiodes cyprinus*), qui fréquentent de préférence le canal de rejet. L'augmentation de la température peut aussi avoir des effets sur la reproduction de certaines espèces. Dans le cas du grand brochet, une étude rapporte une maturation plus rapide des gonades chez les individus qui fréquentent le canal de rejet. La période de reproduction du brochet serait ainsi devancée de deux semaines. Toutefois,

le canal de rejet ne constitue pas un site de fraye pour cette espèce (Armellin et Mousseau, 1998).

Sous ces conditions, il apparaît donc peu probable que la pérennité des populations de poissons fréquentant le tronçon du fleuve Saint-Laurent à la hauteur du site de Gentilly soit compromise en raison des considérations exposées ci-après :

- La faune ichthyenne du secteur est principalement composée d'espèces d'eau fraîche (préférendum thermique final compris entre 18 et 26 °C) et d'eau chaude (préférendum thermique final > 26 °C) qui démontrent, pour la plupart, des températures optimales pour la croissance supérieures à 20 °C (Laplante, 1981, Lacasse et Magnan, 1993). Le préférendum thermique (ou préférendum final) constitue la température ou l'étroite plage de températures à l'intérieur de laquelle les individus d'une espèce de poissons se regrouperont éventuellement, peu importe leur expérience thermique antérieure. Il constitue un indice permettant de cibler la plage de température de l'eau dans laquelle une espèce est susceptible d'être rencontrée en milieu naturel. Selon la période de l'année, il est démontré que certains poissons fréquentent préférentiellement le canal de rejet. Par ailleurs, d'autres études rapportent que les effluents d'eau chaude des centrales thermiques et nucléaires peuvent être fréquentés par différentes espèces de poissons. En effet, l'étude de Cooke et McKinley (1999) indique qu'un nombre élevé de carpes du lac Érié utilisaient le canal de rejet de la centrale de Nanticoke pendant la période hivernale.
- Les poissons dont le préférendum thermique se situe à des températures plus basses pourront éviter la zone de rejet d'eau chaude en tout temps. À ce propos, l'étude de Tufescu et Tufescu (1996) a permis d'observer que les éperlans arc-en-ciel (espèce d'eau froide) du lac Ontario évitaient les effluents d'eau chaude de la centrale nucléaire de Pickering. De façon générale, un poisson exposé à un environnement présentant un gradient de température tendra à choisir les secteurs dont le régime thermique correspond au préférendum thermique de l'espèce.
- Le rejet d'eau chaude n'entraînera pas de changements brusques de la température de l'eau en saison froide. En effet, les rejets d'eau chaude émis lors de l'opération de la centrale se feront en continu en période hivernale.
- Dans le cadre des conditions d'opérations normales, la température de l'eau à la sortie du canal de rejet demeurera en deçà des températures létales supérieures des espèces de poissons présentes dans le tronçon du fleuve, ce qui permettra d'éviter la mort des poissons par choc thermique.
- Selon les inventaires disponibles, une seule frayère répertoriée dans le secteur immédiat du site de Gentilly risque d'être affectée par le rejet d'eau chaude. Il s'agit d'une frayère à grand brochet située à environ 1 km en aval du canal de rejet. Toutefois, il est peu probable que l'influence du rejet d'eau chaude entraîne un impact négatif significatif sur l'espèce puisqu'à cet endroit le gradient thermique est d'environ + 2 °C seulement. Par comparaison aux variations naturelles de température, il est peu probable que ce faible gradient thermique entraîne une mortalité accrue du frai.

En considération de ce qui précède, il est raisonnable de penser que les effets appréhendés du rejet thermique de la centrale de Gentilly-2 ne remettront pas en cause la pérennité des populations de poissons fréquentant le tronçon du fleuve Saint-Laurent dans le secteur de Gentilly.

### **L.3 Références**

- Aménatech Inc. (1993). Suivi du rejet thermique de la centrale nucléaire Gentilly-2, Volumes 1 et 2. Hydro-Québec, région Mauricie.
- Armellin, A. et P. Mousseau (1998). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Trois-Rivières-Bécancour. Zones d'intervention prioritaire 12 et 13., Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique : 256.
- Cherradi, M. (1987). Étude de l'abondance et de la diversité des poissons du fleuve Saint-Laurent dans le secteur de la centrale nucléaire de Gentilly. Québec, Université du Québec: 119 p.
- Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE) (1987). Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux du Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, Environnement Canada, Ottawa.
- Cooke, S. J., and R.S. McKinley (1999). Winter Residency and Activity Patterns of Channel Catfish, *Ictalurus Punctatus* (Rafinesque), and Common Carp, *Cyprinus Carpio* L., in a Thermal Discharge Canal. Fisheries Management and Ecology Vol. 6: p. 515-526.
- Couture, R., J. Laperrière et G. Vaillancourt (1976). Secteur du fleuve Saint-Laurent, région du complexe nucléaire Gentilly 1975-1976, Études ichtyologiques. Université du Québec à Trois-Rivières: 130 p.
- GDG Conseil inc. (1999). Étude sur les poissons lors de l'arrêt du réacteur de la centrale de Gentilly en avril 1999, Hydro-Québec, centrale de Gentilly.
- Lacasse, S. et P. Magnan (1993). Distribution post-glaciaire des poissons dans le bassin hydrographique du fleuve Saint-Laurent : impact des interventions humaines, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la gestion des espèces et des habitats, 68 p. + 3 annexes.
- Lamontagne, D., G. Vaillancourt, R. Couture et Y. Mailhot (1988). Synthèse des études ichtyologiques réalisées dans le secteur de Gentilly. Trois-Rivières-Ouest, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Trois-Rivières, Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la faune et Université du Québec à Trois-Rivières, Laboratoire de recherches sur les communautés aquatiques.

- Laplante, G. (1981). Importance hivernale de la rivière Magog pour la sauvagine, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction des opérations régionales, 76 p.
- Poiré, Y. et G. Pelletier (1998). Rapport de l'étude exploratoire sur la mortalité de poissons dans le canal de rejet de la centrale de Gentilly en 1998, Hydro-Québec, Centrale de Gentilly.
- Tufescu, M. V. A., and T.V. Tufescu (1996). Ratios of Expected Values (REX), a Method for Impact Evaluation of Thermal Discharges on the Fish Community in the Pickering Littoral Waters of Lake Ontario. *Hydrobiologia* Vol. 328: p. 75-83.
- Vincent, B., G. Vaillancourt, R. Couture et E. Lacoursière (Non daté). Le peuplement des invertébrés du fleuve Saint-Laurent près des installations nucléaires de Gentilly (Québec). Travail effectué pour Énergie Atomique du Canada Limité, division Usine d'Eau Lourde. Département Chimie-Biologie, Groupe de Recherche Thermopol, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec : 40 p.

***DOSSIER CARTOGRAPHIQUE***

---



