

Evaluation des risques sanitaires liés au fluor-18

L'analyse de risque a été réalisée en s'appuyant sur l'étude d'impact environnemental fournie par CURIUM pour son site de Nancy-Brabois, réalisée en Juillet 2019 par la société ARIA Technologie.

1. Comparaison des emplacements de l'émissaire de la société Curium et l'émissaire du GIE Nancyclotep :

1.1. Situation de l'émissaire de Curium et définitions du taux de rejet.



Figure 1 : émissaire de la société CURIUM sur le site du CHRU de Brabois

Le Flux à l'émission en fluor 18 de Curium est de 1200 GBq/an

1.2. Situation de l'émissaire de Nancyclotep et définitions du taux de rejet.

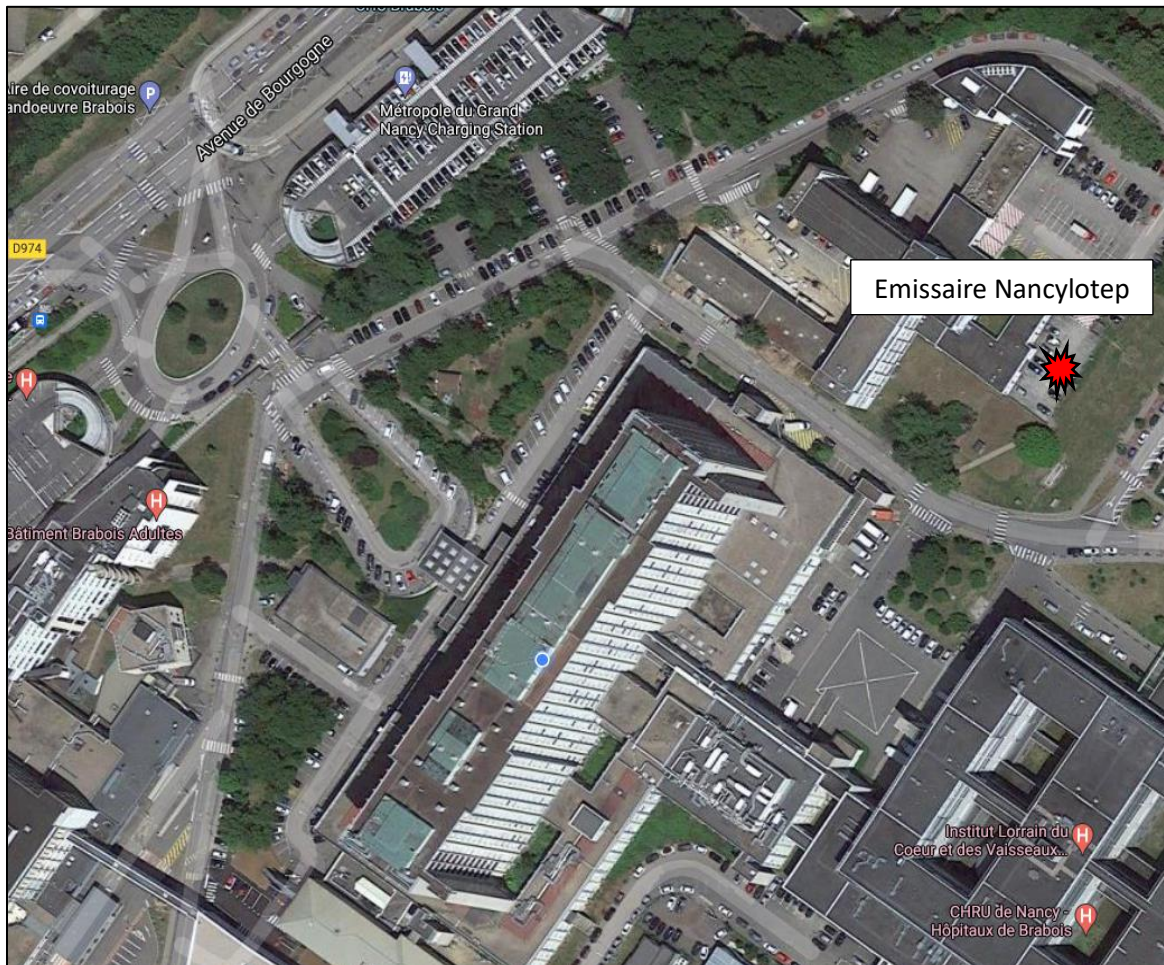


Figure 2 : émissaire du GIE NANCYCLOTEP sur le site du CHRU de Brabois

Dans notre demande ASN, nous revendiquons un flux à l'émission en fluor 18 de **100 GBq/an**, soit 1/12 du taux de CURIUM.

1.3. Pourquoi se baser sur l'étude curium ?

Nous avons choisi de reprendre l'étude d'impact réalisée pour l'entreprise CURIUM pour plusieurs raisons.

La distance.

Premièrement, la distance entre l'émissaire de rejet CURIUM et l'émissaire de rejet NANCYCLOTEP est de **236m**.

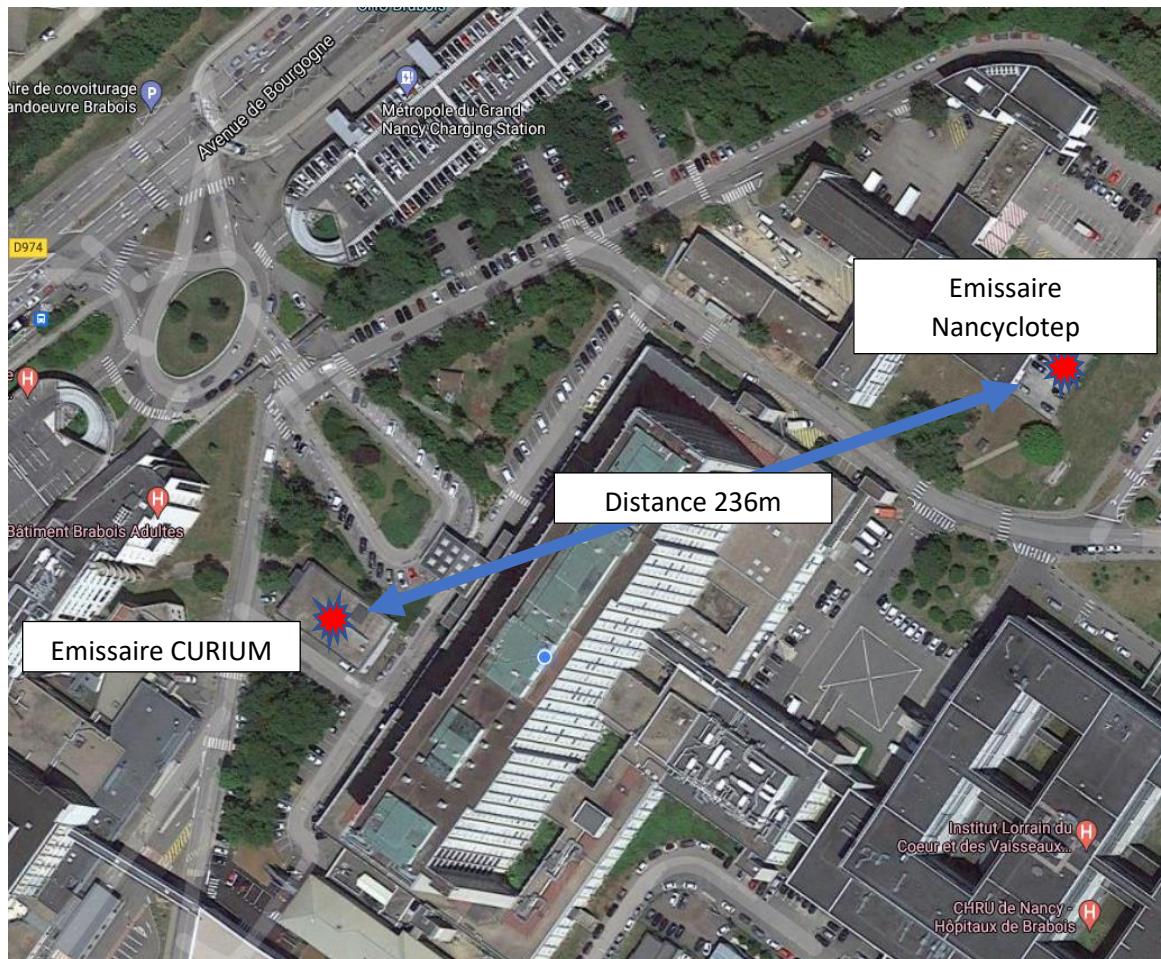


Figure 3 : Positionnement des émissaires Curium et Nancyclotep sur le site du CHRU de Brabois

Le domaine d'étude

Figure 4 : Domaine d'étude pour la société Curium.



Dans l'étude Curium, le domaine d'étude retenu est un carré de 2 km de côté centré sur le site Cisbio de Nancy. En considérant un déplacement de 236 m de ce carré, nous constatons que les zones IRIS, la population sensible, les équipements sportifs, les usages autour du site (agricole, activités de loisirs, points d'eau) sont identiques.

Concernant la dispersion atmosphérique et les données topographiques (météorologie etc...), nous pouvons également considérer qu'elles sont quasi identiques. **Néanmoins, afin d'adapter l'environnement de l'étude Curium réalisée par ARIA à notre situation géographique, nous avons décidé de mimer dans une hypothèse sécuritaire nos points cibles (20 m de notre émissaire) alors que les distances réelles sont plus importantes comme décrit dans la suite de ce document. De plus, afin d'avoir une estimation de l'impact sanitaire la plus sécuritaire, nous avons décidé d'établir un facteur pénalisant de 2, dans l'ensemble de nos calculs. Ainsi, en plus d'une distance minimisée, nous surestimons d'un facteur 2 l'impact de nos rejets.**

Les données ainsi estimées dans la suite du document sont donc surévaluées afin d'avoir une estimation de l'impact sanitaire la plus sécuritaire possible.

1.4. Les points cibles retenus

Dans l'étude CURIUM, 8 points cibles avaient été retenus.

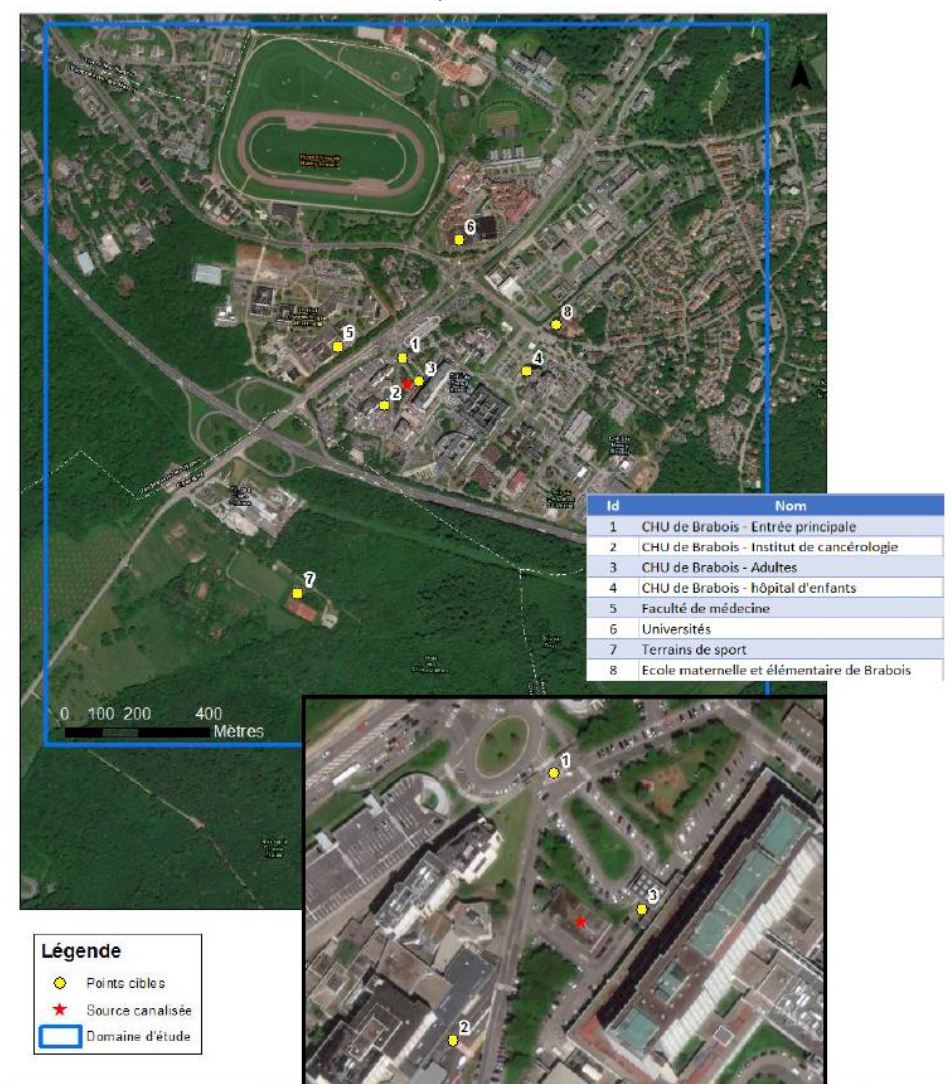


Figure 5 : Points cibles – étude Curium

Dans le cadre de l'activité de NANCYCLOTEP, les points cibles sont identiques (Figure 6) à ceux identifiés pour le site Curium (Figure 5) mais les distances sont différentes (Tableau 1).

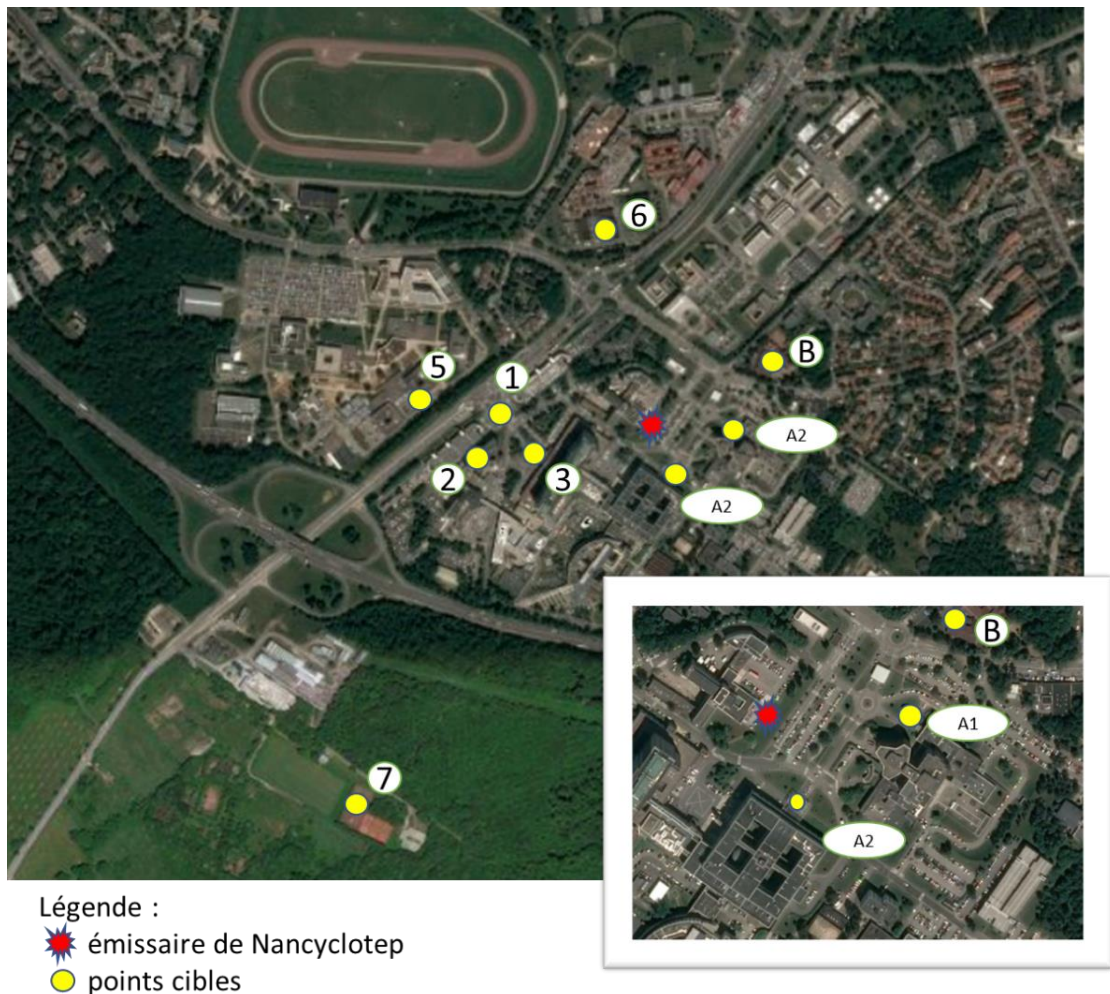


Figure 6 : localisation des points cibles- émissaire de NANCYCLOTEP

Tableau 1 - Distance entre les différents points cible et les émissaires NANCYCLOTEP

Points cibles		Distance avec l'émissaire Nancyclotep (mètre)	Distance avec l'émissaire Curium (mètre)
1	CHU de Brabois – Entrée Principale	250	67
2	CHU de Brabois – Institut de cancérologie	350	99
3	CHU de Brabois – Adultes	220	20
4 – A2	CHU de Brabois - hôpital d'enfants	145	336
5	Faculté de médecine	430	206
6	Universités	310	400
7	Terrains de sport	860	673
8 - B	Ecole maternelle et élémentaire de Brabois	239	472

Pour nos calculs d'exposition de dose, nous avons défini les 3 zones d'exposition selon les considérations suivantes :

- **La zone la plus exposée** (le long du bâtiment Nancyclotep – point émissaire Nancyclotep), notre émissaire se situe sur le toit dans une configuration identique à celle de Curium, soumis aux mêmes conditions climatiques (vent etc..) Nous pouvons donc nous baser sur l'étude d'impact de Curium.
- **La zone habitée la plus exposée** : CHU de Brabois hôpital d'enfant (point A1) ou Entrée bâtiment Centre Alexis Vautrin (A2). Ces deux bâtiments sont équidistants de l'émissaire de Nancyclotep.
L'émissaire de Curium se situe à **20 m** de la zone habitée la plus exposée soit le CHU de Brabois entrée adulte (point 3).
L'émissaire de Nancyclotep se situe à **145 m** de la zone habitée la plus exposée soit l'hôpital d'enfant (A1) ou entrée centre Alexis Vautrin (A2).
Pour nos calculs d'exposition, nous avons proratisé par rapport à notre taux de rejet déclaré (1/12eme de celui de Curium). Nous n'avons pas inclus la distance de 145m mais retenu la distance de 20m comme pour Curium. Au final, les données issues de ces calculs sont surestimées par rapport à la réalité puisque nous avons considéré que la zone habitée la plus exposée était à 20m (comme Curium) et non 145m comme dans la réalité.
- **Pour l'école la proche**, l'étude CURIUM avait pris comme référence l'école maternelle et élémentaire de Brabois (Point B – Point 8). Notre émissaire est plus proche de ce point (239 m) que celui de CURIUM (472 m). Pour estimer les doses d'exposition, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable en estimant une exposition identique à la zone habitée la plus exposée. Nos calculs seront surestimés, car l'école maternelle se trouve plus loin que la zone habitée la plus exposée.

2. Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol

2.1. Principes des calculs

Les concentrations ont été estimées en prenant les conditions les plus défavorables.

Points cibles plus proches de l'émissaire de Curium

Lorsque les points cibles sont plus proches que l'émissaire de Curium que de l'émissaire de Nancyclotep (point 1,2 ,3, 5 et 7 de la figure 6 et tableau 1), un calcul proportionnel a été réalisé en tenant compte de la quantité de rejet déclarée :

$$C[18F]nct = 2x C[18F]curium \times \frac{Anct}{Acurium}$$

Formule de calcul

Anct = 100 GBq/an et Acurium = 1200 GBq/an

NB : Un facteur pénalisant de 2 est appliqué

Points cibles plus proches de l'émissaire de NANCYCLOTEP.

Lorsque les points cibles sont plus proches que l'émissaire de Nancyclotep que de l'émissaire de Curium (point 4/A2, 6, 8/B de la figure 6 et du tableau 1), nous nous sommes appuyés sur les valeurs des points cibles de Curium comparables aux points cibles les plus proches de l'émissaire Nancyclotep en tenant compte de la distance et de l'orientation.

Ainsi, nous avons retenu les valeurs suivantes :

- Pour le point 4/A2 (la zone habitée la plus exposée) se situant à 145 m à l'est de l'émissaire Nancyclotep, nous avons pris les valeurs du point cible 3 se situant à 20 m à l'est de l'émissaire Curium (la zone habitée la plus exposée) que nous avons pondéré par les valeurs de rejet. Les valeurs calculées sont donc surévaluées.
- Pour le point 6 se situant à 310 m au nord-ouest de l'émissaire Nancyclotep, nous avons pris les valeurs pour le point 1 se situant à 67 m au nord-ouest de l'émissaire Curium que nous avons pondéré par les valeurs de rejet. Les valeurs calculées sont donc surévaluées.
- Pour le point 8/B (l'école la plus proche) se situant à 239 m au nord-est de l'émissaire Nancyclotep, nous avons pris les valeurs pour le point 3 se situant à 20 m à l'Est de l'émissaire Curium que nous avons pondéré par les valeurs de rejet. Les valeurs calculées sont donc surévaluées.

Ce choix nous permet de tenir compte de la situation la plus défavorable.

2.2. Concentrations annuelles en Fluor 18 dans l'air

Données Curium

5.2.3 Concentrations en moyenne annuelle

Le Tableau 8 présente les valeurs calculées en moyenne annuelle en fluor 18 exprimée en Bq/m³ pour la configuration retenue au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. Figure 21) et au niveau de la zone la plus exposée du domaine d'étude (zones le long du bâtiment CISBIO au nord et au sud).

Tableau 8 : concentrations en moyenne annuelle en fluor 18 (Bq/m³)

Concentrations en moyenne annuelle			Fluor 18 (en Bq/m ³)
Points cibles	1	CHU de Brabois - Entrée principale	0.33
	2	CHU de Brabois - Institut de cancérologie	0.80
	3	CHU de Brabois - Adultes	0.23
	4	CHU de Brabois - hôpital d'enfants	0.02
	5	Faculté de médecine	0.04
	6	Universités	0.01
	7	Terrains de sport	0.01
	8	Ecole maternelle et élémentaire de Brabois	0.01
Point le plus exposé de la zone d'étude (le long du bâtiment CISBIO au nord et au sud)			2.78

La Figure 22 présente la carte de concentration en moyenne annuelle calculée au niveau du sol sur le domaine d'étude pour le fluor 18. Les aplats colorés montrent les zones où les concentrations au niveau du sol sont comprises entre deux valeurs, par exemple, les zones en « bleu clair » correspondent à des concentrations en fluor 18 comprises entre 0,05 et 0,10 Bq/m³. Les cartographies montrent que les concentrations les plus élevées sont situées de part et d'autre du bâtiment CISBIO au nord et au sud le long du bâtiment, et diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site.

Données estimées pour Nancyclotep

Les données ont été estimées proportionnelles par rapport à celles de Curium.

Tableau 2 : concentrations en moyenne annuelle en fluor 18 (Bq/m³) :

Concentrations en moyenne annuelle			Fluor 18 (en Bq/m ³)
Points cibles	1	CHU de Brabois - Entrée principale *	0.056
	2	CHU de Brabois - Institut de cancérologie*	0.134
	3	CHU de Brabois – Adultes*	0.038
	4	CHU de Brabois - hôpital d'enfant #	0.038
	5	Faculté de médecine*	0.006
	6	Universités **	0.056
	7	Terrains de sport*	0.002
	8	Ecole maternelle et élémentaire de Brabois #	0.038
Point le plus exposé de la zone d'étude (le long du bâtiment NANCYCLOTEP au nord et au sud)*			0.464

* calculée selon Formule

donnée estimée à partir du point n°3 entrée adultes Brabois de Curium et calculée proportionnellement selon la formule

** donnée estimée à partir du point n°1 entrée principale CHU Brabois de Curium et calculé proportionnellement selon la formule

2.3. Dépôts totaux annuels au sol

Données fournies par CURIUM :

Tableau 9 : dépôts totaux au sol moyens annuels

Dépôts totaux sur le sol		Fluor 18 (en Bq/m ² /s)	Fluor 18 (en Bq/m ² au bout d'un an)	
Points cibles	1	CHU de Brabois - Entrée principale	3.0E-03	28.0
	2	CHU de Brabois - Institut de cancérologie	6.0E-03	57.1
	3	CHU de Brabois - Adultes	3.7E-03	35.1
	4	CHU de Brabois - hôpital d'enfants	2.4E-04	2.3
	5	Faculté de médecine	3.0E-04	2.9
	6	Universités	1.6E-04	1.5
	7	Terrains de sport	9.0E-05	0.9
	8	Ecole maternelle et élémentaire de Brabois	1.6E-04	1.5
Point le plus exposé du domaine d'étude (le long du bâtiment CISBIO au nord et au sud)		1.7E-01	1638.8	

Données calculées proportionnellement pour Nancyclotep

Tableau 3 : dépôts totaux au sol moyens annuels

Dépôts totaux sur le sol		Fluor 18 (en Bq/m ² /s)	Fluor 18 (en Bq/m ³ au bout d'un an)	
Points cibles	1	CHU de Brabois - Entrée principale *	5E-04	4.66
	2	CHU de Brabois - Institut de cancérologie *	10E-04	9.52
	3	CHU de Brabois - Adultes *	6.2E-04	5.86
	4	CHU de Brabois - hôpital d'enfants #	4.0E-05	5.86
	5	Faculté de médecine *	5E-05	0.48
	6	Universités **	2.6E-05	4.66
	7	Terrains de sport *	1.5E-05	0.16
	8	Ecole maternelle et élémentaire de Brabois #	2.6E-05	5.86
Point le plus exposé de la zone d'étude (le long du bâtiment NANCYCLOTEP au nord et au sud) *		2.8E-02	273.14	

* calculé selon Formule

donnée estimée à partir du point n°3 entrée adultes Brabois de Curium et calculé proportionnellement selon la formule

** donnée estimée à partir du point n°1 entrée principale CHU Brabois de Curium et calculé proportionnellement selon la formule

3. Estimation des doses d'exposition :

Afin d'estimer les doses calculées ci-dessous, la formule suivante a été utilisée :

$$D_{nct} = 2 \times D_{curium} \times \frac{A_{nct}}{A_{curium}}$$

$$A_{nct} = 100 \text{ GBq/an et } A_{curium} = 1200 \text{ GBq/an}$$

NB : Un facteur pénalisant de 2 est appliqué

3.1 Exposition externe (exposition par irradiation)

3.1.1. La zone la plus exposée

Données fournies par CURIUM

Tableau 11 : doses d'exposition par irradiation (panache + dépôts) – Zone la plus exposée

doses d'exposition par irradiation	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Irradiation Panache	Sv/s	1,4.10 ⁻¹³	1,4.10 ⁻¹³	1,4.10 ⁻¹³
	Sv/h	4,9.10 ⁻¹⁰	4,9.10 ⁻¹⁰	4,9.10 ⁻¹⁰
	Sv/j	1,2.10 ⁻⁸	1,2.10 ⁻⁸	1,2.10 ⁻⁸
	mSv/an	4,3.10⁻³	4,3.10⁻³	4,3.10⁻³
Irradiation dépôts	Sv/s	1,7.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻¹²	1,7.10 ⁻¹²
	Sv/h	6,0.10 ⁻⁹	6,0.10 ⁻⁹	6,0.10 ⁻⁹
	Sv/j	1,4.10 ⁻⁷	1,4.10 ⁻⁷	1,4.10 ⁻⁷
	mSv/an	5,2.10⁻²	5,2.10⁻²	5,2.10⁻²
Irradiation totale	mSv/an	5,6.10⁻²	5,6.10⁻²	5,6.10⁻²

Données calculées proportionnellement pour Nancyclotep :

Tableau 4 : doses d'exposition par irradiation (panache + dépôts) – Zone la plus exposée

Doses d'exposition par irradiation	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Irradiation Panache	Sv/s	$2,4 \cdot 10^{-14}$	$2,4 \cdot 10^{-14}$	$2,4 \cdot 10^{-14}$
	Sv/h	$8,2 \cdot 10^{-11}$	$8,2 \cdot 10^{-11}$	$8,2 \cdot 10^{-11}$
	Sv/j	$2,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$
	mSv/an	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Irradiation dépôts	Sv/s	$2,8 \cdot 10^{-13}$	$2,8 \cdot 10^{-13}$	$2,8 \cdot 10^{-13}$
	Sv/h	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
	Sv/j	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$
	mSv/an	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$
Irradiation totale	mSv/an	$9,4 \cdot 10^{-3}$	$9,4 \cdot 10^{-3}$	$9,4 \cdot 10^{-3}$

3.1.2. La zone habitée la plus exposée

Données fournies par CURIUM :

Tableau 12 : doses d'exposition par irradiation (panache + dépôts) – Habitation la plus exposée

doses d'exposition par irradiation	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Irradiation Panache	Sv/s	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$
	Sv/h	$4,0 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-11}$
	Sv/j	$9,6 \cdot 10^{-10}$	$9,6 \cdot 10^{-10}$	$9,6 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$
Irradiation dépôts	Sv/s	$3,5 \cdot 10^{-14}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$
	Sv/h	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
	Sv/j	$3,1 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$
	mSv/an	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Irradiation totale	mSv/an	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

Données calculées proportionnellement pour Nancyclotep :

Tableau 5 : doses d'exposition par irradiation (panache + dépôts) – Habitation la plus exposée

Doses d'exposition par irradiation	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Irradiation Panache	Sv/s	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$
	Sv/h	$6,6 \cdot 10^{-12}$	$6,6 \cdot 10^{-12}$	$6,6 \cdot 10^{-12}$
	Sv/j	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$
Irradiation dépôts	Sv/s	$5,8 \cdot 10^{-15}$	$5,8 \cdot 10^{-15}$	$5,8 \cdot 10^{-15}$
	Sv/h	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$
	Sv/j	$5,2 \cdot 10^{-10}$	$5,2 \cdot 10^{-10}$	$5,2 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Irradiation totale	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$

3.1.3. L'école la plus exposée

Pour l'école, l'étude CURIUM avait pris comme référence l'école maternelle et élémentaire de Brabois (Point B – Point 8). Notre émissaire est plus proche de ce point (239 m) que celui de CURIUM (472 m). Pour estimer les doses d'exposition, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable en estimant une exposition identique à la zone habitée la plus exposée. Nos calculs seront surestimés, car l'école maternelle se trouve plus loin que la zone habitée la plus exposée.

Tableau 6 : doses d'exposition par irradiation (panache + dépôts) – Ecole la plus exposée.

Doses d'exposition par irradiation	Unités	Ecole la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Irradiation Panache	Sv/s	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$
	Sv/h	$6,6 \cdot 10^{-12}$	$6,6 \cdot 10^{-12}$	$6,6 \cdot 10^{-12}$
	Sv/j	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$
Irradiation dépôts	Sv/s	$5,8 \cdot 10^{-15}$	$5,8 \cdot 10^{-15}$	$5,8 \cdot 10^{-15}$
	Sv/h	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$
	Sv/j	$5,2 \cdot 10^{-10}$	$5,2 \cdot 10^{-10}$	$5,2 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Irradiation totale	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$

3.2 Exposition interne par inhalation

3.2.1. La zone la plus exposée

Données fournies par CURIUM :

Tableau 15 : doses d'exposition interne par inhalation – Zone la plus exposée

Doses d'exposition par irradiation	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Inhalation	Sv/h	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$
	Sv/j	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$
	mSv/an	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$

Données calculées proportionnellement pour Nancyclotep :

Tableau 7 : doses d'exposition interne par inhalation – Zone la plus exposée

Dose d'exposition par irradiation	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Inhalation	Sv/h	$2,6 \cdot 10^{-11}$	$3,0 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$
	Sv/j	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$7,2 \cdot 10^{-10}$	$7,6 \cdot 10^{-10}$
	mSv/an	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$

3.2.2. La zone habitée la plus exposée

Données fournies par CURIUM :

Tableau 16 : doses d'exposition interne par inhalation – Habitation la plus exposée

Doses d'exposition par irradiation	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Inhalation	Sv/h	$1,3.10^{-11}$	$1,5.10^{-11}$	$1,5.10^{-11}$
	Sv/j	$3,1.10^{-10}$	$3,5.10^{-10}$	$3,7.10^{-10}$
	mSv/an	$1,1.10^{-4}$	$1,3.10^{-4}$	$1,4.10^{-4}$

Données calculées proportionnellement pour Nancyclotep :

Tableau 8 : doses d'exposition interne par inhalation – Habitation la plus exposée

Dose d'exposition par irradiation	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Inhalation	Sv/h	$2,2.10^{-12}$	$2,6.10^{-12}$	$2,6.10^{-12}$
	Sv/j	$5,2.10^{-11}$	$5,8.10^{-11}$	$6,2.10^{-11}$
	mSv/an	$1,8.10^{-5}$	$2,2.10^{-5}$	$2,4.10^{-5}$

3.2.3. L'école la plus exposée

Pour l'école, l'étude CURIUM avait pris comme référence l'école maternelle et élémentaire de Brabois (Point B – Point 8). Notre émissaire est plus proche de ce point (239 m) que celui de CURIUM (472 m). Pour estimer les doses d'exposition, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable en estimant une exposition identique à la zone habitée la plus exposée. Nos calculs seront surestimés, car l'école maternelle se trouve plus loin que la zone habitée la plus exposée.

Tableau 9 : doses d'exposition interne par inhalation – Ecole la plus exposée

Dose d'exposition par irradiation	Unités	Ecole la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Inhalation	Sv/h	$2,2.10^{-12}$	$2,6.10^{-12}$	$2,6.10^{-12}$
	Sv/j	$5,2.10^{-11}$	$5,8.10^{-11}$	$6,2.10^{-11}$
	mSv/an	$1,8.10^{-5}$	$2,2.10^{-5}$	$2,4.10^{-5}$

4. Evaluation des risques sanitaires

4.1. La zone la plus exposée

Données fournies par CURIUM :

Tableau 18 : doses efficace totale – Zone la plus exposée

	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Dose externe (irradiation panache et dépôts)	mSv/an	$5,6.10^{-2}$	$5,6.10^{-2}$	$5,6.10^{-2}$
Dose interne par inhalation	mSv/an	$1,4.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$	$1,7.10^{-3}$
Dose efficace totale	mSv/an	$5,8.10^{-2}$	$5,8.10^{-2}$	$5,8.10^{-2}$
<i>Dose efficace admissible en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>1</i>		
<i>Dose efficace moyenne annuelle en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>2,4</i>		

Données calculées proportionnellement pour NancycloTEP :

Tableau 10 : doses efficace totale – Zone la plus exposée

	Unités	Max hors site		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Dose externe (irradiation panache et dépôts)	mSv/an	$9,4.10^{-3}$	$9,4.10^{-3}$	$9,4.10^{-3}$
Dose interne par inhalation	mSv/an	$2,4.10^{-4}$	$2,6.10^{-4}$	$2,8.10^{-4}$
Dose efficace totale	mSv/an	$9,6.10^{-3}$	$9,6.10^{-3}$	$9,6.10^{-3}$
<i>Dose efficace admissible en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>1</i>		
<i>Dose efficace moyenne annuelle en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>2,4</i>		

4.2. La zone habitée la plus exposée

Données fournies par CURIUM :

Tableau 19 : doses d'exposition interne par inhalation – Habitation la plus exposée

	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Dose externe (irradiation panache et dépôts)	mSv/an	$1,5.10^{-3}$	$1,5.10^{-3}$	$1,5.10^{-3}$
Dose interne par inhalation	mSv/an	$1,1.10^{-4}$	$1,3.10^{-4}$	$1,4.10^{-4}$
Dose efficace totale	mSv/an	$1,6.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$
<i>Dose efficace admissible en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>1</i>		
<i>Dose efficace moyenne annuelle en France</i>	<i>mSv/an</i>	<i>2,4</i>		

Données calculées proportionnellement pour NancyloTEP :

Tableau 10 : doses d'exposition interne par inhalation – Habitation la plus exposée

	Unités	Habitation la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Dose externe (irradiation panache et dépôts)	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Dose interne par inhalation	mSv/an	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Dose efficace totale	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
<i>Dose efficace admissible en France</i>	<i>mSv/an</i>	1		
<i>Dose efficace moyenne annuelle en France</i>	<i>mSv/an</i>	2,4		

4.3. L'école la plus exposée

Pour l'école, l'étude CURIUM avait pris comme référence l'école maternelle et élémentaire de Brabois (Point B – Point 8). Notre émissaire est plus proche de ce point (239 m) que celui de CURIUM (472 m). Pour estimer les doses d'exposition, nous nous sommes placés dans le cas le plus défavorable en estimant une exposition identique à la zone habitée la plus exposée. Nos calculs seront surestimés, car l'école maternelle se trouve plus loin que la zone habitée la plus exposée.

Tableau 11 : doses d'exposition interne par inhalation – Ecole la plus exposée

	Unités	Ecole la plus exposée		
		Adulte	Enfant âgé de 10 ans	Enfant âgé de 1 à 2 ans
Dose externe (irradiation panache et dépôts)	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Dose interne par inhalation	mSv/an	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Dose efficace totale	mSv/an	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
<i>Dose efficace admissible en France</i>	<i>mSv/an</i>	1		
<i>Dose efficace moyenne annuelle en France</i>	<i>mSv/an</i>	2,4		

5. Conclusion :

L'impact sanitaire est essentiellement dû à l'exposition externe par irradiation (lors du passage du panache et à l'irradiation par les dépôts). En effet, la dose externe représente en moyenne 92% de la dose efficace totale.

Quelle que soit la zone étudiée et le profil (enfant de 1 à 2 ans, enfant de 10 ans ou adulte), la dose efficace totale due aux émissions en fluor-18 émises par NANCYCLOTEP est très inférieure/faible en comparaison de la dose admissible en France :

- 1% de la dose admissible pour la dose efficace la plus élevée, dans la zone la plus exposée située le long du bâtiment ;
- Moins de 0,04% au niveau de l'hôpital d'enfant assimilé à la zone habitée la plus exposée,
- Moins de 0,04% au niveau de l'école la plus exposée.