

**CANCERS  
PÉDIATRIQUES**

MARS 2022

ÉTUDES ET ENQUÊTES

**INVESTIGATION D'UN AGRÉGAT  
SPATIO-TEMPOREL DE CANCERS  
PÉDIATRIQUES DANS L'EURE**

RÉGION

NORMANDIE

## Résumé

### Investigation d'un agrégat spatio-temporel de cancers pédiatriques dans l'Eure

En octobre 2019, l'Agence régionale de santé de Normandie a sollicité Santé publique France pour investiguer une suspicion de cluster de cancers pédiatriques dans l'Eure, rapporté par des parents d'enfants malades.

Afin d'évaluer le regroupement spatio-temporel, la méthode employée a consisté à rechercher rétrospectivement si un excès de cancers pédiatriques était observé dans une zone géographique définie, par rapport aux fréquences de cancer observées en France métropolitaine. Les cancers identifiés entre 2017 et 2019 ont été inclus. Deux analyses ont été conduites, d'une part pour tous cancers et d'autre part pour les leucémies, cancer le plus fréquent chez l'enfant. Deux zones géographiques ont été définies : l'une sur une échelle communale, maximisant le risque d'observer une sur-incidence et l'autre sur une échelle cantonale, minimisant le risque d'observer une sur-incidence. L'investigation a identifié 11 enfants ayant eu un diagnostic de cancer sur la période étudiée. Aucun excès de cas n'a été mis en évidence en prenant en compte tous les cancers. Lorsque l'analyse a été restreinte aux cas de leucémie, un excès de cas a été mis en évidence sur la zone géographique correspondant à un regroupement de communes (SIR = 6,4 [2,3-14,0]). Cet excès n'était pas retrouvé lorsque l'analyse portait sur le regroupement cantonal (SIR = 2,3 [0,8-5,0]).

Une étude épidémiologique a été conduite à l'aide d'un questionnaire auprès des parents et un état de lieux environnemental a été réalisé sur les facteurs de risque environnementaux connus.

Cette étude ne visait pas à rechercher des causes individuelles de chaque cancer mais plutôt à rechercher un facteur commun entre les enfants, spécifique au secteur géographique, qui pourrait expliquer le regroupement de cas et sur lequel il serait possible d'agir.

Les investigations réalisées n'ont pas identifié de facteur commun aux enfants malades et l'état des lieux environnemental n'a pas retrouvé de particularité. En l'absence d'hypothèse étiologique, la réalisation d'une campagne de mesures environnementales spécifique ne se justifiait pas.

Par conséquent, en l'absence de causes environnementale et épidémiologique identifiées, l'hypothèse retenue en l'état actuel des connaissances est un regroupement ponctuel des cas de cancers pédiatriques. Santé publique France recommande de poursuivre la surveillance des survenues de nouveaux cas de leucémie pédiatrique sur la zone géographique.

**MOTS CLÉS :** AGRÉGAT SPATIO-TEMPOREL ; CANCER PÉDIATRIQUE ; LEUCÉMIE ; ENVIRONNEMENT

**Citation suggérée :** Martel M, Sirejacob Y, Erouart S. *Investigation d'un agrégat spatio-temporel de cancers pédiatriques dans l'Eure*. Saint-Maurice : Santé publique France, 2022. 34 p.

Disponible à partir de l'URL : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)  
et [http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf\\_internet\\_recherche/SPF00003177](http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf_internet_recherche/SPF00003177)

ISSN : 2609 – 2174 - ISBN-NET : 979-10-289-0727-3 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : MARS 2022

## Abstract

### Investigation of a spatio-temporal cluster of paediatric cancers in Eure, France

In October 2019, the Regional Health Agency of Normandy approached Santé publique France to investigate a suspected cluster of paediatric cancers in Eure, as reported by the parents of sick children.

In order to assess the spatio-temporal clustering, a retrospective investigation was conducted to determine whether an excess of paediatric cancers was observed in a defined geographical area in comparison with the frequency of cancer observed in metropolitan France. Cancers identified between 2017 and 2019 were included. Two analyses were conducted, one for all cancers and the other for leukaemia, the most frequent childhood cancer. Two geographical zones were defined: one on the municipality scale, which maximised the risk of observing over-incidence, and the other on the canton (district) scale, which minimised the risk of observing over-incidence. The investigation identified 11 children who had been diagnosed with cancer during the study period. No excess cases were found for all cancers. When the analysis was restricted to leukaemia cases, an excess of cases was found in the geographical area corresponding to a group of municipalities (SIR = 6.4 [2.3–14.0]). This excess was not found when the analysis was based on the grouping of cantons (SIR = 2.3 [0.8–5.0]).

An epidemiological study was conducted using a questionnaire for parents and an environmental survey was carried out on known environmental risk factors.

The aim of this study was not to look for the individual causes of each cancer but rather to look for a common factor between the children, specific to the geographical area, which could explain a clustering of cases and which could be acted upon.

The investigations carried out did not identify a common factor among the sick children and the environmental survey did not find any anomaly. In the absence of an aetiological hypothesis, a specific environmental measurement campaign was not justified.

Consequently, in the absence of identified environmental and epidemiological causes, the hypothesis adopted in the current state of knowledge is a one-off clustering of paediatric cancer cases. Santé publique France recommends continuing to monitor the occurrence of new cases of paediatric leukaemia in the geographical area.

**KEYWORDS:** SPATIO-TEMPORAL CLUSTERING; PAEDIATRIC CANCER; LEUKAEMIA; ENVIRONMENT

## Auteurs

**Mélanie Martel, Yoann Sirejacob, Stéphane Erouart**

Santé publique France Normandie

## Remerciements

**Franck Golliot**

Direction des régions, Santé publique France

**Julien Vilcot**

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal)

**Jacqueline Clavel, Stéphanie Goujon**

Registre national des cancers de l'enfant (RNCE)

**Mouloud Boukerfa**

ARS Normandie

**Benoît Cottrelle**

ARS Normandie

**Service d'onco-pédiatrie du CHU de Rouen**

## Abréviations

<b>ARS</b>	Agence régionale de santé
<b>Basias</b>	Base de données des anciens sites industriels et activités de services
<b>Basol</b>	Base de données nationale sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) sous l'égide du ministère de l'Écologie
<b>CH</b>	Centre hospitalier
<b>CHU</b>	Centre hospitalier universitaire
<b>Cnil</b>	Commission nationale de l'informatique et des libertés
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COV</b>	Composés organiques volatils
<b>Dreal</b>	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
<b>IED</b>	<i>Industrial Emission Directive</i>
<b>Insee</b>	Institut national de la statistique et des études économiques
<b>IRSN</b>	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
<b>LAL</b>	Leucémies aiguës lymphoblastiques
<b>PMSI</b>	Programme de médicalisation des systèmes d'information
<b>RNCE</b>	Registre national des cancers de l'enfant
<b>Seveso</b>	Site industriel présentant des risques d'accidents majeurs
<b>SIR</b>	<i>Standardized Infection Ratio</i> - Ratio d'incidence standardisé
<b>THT</b>	La très haute tension (THT) est la dénomination des lignes électriques qui dépassent les 100.000 volts, et qui concerne principalement les tensions utilisées pour le transport de longue distance.

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
Signalement	6
Les cancers de l'enfant	6
Les agrégats spatio-temporels de maladie ou « clusters »	7
L'investigation d'un cluster : une démarche standardisée	7
<b>2. MÉTHODE</b>	<b>9</b>
Recensement des cas de cancer pédiatrique	9
Critères d'étude du regroupement spatio-temporel	9
Description des caractéristiques des enfants	10
État des lieux environnemental de la zone d'étude	10
<b>3. RÉSULTATS</b>	<b>12</b>
Description des cancers pédiatriques identifiés dans le signalement	12
Délimitation de la zone de signalement	13
Recherche des cas de cancer pédiatrique dans la zone d'étude	15
Analyse statistique du nombre de cas observé	15
Enquête épidémiologique descriptive	16
Chronologie des grossesses	16
Lieux de garde et écoles	16
Analyse des facteurs de risque environnementaux recherchés	17
Conclusions de l'enquête épidémiologique descriptive	18
État des lieux environnemental de la zone d'étude	18
Radioactivité	18
Lignes Très Haute Tension (THT)	19
Qualité de l'air	20
Sites industriels	21
<b>4. CONCLUSION</b>	<b>25</b>
Références bibliographiques	27

## Annexe. Questionnaire

# 1. INTRODUCTION

## Signalement

Le 1<sup>er</sup> octobre 2019, l'ARS Normandie a saisi Santé publique France pour évaluer une suspicion d'agrégat de cancers pédiatriques dans le département de l'Eure (27). Cette saisine faisait suite au signalement par un particulier de la survenue de 11 cas de cancers chez des enfants résidant dans le secteur de Pont-de-l'Arche et Igoville. La principale inquiétude des parents était d'origine environnementale et portait sur l'impact sanitaire éventuel de certaines entreprises dans la zone industrielle d'Alizay à proximité. Les parents de ces enfants ont porté collectivement cette problématique auprès des autorités.

## Les cancers de l'enfant

Les cancers les plus fréquents chez l'enfant sont les leucémies. Elles représentent, avec 450 à 500 nouveaux cas par an en France, 29% des cancers chez les moins de 15 ans, soit le premier cancer en fréquence. Les tumeurs du système nerveux central représentent 23% des cancers et les lymphomes 12%. Cette répartition des différents cancers est variable par tranches d'âge (1) :

- *Avant l'âge de 1 an* : les neuroblastomes (31%) et les tumeurs du système nerveux central (SNC) (15%) prédominent ;
- *Entre 1 et 5 ans* : les leucémies (37%) prédominent dont principalement les leucémies aiguës lymphoblastiques (LAL) (pic de fréquence entre 2 et 5 ans) ;
- *Entre 5 et 9 ans* : les LAL représentent 32%, les tumeurs du SNC 23% et les lymphomes 14% ;
- *Entre 10 et 14 ans* : ces 3 cancers (neuroblaste, leucémie et SNC) restent majoritaires en termes de fréquence.

D'une manière générale, les causes des cancers d'enfants sont encore très mal connues. Comme la plupart des cancers, les cancers pédiatriques sont souvent d'origine multifactorielle. Les hypothèses actuelles évoquent des causes génétiques, environnementales ou immuno-infectieuses (2).

En 2016, le Registre national des cancers de l'enfant (RNCE) a réalisé une revue de la littérature sur les facteurs de risque de cancers de l'enfant (2). Cette revue a montré que les facteurs de risque pour lesquels la causalité est bien établie chez les enfants étaient les suivants :

- les radiations ionisantes à forte dose ;
- certains facteurs iatrogènes (radiothérapie, traitements alkylants et antitopoisomérase II, traitements immunosuppresseurs) ;
- le virus d'Epstein-Barr dans un contexte de déficit immunitaire.

Des facteurs environnementaux sont également suspectés mais ils nécessitent aujourd'hui encore des études supplémentaires pour que soient confirmés leurs liens avec les cancers de l'enfant. Il s'agit en particulier des expositions suivantes (2, 3) :

- les radiations ionisantes à faible dose ;
- les expositions liées au trafic routier ;
- les champs magnétiques à extrêmement basse fréquence ;
- certains produits chimiques (au premier rang desquels se trouve le benzène) ;
- les pesticides ;
- les infections banales de la petite enfance.

## Les agrégats spatio-temporels de maladie ou « clusters »

Un « agrégat spatio-temporel » de malades, ou « cluster » en anglais, est un regroupement de personnes ayant une même maladie ou les mêmes symptômes dans une zone géographique et dans une période donnée et dont le nombre rapporté à sa population est inhabituellement élevé.

Un tel regroupement survenant au sein d'une même zone géographique peut avoir des causes variées, et possiblement imbriquées, d'origines génétique, infectieuse, environnementale, professionnelle ou encore liées au mode de vie. Si aucune cause n'est identifiée, ce regroupement peut être lié à une cause non connue ou au hasard, du fait de la distribution aléatoire des cas de maladies observés sur un territoire.

Pour être identifié comme « cluster », un regroupement de cas de cancer doit réunir plusieurs critères (3) :

- Nombre de cas observés / attendus : Un nombre de cas observé plus élevé qu'attendu se produit lorsque le nombre de cas observé est supérieur à ce que l'on observerait généralement dans un contexte similaire (dans un groupe avec une population similaire). On le vérifie en effectuant une comparaison avec les taux d'incidence de groupes comparables de personnes sur une zone géographique beaucoup plus vaste (département, région, pays).
- Types de cancer : Tous les cas doivent impliquer le même type de cancer, ou des types de cancer pour lesquels il a été scientifiquement prouvé qu'il peut exister une même cause.
- Population : La population dans laquelle les cancers surviennent doit être définie au minimum en termes d'âge et de sexe, afin de permettre des calculs précis de taux d'incidence.
- Zone géographique : Le nombre de cas de cancer inclus dans l'agrégat et le calcul du nombre attendu de cas peuvent dépendre de la façon dont est définie la zone géographique où le regroupement s'est produit. Ces limites doivent être définies et justifiées avec soin car une sélection non optimale de la zone géographique risque de « créer » ou de « diluer » un cluster.
- Période de temps : Le nombre de cas inclus dans le cluster - et le calcul du nombre attendu de cas - dépendent de la façon dont est définie la période étudiée.

Il n'existe généralement pas de découpage spatial ni temporel idéal en raison de l'impossibilité de les définir sans être influencé par le signalement et en raison de contraintes liées à la disponibilité des données nécessaires (par exemple, les données de population sont définies à partir des découpages administratifs).

## L'investigation d'un cluster : une démarche standardisée

Santé publique France, en s'appuyant sur la littérature scientifique et les guides internationaux, a produit un guide méthodologique d'investigation des regroupements spatio-temporels de cas de maladie non infectieuse (cluster). Ce guide est disponible sur le site internet de l'agence (5). Ce protocole prévoit la collecte d'informations sur les problèmes de santé ayant fait l'objet d'un signalement et sur l'environnement dans lequel il est survenu.

La mise en évidence d'un cluster nécessite une investigation de santé publique, car on ne peut exclure sans enquêter que ce regroupement de cas d'une même maladie soit expliqué par une exposition commune et inhabituelle, c'est-à-dire plus intense que celle des autres membres de leur groupe de population, à une ou plusieurs causes connues de la maladie. Autrement

dit, la sur-incidence observée de la maladie peut être liée à une exposition particulière des cas à une des causes de cette maladie.

Le principe scientifique directeur de l'investigation d'un signalement de cluster fait l'hypothèse que, s'il existe un regroupement « anormal » de personnes atteintes d'une même maladie, celles-ci pourraient partager une exposition à une ou plusieurs cause(s) commune(s). Dès lors, les objectifs épidémiologiques de la réponse à une suspicion de cluster sont de déterminer :

- s'il existe effectivement un excès significatif de personnes atteintes de cette pathologie dans la population observée ;
- et, si cet excès existe, de déterminer la présence éventuelle d'une ou plusieurs causes locales à ce regroupement de cas, sur la ou lesquelles il serait possible d'agir.

## 2. MÉTHODE

### Objectifs

Cette étude avait pour objectifs de :

1. Valider l'existence d'une sur-incidence de cancers pédiatriques sur la zone de signalement à partir des données du service d'oncologie pédiatrique du CHU de Rouen.
2. Définir une zone d'étude épidémiologique correspondant à la zone spatio-temporelle où s'étend cette sur-incidence.
3. Réaliser cette étude épidémiologique en décrivant les caractéristiques des enfants malades de la zone d'étude pour rechercher des hypothèses de causes communes d'exposition.

Ces investigations ont été complétées par un état des lieux environnemental de la zone d'étude.

### Inclusion des enfants

Les enfants ayant présenté des cancers entre 2017 et 2019, âgés de 0 à 15 ans au moment du diagnostic, ont été inclus dans l'étude. En effet, cette tranche d'âge des 0-15 ans correspond à celle surveillée par le RNCE en France métropolitaine.

Les cas inclus ont été identifiés soit par les données du RNCE, disponibles jusqu'en 2017, soit par le service hospitalier d'oncologie pédiatrique du CHU de Rouen qui a alors été sollicité pour avoir des données plus récentes et compatibles avec le signalement. Les cas ont été validés par un retour aux dossiers médicaux avec un oncologue du CHU de Rouen.

Cette investigation a été menée conformément aux dispositions de l'autorisation n°341194V42 délivrée par la Cnil à l'Agence nationale de santé publique (Santé publique France) afin de mener en urgence les investigations épidémiologiques nécessaires pour prévenir ou maîtriser un phénomène épidémique.

### Critères d'étude du regroupement spatio-temporel

Au regard des critères rappelés précédemment, l'étude du regroupement spatio-temporel s'est appuyée sur les éléments suivants :

#### Nombre de cas observés /attendus :

Le nombre de cas observé a été comparé à un nombre de cas attendu calculé à partir des taux d'incidence de cancers pédiatriques du registre des cancers pédiatriques calculés à l'échelle nationale (5). Les données démographiques proviennent de l'Insee.

La comparaison du nombre de cas observés et attendus a été réalisée par le calcul de ratio d'incidence standardisé (SIR) qui consiste à appliquer aux effectifs de population de la zone d'étude les taux d'incidence de référence du registre. Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel statistique R.

#### Types de cancer retenus :

De nombreuses inconnues demeurent concernant la genèse des cancers de l'enfant. De ce fait, la sur-incidence a été étudiée pour tous les types de cancer de l'enfant pris globalement puis une étude a été réalisée pour les leucémies (physiopathologies similaires), qui sont les

cancers pédiatriques les plus fréquents et qui correspondaient à la majorité des cas de cancers signalés.

#### Taux de référence :

Les taux d'incidence de référence « tous cancers » chez les moins de 15 ans reposent sur les estimations nationales pour l'année 2018. Chez les enfants de moins de 15 ans, ces taux sont respectivement de 15,9 /100 000 personnes-années chez les garçons et de 13,4 /100 000 personnes-années chez les filles. Le taux d'incidence de référence des « leucémies » repose sur les données du RNCE de 2010-2014 (4,31/100 000 personnes-années).

#### Zone géographique :

Pour estimer les taux d'incidence, le territoire a été découpé en unités géographiques dont la population est connue avec précision. Deux découpages géographiques ont été choisis a priori : un regroupement de communes et un regroupement de cantons. Ces découpages constituent un compromis entre la taille de la population concernée (trop petite, les indicateurs statistiques sont peu robustes, trop grande, la zone d'exposition supposée commune risque d'être diluée dans un environnement plus vaste), les zones fréquentées par les familles d'enfants malades et les zones de découpage démographique.

#### Période de temps :

Le signalement indiquait des diagnostics de cancer entre 2017 et 2019.

## Définition du périmètre de la zone d'étude

La zone spatio-temporelle d'étude a été définie par extension dans l'espace et dans le temps du signalement initial. La zone de recherche a donc été définie de manière itérative, étant susceptible de s'agrandir au fur et à mesure de la collecte d'information.

Comme précisé dans les critères d'étude du regroupement spatio-temporel, deux approches géographiques ont été réalisées :

1. une zone regroupant les cantons où se trouvait au moins un cas ;
2. une zone regroupant les communes où se trouvait au moins un cas ainsi que les communes limitrophes et intermédiaires (pour assurer une continuité géographique).

## Description des caractéristiques des cas

Un retour aux dossiers médicaux a permis de récupérer la majorité des informations nécessaires à la description des enfants et de leur cancer. Une enquête épidémiologique descriptive a été proposée aux familles des enfants vivant dans le secteur d'étude. L'enquête s'est appuyée sur un questionnaire afin de renseigner les antécédents médicaux des enfants, leurs lieux de vie (résidence, scolarité, loisirs) ainsi que des informations sur la mère (grossesse, antécédents médicaux, expositions professionnelles et environnementales) et sur le père (antécédents médicaux, expositions professionnelles et environnementales) (cf. Annexe).

## État des lieux environnemental de la zone d'étude

Une description de l'environnement dans la zone d'étude a été faite pour rechercher la présence éventuelle de facteurs de risque connus des cancers pédiatriques. L'état des lieux environnemental s'est appuyé sur les données existantes concernant : le répertoire des sites et sols pollués Basol ; le recensement historique des sites industriels ou activités pouvant entraîner une pollution des sols (Basias) ; la qualité de l'air des communes de la zone d'étude

à partir des données Atmo-Normandie ; la proximité des lieux de vie avec des lignes à très haute tension et la présence de radioactivité. La radioactivité ambiante est mesurée en France par le réseau de surveillance Télecay (6). Les sondes mesurent en continu la radioactivité dans l'air, liée aux émissions telluriques et cosmiques. Le réseau permet de détecter rapidement toute élévation inhabituelle de la radioactivité ambiante.

La Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Normandie (Dreal), a réalisé une synthèse sur la nature des activités des sites industriels de la zone d'étude, la réglementation environnementale, les inspections et les mesures des rejets sur les 5 dernières années (décrite p.22).

### 3. RÉSULTATS

#### Description des cancers pédiatriques identifiés dans le signalement

Le signalement initial par les parents comportait 11 cas de cancer. Le diagnostic de ces cancers a été validé et les données complétées par un retour aux dossiers médicaux, par l'équipe de Santé publique France Normandie avec le service d'oncologie pédiatrique du CHU de Rouen (revue des cas et validation de leur intégration dans l'analyse).

Les cas avaient été diagnostiqués entre 2017 et 2019. Ils étaient alors âgés de 2 à 14 ans (Tableau 1). Ils présentaient des types de cancers différents :

- 5 leucémies aiguës lymphoblastiques ;
- 1 leucémie aiguë myéloblastique ;
- 1 lymphome anaplasique à grandes cellules ;
- 1 ostéosarcome ;
- 1 sarcome d'Ewing ;
- 1 neuroblastome ;
- 1 tumeur cérébrale.

Ces enfants résidaient dans 8 communes différentes.

**Tableau 1. Description des cas de cancers pédiatriques recensés entre 2017 et 2019**

n° cas	Sexe	Diagnostic	Année de diagnostic	Classe d'âge au diagnostic
1	F	Leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) B	2019	[10-14]
2	M	Leucémie aiguë myéloïde (LAM) éosinophile hyperleucocytaire	2017	[5-9]
3	M	Lymphome anaplasique à grande cellule	2019	[10-14]
4	M	Ostéosarcome	2019	[5-9]
5	M	Sarcome d'Ewing	2018	[10-14]
6	F	Neuroblastome	2019	[0-4]
7	M	Leucémie aiguë lymphoblastique B	2018	[5-9]
8	M	Leucémie aiguë lymphoblastique T	2019	[5-9]
9	F	Leucémie aiguë lymphoblastique pré-B	2019	[0-4]
10	M	Leucémie aiguë lymphoblastique B	2019	[0-4]
11	M	Tumeur cérébrale	2019	[5-9]

## Délimitation de la zone de sur-incidence de cancers pédiatriques

Comme précisé dans la méthode, deux approches géographiques ont été réalisées (Tableau 2) et pour chaque approche géographique, deux regroupements de pathologies ont été retenus :

1. un comprenant l'ensemble des cas de cancers signalés ;
2. un comprenant uniquement les cas de leucémies.

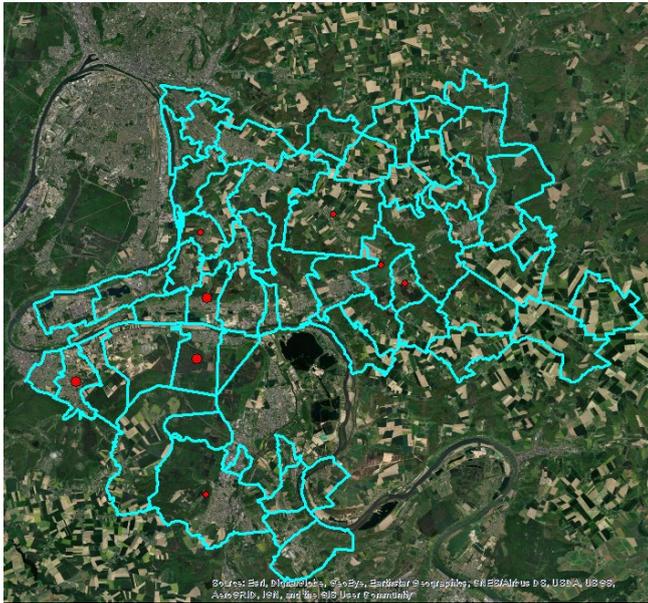
Au total, quatre zones d'étude ont ainsi été définies (Tableau 2, Figure 1).

**Tableau2. Communes et cantons sélectionnés comme zones d'étude**

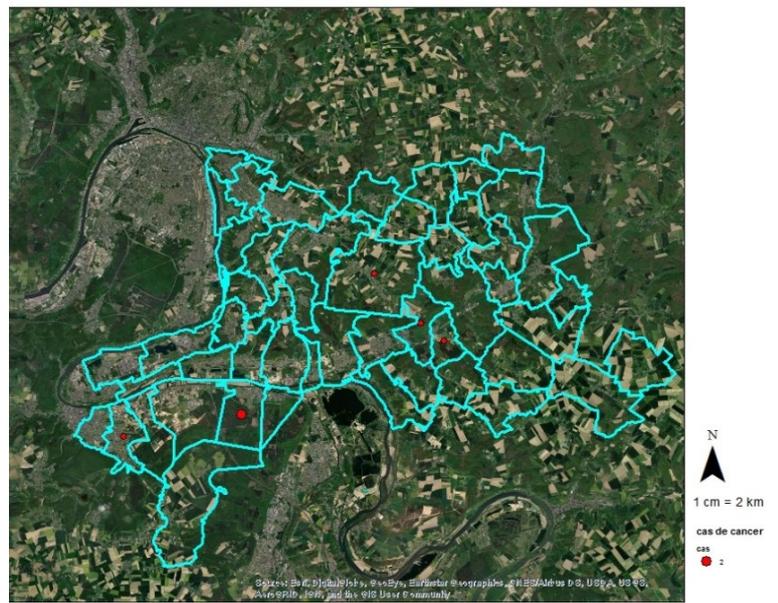
<b>REGROUPEMENT « TOUT CANCER »</b>		
	<b>Scénario 1 : cantons (CARTE 1a)</b>	<b>Scénario 2 : communes (CARTE 2a)</b>
<b>Nom des entités administratives</b>	Boos Caudebec-lès-Elbeuf Fleury-sur-Andelle Louviers Pont-de-l'Arche	Alizay, Amfreville-sous-les-Monts, Douville-sur-Andelle, Pîtres, Martot, Poses, Pont Saint Pierre, Criquebeuf sur Seine, Igoville, Flipou, Pont-de-l'Arche, Romilly-sur-Andelle, Léry, Fréneuse, La Neuville Chant d'Oisel, Sotteville sous le Val, Saint Pierre les Elbeufs, Terre de Bord, Val de Reuil, le Vaudreuil, Louviers, Incarville, Boos, Tourville les Elbeuf, Les Authieux sur le port Saint Ouen, Ymare, Gouy, Saint Aubin Colleville, Cléon, Saint Aubin les Elbeuf
<b>Taille de la population âgée de 0 à 14 ans</b>	<b>24 815</b>	<b>23 029</b>
<b>REGROUPEMENT « LEUCEMIES »</b>		
	<b>Scénario 1 : cantons (CARTE 1b)</b>	<b>Scénario 2 : communes (CARTE 2b)</b>
<b>Nom des entités administratives</b>	Boos Caudebec-lès-Elbeuf Fleury-sur-Andelle Pont-de-l'Arche	Alizay, Les Damps, Amfreville sous les Monts, Douville sur Andelle, Pîtres, Martot, Poses, Le Manoir, Pont Saint Pierre, Criquebeuf sur Seine, Igoville, Flipou, Pont-de-l'Arche, Romilly-sur-Andelle, Léry, Fréneuse, La Neuville Chant d'Oisel, Sotteville sous le Val, Saint Pierre les Elbeuf
<b>Taille de la population âgée de 0 à 14 ans</b>	<b>20 143</b>	<b>7 236</b>

**Figure1. Carte 1. Communes des cantons de la zone d'étude**

a. tout cancer

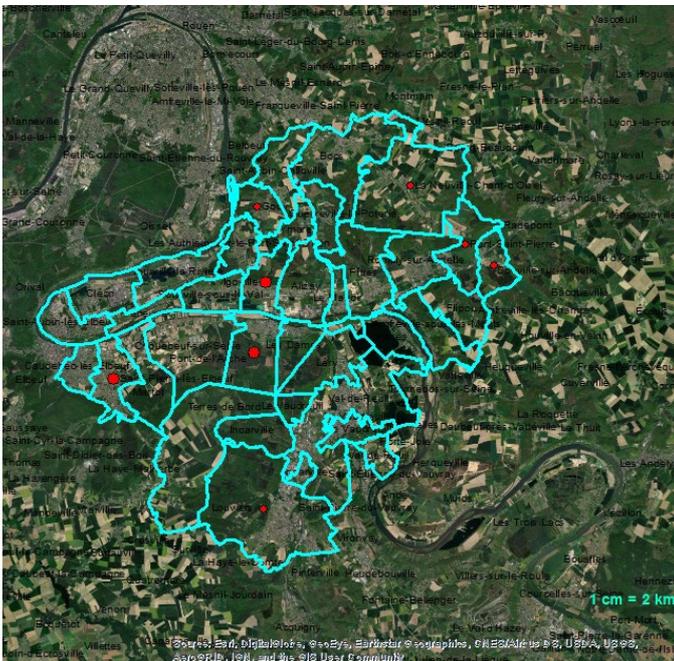


b. Leucémies

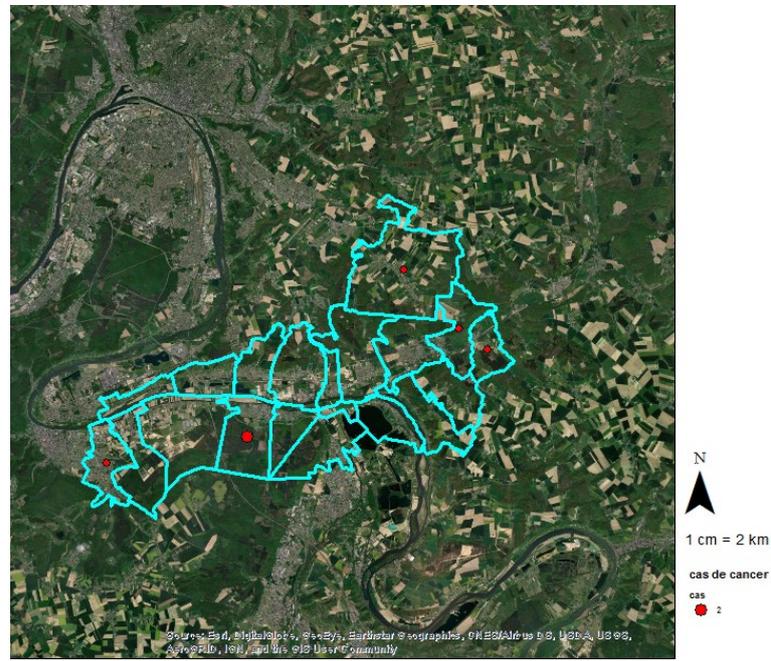


**Figure1. Carte 2. Regroupement de communes autour des cas**

a. tout cancer



b. Leucémies



## Recherche des cas de cancer pédiatrique dans la zone d'étude

À partir de la zone d'étude définie, une recherche de cas non signalés a été faite dans les dossiers du CHU de Rouen. Un cas supplémentaire de leucémie a été retrouvé dans la zone de signalement (Tableau 3).

Après échange avec le CHU de Rouen, le cas numéro 8 a été exclu de l'analyse car son bassin de vie était différent et éloigné de la zone de signalement.

**Tableau 3. Détail des cas exclus et ajoutés**

n° cas	sexe	Diagnostic	date diagnostic	Classe d'âge au moment diagnostic	Commune de résidence au moment du diagnostic	
8	M	LAL T	2019	[5-9]	Mont-Saint-Aignan	<b>Exclu</b>
12	F	LAM	2018	[10-14]	Saint-Pierre-les-Elbeuf	<b>Ajouté</b>

Au total, 11 enfants atteints d'un cancer pédiatrique habitaient dans la zone d'étude. Ils étaient âgés de 2 à 14 ans avec une moyenne d'âge de 6,8 ans. Le sex-ratio H/F était de 2,7. Les leucémies représentaient 54% des cancers dont 67% étaient des LAL. Ces 11 cas résidaient dans huit communes différentes.

## Analyse statistique du nombre de cas observé

Les calculs d'incidence ont été réalisés chez les enfants de moins de 15 ans au moment du diagnostic afin de pouvoir comparer le nombre d'enfants malades recensés à un nombre théorique attendu sur le territoire. Ce nombre théorique a été calculé en appliquant sur la zone d'étude les taux d'incidence de référence donnés par le registre national de cancers pédiatriques.

Dans la zone des cantons et sur la période d'étude, l'analyse statistique de l'agrégat chez les moins de 15 ans n'a pas mis en évidence d'excès significatif d'incidence de cas « tout cancer » ni de leucémies par rapport à la fréquence nationale. Par contre, dans la zone plus petite des communes, sur la même période, le nombre observé de cas de leucémie était significativement supérieur au nombre attendu (Tableau 4).

**Tableau 4. Estimation du risque populationnel (SIR) chez les moins de 15 ans pour les zones géographiques et la période d'étude**

	Tout cancer			Leucémie		
	Observés	Attendus	SIR [IC95%]	Observés	Attendus	SIR [IC95%]
<b>Cantons</b>	11	10,9	1,0 [0,5-1,8]	6	2,6	2,3 [0,8-5,0]
<b>Communes</b>	11	10,1	1,1 [0,5-1,9]	6	0,9	<b>6,4 [2,3-14,0]</b>

*SIR : ratio d'incidence standardisé*

*IC95% : intervalle de confiance à 95%*

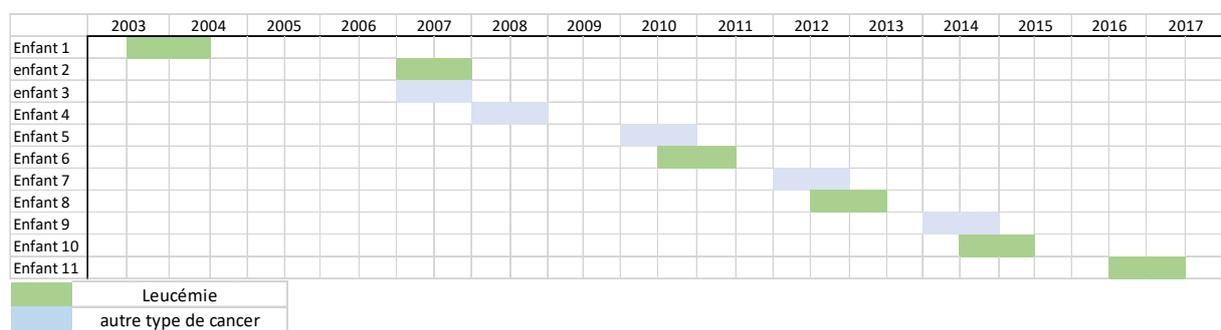
## Enquête épidémiologique descriptive

L'objectif de cette enquête était de rechercher un facteur de risque environnemental commun entre les malades. Le questionnaire a été distribué aux 11 familles. Cinq d'entre elles ont complété et renvoyé le questionnaire par mail ou par courrier. Parmi les 5 répondants au questionnaire, 3 étaient des familles d'un enfant ayant une leucémie, une un neuroblastome et une un lymphome anaplasique.

### Chronologie des grossesses

Les onze grossesses étaient réparties uniformément entre 2003 et 2017 (Figure 2). Il n'y a pas de regroupement temporel restreint.

**Figure 2. Répartition chronologique des grossesses correspondant à chacun des cas inclus**



### Lieux de garde et écoles fréquentés

L'examen des lieux de garde et des écoles fréquentées sur la zone d'étude ne met pas en évidence de lieu de vie commun pour la plupart des enfants (Tableau 5). Seuls deux enfants ont fréquenté la même école durant des périodes différentes.

**Tableau 5. Lieux de garde et des écoles fréquentées par les enfants malades**

Enfants		1	2	3	4	5
<b>Nourrice</b>	Pont-de-l'Arche		x			
<b>Garderie</b>	Rouen				x	
<b>Crèche</b>	Igville			x		
	Pîtres					x
<b>autres modes de garde</b>	Igville			x		
	Pont-de-l'Arche					x
<b>école maternelle</b>	Douville	x				
	Pont-de-l'Arche		x			
	Igville			x	x	
<b>école primaire</b>	Pont Saint Pierre	x				
	Igville				x	
<b>Collège</b>	Romilly	x				
	Pont-de-l'Arche				x	
<b>centre aéré</b>	Alizay			x		
<b>activités extrascolaires</b>	Bacqueville	x				
	Romilly	x				
	Pont-Saint-Pierre	x				
	Saint Aubin		x			
	Pont-de-l'Arche			x		
	Igville				x	

(Les informations relatives à chaque enfant sont présentées en colonne.)

### Analyse des facteurs de risque environnementaux recherchés

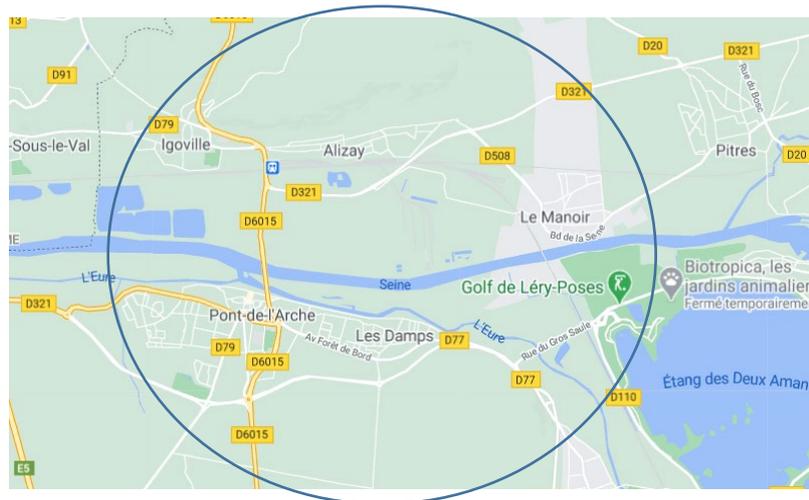
Aucun facteur de risque commun n'a été identifié chez les 5 enfants ayant répondu au questionnaire :

- Concernant les enfants eux-mêmes, aucun n'a déclaré de pathologie grave, chronique, de malformation congénitale ni de maladie génétique. Parmi les cinq enfants, trois ont eu des radiographies dans l'enfance et un a suivi un traitement médicamenteux, d'utilisation fréquente en population générale.
- Concernant les antécédents médicaux des parents, aucun n'a rapporté de problème de santé important, en particulier, il n'a pas été rapporté de traitement de type radiothérapie, ni de traitement associé à une exposition à des rayonnements ionisants. Des parents ont pris des traitements médicamenteux qui ne présentent pas d'effet tératogène connu et qui n'étaient pas contre indiqués pendant la grossesse. Aucune maladie génétique n'a été rapportée.
- Les activités professionnelles des parents concernaient des secteurs d'activité différents. Deux mères ont signalé avoir eu une exposition professionnelle à des produits chimiques, en lien avec des produits phytosanitaires (maraîchage) pour l'une et en lien avec des produits de laboratoire potentiellement toxiques (intercalants d'ADN...) pour l'autre.

## Conclusions de l'enquête épidémiologique descriptive

L'enquête n'a pas permis de faire émerger une hypothèse d'exposition commune aux enfants qui constituerait un facteur de risque partagé. Les lieux de vie des mères durant leur grossesse et ceux des enfants (résidence, garde, activités scolaires et extra-scolaires) sont situés dans un secteur géographique comprenant quatre communes : Pont-de-L'arche – Igoville – Les Damps – Le Manoir (Figure 3). Afin de compléter les recherches, il a été décidé de réaliser un état des lieux environnementaux sur ce secteur.

**Figure 3. Carte des communes regroupant les lieux de vie des cinq familles répondantes**



## État des lieux environnemental de la zone d'étude

Parmi les facteurs de risque environnementaux avérés ou suspectés sont retrouvés :

- La radioactivité (rayonnements ionisants, retombées atomiques...), qui peut être en lien avec plusieurs types de cancer (2, 7, 8) ;
- Les champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence (lignes THT), notamment pour les leucémies (3, 9) ;
- Les solvants et hydrocarbures, en particulier le benzène (pollution automobile, activité industrielle...), notamment pour les leucémies (2) ;
- Les pesticides (exposition professionnelle et domestique des parents), en lien potentiel avec plusieurs types de cancer (2).

### Radioactivité

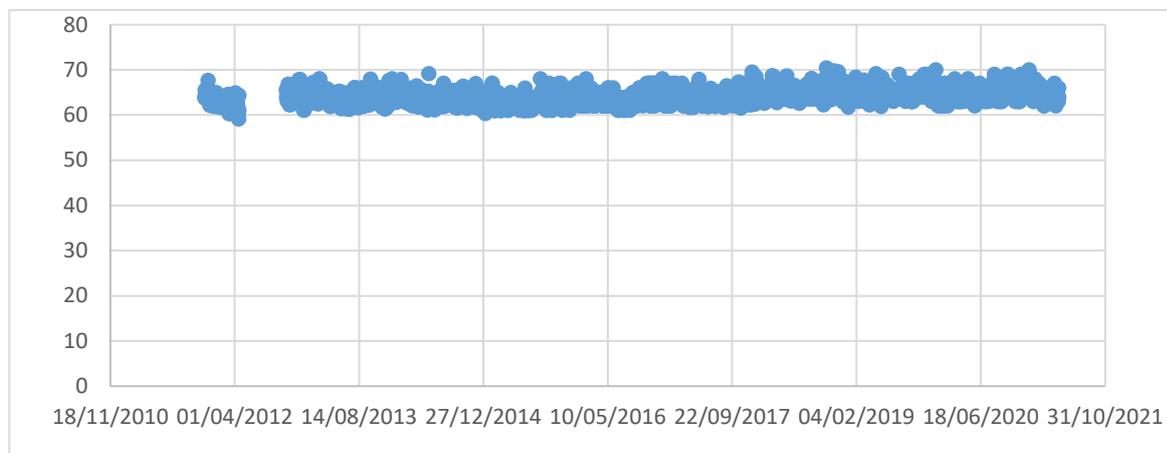
#### *Radioactivité ambiante*

Les deux sondes Téléray les plus proches de la zone d'étude sont situées à Rouen (19 km) et à Évreux (34 km). Ces deux sondes ont enregistré des débits de dose de rayonnement gamma stables autour de 60 à 70 nSv/h à Rouen et entre 50 et 70 nSv/h à Évreux depuis 2012 (Figure 4). Le seuil d'alarme fixé par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est établi à 150 nSv/h.

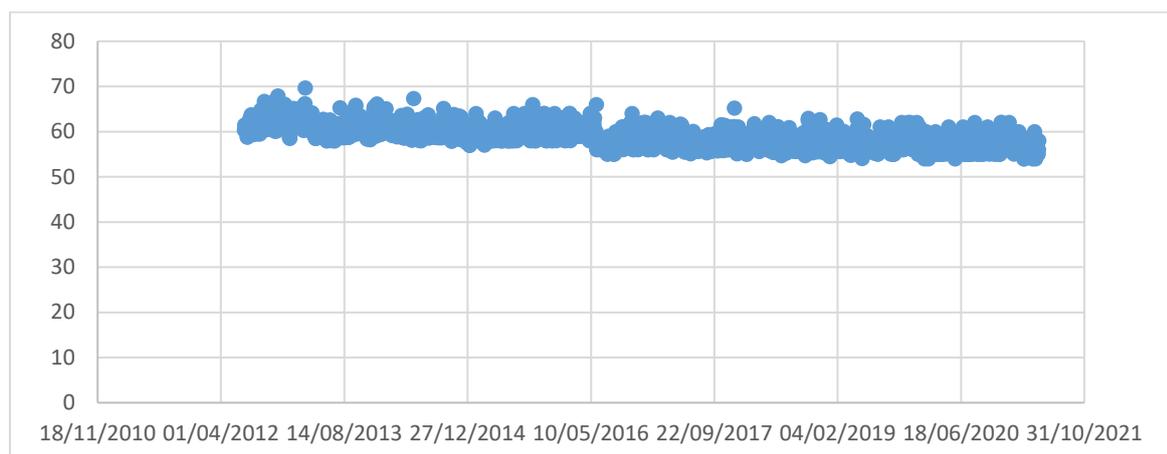
Par ailleurs, des études de l'IRSN sont réalisées en Normandie mais en lien avec les centrales nucléaires de Penly et Paluel, situées en Seine-Maritime sur la côte au nord du département et éloignées du secteur géographique de cette étude.

Figure 4. Débit de dose gamma ambiant mesuré quotidiennement par dosimétrie active (sonde de télémessure) (nSv/h) sur les communes de Rouen (a) et Évreux (b) (<https://www.mesure-radioactivite.fr/>)

a)



b)



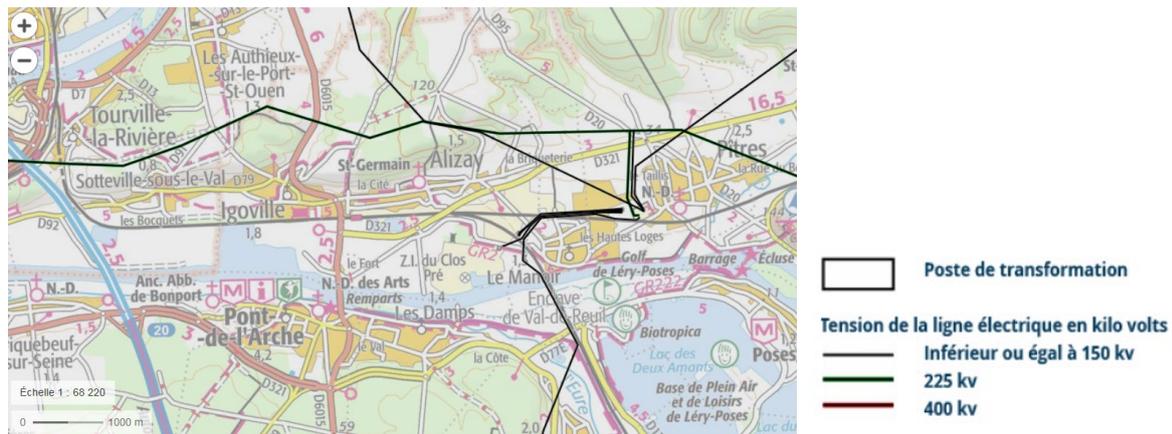
### *Inventaire Basol / Basias*

Les bases de données Basol (11) et Basias (12) ne répertorient pas de source radioactive sur la zone d'étude.

### Lignes Très Haute Tension (THT)

Aucune ligne THT ne passe sur ce secteur (Figure 5).

Figure 5. Carte de la tension des lignes électriques en kilo volts près de Pont-de-l'Arche (Source : total)

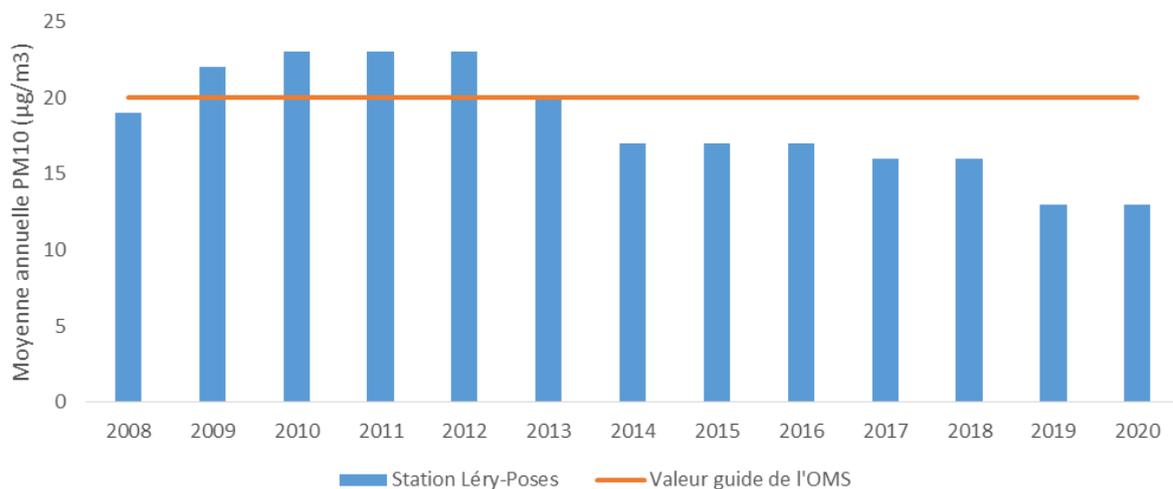


## Qualité de l'air

### Atmo Normandie

La surveillance de la qualité de l'air extérieur réalisée par Atmo Normandie repose sur un réseau de stations fixes, de moyens mobiles et d'outils de modélisation qui permettent de déterminer les niveaux de polluants en tout point du territoire régional. La station de référence la plus proche de la zone d'étude est celle de Léry-Poses, station existant depuis 2007. Cette station mesure en continu les particules fines PM10. Les niveaux de PM10 sur cette station sont inférieurs à la valeur limite réglementaire ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et au seuil OMS de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  depuis 2013 (Figure 6).

Figure 6. Moyennes annuelles des particules PM10 mesurées par la station fixe de la base de loisirs Léry-Poses, de 2008 à 2020 (source : Atmo-Normandie)



La commune de Pont-de-l'Arche est traversée par un trafic automobile important, se situant proche d'une sortie de l'autoroute. Une campagne de mesures réalisée par Atmo Normandie en 2009 montrait des concentrations en NO2 supérieures à la valeur de référence ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition annuelle) sur un des deux sites de mesure à Pont-de-l'Arche (le dioxyde d'azote étant un très bon traceur de la pollution automobile). Pour le benzène, les valeurs étaient très inférieures à la valeur limite ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et proche de l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Depuis 2010, une déviation a permis de baisser la circulation en centre-ville. Une nouvelle campagne de mesures a été réalisée en 2019. Les résultats montraient des concentrations en

NO2 plus faibles. Si l'on compare les résultats obtenus lors de la campagne de 2009 à ceux de 2019 obtenus aux mêmes périodes de l'année, on constate que les concentrations sont environ deux fois plus faibles en 2019 et donc inférieures à la valeur de référence. Ceci peut s'expliquer à la fois par la réduction des émissions automobiles ces 10 dernières années et par la mise en place du contournement de Pont-de-l'Arche.

### *Mesure de l'air – Secteur Alizay*

Une mesure de l'état environnemental a été réalisée sur la commune d'Alizay en 2020. Cette mesure a été faite par un bureau d'étude extérieur (IRH) et indépendant des industriels à la demande de l'inspection des installations classées afin de disposer d'un état initial de l'environnement (air notamment) avant la mise en service d'une unité de traitement de terres polluées sur la commune d'Alizay. Cet état initial permet donc de connaître la situation de la qualité de l'air ambiant et des retombées de poussières par rapport aux normes existantes pour certains paramètres sur une zone qui est au milieu de l'aire d'étude.

Cette campagne s'est déroulée au 29 janvier 2020 au 28 février 2020. Une vingtaine de paramètres ont été mesurés, notamment des composés organiques volatils particuliers comme le benzène. Les conclusions de cette campagne de mesure sont le respect des normes de qualité de l'air ambiant pour les paramètres qui en disposent. Les valeurs mesurées n'ont pas fait l'objet de remarque particulière de la part de l'inspection des installations classées et du bureau d'étude.

## Sites industriels

### *Présentation des activités industrielles*

Durant les échanges avec les familles, certains parents ont exprimé leur inquiétude par rapport à la présence d'entreprises dans leur voisinage : Manoir industrie, carrière d'extraction de sable et papeterie Double A.

L'inventaire Basol et Basias a montré que les sites d'activité présents sur la zone géographique définie plus haut étaient les suivants : des dépôts de liquides inflammables utilisés par des particuliers ou des entreprises (le plus souvent pour le chauffage domestique), des supermarchés, des garages automobiles, des stations essence et des activités industrielles diverses.

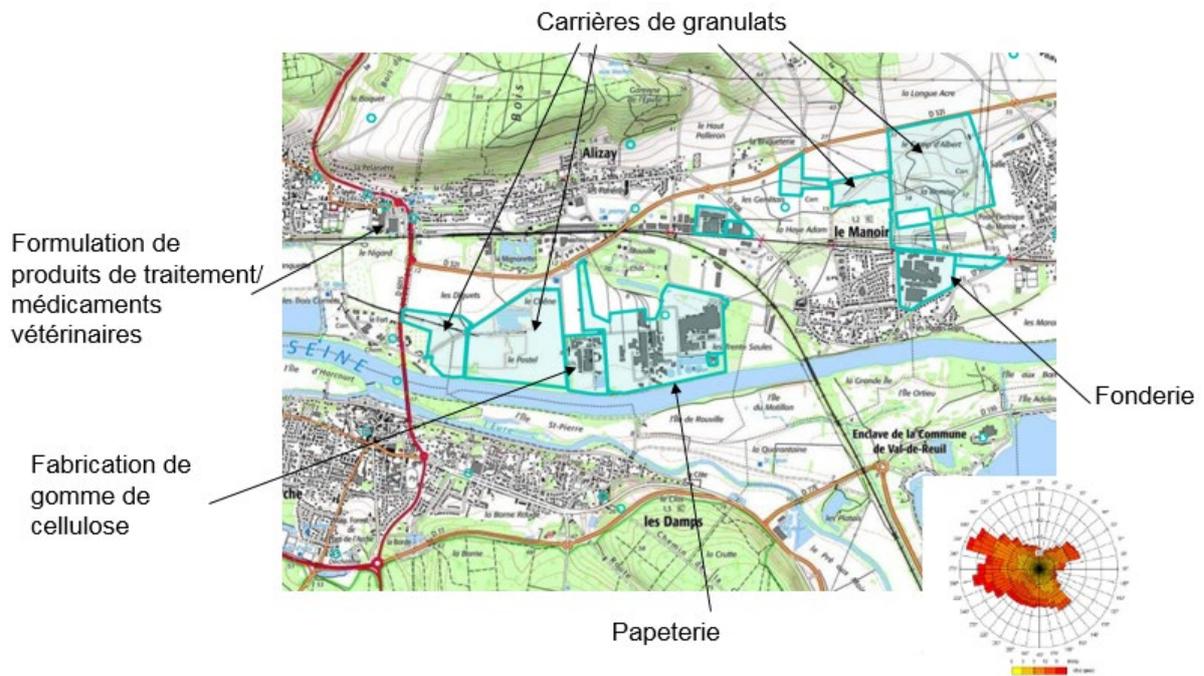
Parmi ces activités industrielles (Figure 7), figuraient :

- **Carrières** (Lafarge, Cemex, RMM): il s'agit de l'extraction de granulats (sables et cailloux) par une activité mécanique (pelle) réalisée en eau (limitation émission de poussières). Il ne s'agit pas de matériaux particuliers et les méthodes d'extraction/traitement des matériaux employées n'utilisent pas de produits chimiques. Du fait de l'extraction en eau limitant fortement les émissions de poussières ces sites d'extraction ne sont pas soumis à des mesures de retombées de poussières ;
- **Papeterie** (Double A) : le site fabrique du papier blanc pour imprimante/photocopieuse à partir de pâte à papier. La pâte à papier est acheminée sur le site où elle est mélangée à de l'eau pour former une pâte liquide avec ajouts d'additifs (amidon de maïs, talc, agents azurants comme ceux utilisés dans les lessives pour le linge) dirigée ensuite sur des rouleaux d'acier chauffé par de la vapeur d'eau. L'eau contenue dans la pâte s'évapore et est rejetée à l'extérieur par des cheminées (panaches blancs visibles). Le site est maintenant alimenté par une chaudière à bois récente (mise en service janvier 2021). L'ancienne chaudière à bois montrait des dépassements de la valeur limite de rejet pour le paramètre monoxyde de carbone (CO) pendant les phases de démarrage et d'arrêt de la chaudière liées aux arrêts de production de papier. Tous

les autres paramètres mesurés ne montraient pas de dépassement des valeurs limites de rejets. Des mesures des teneurs en Composés Organiques Volatils (COV) dans les rejets atmosphériques de la machine à papier ont été réalisées en 2019 et 2020 sans montrer la présence de COV pour l'un des deux contrôles et pour l'autre une teneur très faible ;

- **Fabrication de gomme de cellulose (Ashland):** la gomme de cellulose est un produit épaississant utilisé dans de nombreuses applications courantes: additif alimentaire (E466), larmes artificielles, épaississant dans les dentifrices, peinture à l'eau, boues de forage. Cette gomme de cellulose est extraite de pâte à papier sur le site d'Alizay. Les inspections menées en 2017 et 2020 sur les rejets atmosphériques n'ont pas montré d'écarts réglementaires sur le respect des valeurs limites de rejets (Composés Organiques Volatils COV et poussières) ;
- **Fonderie fabrication de pièces en acier (Manoir Industries) :** à partir de minerai et d'acier, des formulations d'acier inoxydable sont réalisées sur le site et ensuite moulées pour donner des pièces mécaniques. Depuis 2017 ce site a fait l'objet d'inspections débouchant sur la mise en œuvre de mesures de sanctions administratives pour que les rejets atmosphériques soient mis en conformité avec les valeurs limites de rejet figurant dans l'arrêté préfectoral. Ce point est détaillé dans le paragraphe suivant ;
- **Formulation de composés pour médicaments/produits de traitement vétérinaire (Intervet) :** le site reçoit les principes actifs fabriqués sur d'autres usines et les conditionne en petits volumes/pipettes destinées à la vente finale. Les mesures effectuées par des organismes extérieurs des rejets canalisés en 2019 et 2020, à la demande de l'inspection des installations classées, n'ont pas montré de dépassement de la valeur repère de 2 kg/h en termes de rejets de COV figurant dans la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Figure 7. Activité industrielle dans le secteur de Pont-de-l'Arche – Igoville (source : Dreal)



La rose des vents sur la Figure 9 présente l'origine des vents mesurés sur 3 ans (de 2015 à 2017). Cette juxtaposition montre que les établissements industriels ne sont pas sous le vent par rapport aux communes d'Igoville, Pont-de-l'Arche et Alizay.

## Réglementation environnementale

Les sites recensés précédemment sont des installations classées pour la protection de l'environnement. Cette réglementation classe les sites en trois catégories selon l'importance des risques générés : du régime de la déclaration pour les établissements présentant le moins de risque au régime de l'autorisation pour ceux présentant le plus de risques ou d'impact. En complément, les sites peuvent être qualifiés de « Seveso » au sens d'une directive européenne, s'ils présentent de forts risques accidentels (a priori ce n'est pas ce sujet qui est pertinent pour cette étude) ; et ils peuvent relever de la directive européenne IED (Industrial Emission Directive) s'ils présentent de forts enjeux en matière de rejets, ce qui est le sujet de cette étude. Dans le cas présent, 3 des 5 catégories réglementaires existantes :

- Intervet (Igoville) : formulation de médicaments vétérinaires, établissement soumis à déclaration ;
- Lafarge, Cemex, RMM (Alizay, Manoir) : extraction de cailloux/granulats (carrières) : établissements soumis à autorisation ;
- Double A (Alizay) : papeterie, établissement soumis à autorisation et classé IED ;
- Manoir Industries (Manoir) : fonderie d'acier : établissements soumis à autorisation et classé IED ;
- Ashland (Alizay) : fabrication de gomme de cellulose, établissement Seveso Seuil Bas.

Les établissements soumis à la directive IED sont ceux dont le niveau des rejets liquides ou gazeux doit respecter des normes européennes (MTD) en plus des normes françaises qui ne peuvent pas être moins contraignantes que les normes européennes. Les établissements Seveso sont ceux présentant un niveau de risque accidentel potentiel important avec deux catégories (Seuil Bas et Seuil Haut) et une réglementation européenne et française spécifique en termes de risques d'accidents. Chacun des sites recensés doit donc respecter des normes de rejets et fait l'objet de contrôles réguliers. Ces contrôles sont réalisés par des organismes extérieurs (mesure de la qualité des rejets) et par l'inspection de l'environnement/inspection des installations classées du ministère de la transition écologique.

Selon les enjeux de l'établissement, les inspecteurs de l'environnement/inspecteur des installations classées procèdent à des contrôles sur site à une périodicité proportionnée et encadrée nationalement. Pour les sites dont il est question ici, il s'agit d'un contrôle a minima chaque année pour certains sites (papeterie, fonderie, fabrication de gomme de cellulose), et a minima tous les 3 ans pour d'autres (carrières). Les sites à simple déclaration sont visités uniquement par sondage, ou en cas de signalement ou d'accident.

Suite au lancement de l'investigation de Santé publique France Normandie, chaque site recensé (hormis les carrières) a fait l'objet d'une inspection en 2019/2020 sur les rejets atmosphériques, l'emploi de produits présentant des risques particuliers pour la santé humaine et des quantités présentes. Des mesures spécifiques de recherches de composés organiques volatils (COV) ont été menées sur la machine à papier de la papeterie et sur les rejets du site de fabrication de médicaments vétérinaires (soumis à déclaration).

Les constats réalisés lors des inspections spécifiques menées en 2019 et lors des inspections menées sur ces sites depuis ces 5 dernières années n'ont pas montré d'écarts réglementaires majeurs concernant le respect des valeurs de rejets atmosphériques sauf pour un site (fonderie) situé en limite du périmètre d'étude et qui n'est pas situé sous les vents dominant sur les communes d'Igoville, Pont-de-l'Arche et Manoir. La fonderie a fait l'objet de mesures dans l'environnement par un organisme extérieur à la demande de l'inspection des installations classées (mesures des retombées de poussières sur la commune de Manoir). Les valeurs mesurées dans les retombées de poussières sur la commune de Manoir ont été intégrées dans une étude EQRS menée par un bureau d'étude extérieur. Cette étude a conclu que si les valeurs de rejets environnementales dans les cheminées du site étaient dépassées, les

seuils sanitaires liés à ces rejets étaient respectés en termes de santé publique. Cette étude a été communiquée à l'Agence régionale de santé de Normandie.

Concernant la papeterie, des dépassements ponctuels pour le monoxyde de carbone ont été constatés sur les rejets atmosphériques de la chaudière biomasse de Double A, remplacée par une chaudière neuve en 2020.

## 4. CONCLUSION

Un regroupement spatio-temporel de pathologie non infectieuse peut s'expliquer soit par une exposition à un facteur de risque commun à la plupart des malades, soit par une distribution aléatoire des cas (la répartition des malades n'étant pas nécessairement homogène sur une zone géographique et une période donnée). L'enjeu de santé publique est donc important (il s'agit de distinguer entre les deux situations) et justifie la mise en œuvre d'une étude.

Les cancers pédiatriques constituent un groupe de maladies peu fréquentes, dont les origines sont mal connues et probablement plurifactorielles. Le travail d'enquête repose donc sur un paradigme scientifique fragile et l'expérience montre qu'il est rare de mettre en évidence un ou des facteurs de risque commun aux enfants appartenant à un regroupement spatio-temporel (13).

Les équipes de Santé publique France suivent le Guide méthodologique pour l'investigation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses (5) afin de :

- déterminer s'il existait effectivement un excès significatif du nombre d'enfants atteints de cancers pédiatriques dans la population observée sur le périmètre géographique signalé ;
- déterminer le cas échéant s'il existait une ou des cause(s) locale(s) au regroupement de cas, autres que le hasard, sur la ou lesquelles il serait possible d'agir.

L'investigation présentée dans ce rapport fait suite au signalement par des familles de plusieurs cas de cancers pédiatriques survenus dans le secteur de Pont-de-l'Arche entre 2017 et 2019. L'Agence régionale de santé de Normandie a mandaté Santé publique France pour investiguer cette suspicion de regroupement spatio-temporel.

L'agrégat comprenait 11 cas de cancer pédiatrique dont 6 cas de leucémie diagnostiqués entre 2017 et 2019. La proportion des différents types de cancer, la moyenne d'âge ainsi que le sex-ratio étaient en cohérence avec ce qui était observé au niveau national. L'analyse statistique a conclu à l'existence sur la période 2017-2019 d'un nombre plus élevé qu'attendu d'enfants atteints de leucémie sur une zone géographique restreinte à l'échelle communale. L'enquête épidémiologique descriptive n'a pas identifié de facteur de risque commun à ces enfants ni d'hypothèse étiologique qui requerrait une investigation complémentaire spécifique. L'état des lieux environnemental n'a pas identifié d'exposition environnementale pouvant correspondre à une étiologie commune. Dans le cadre de cette investigation, la Dreal a réalisé des contrôles des industries du secteur. Les données recueillies n'ont pas mis en évidence d'anomalie dans la situation des entreprises en termes de rejets atmosphériques dépassant les seuils sanitaires.

En l'absence d'hypothèse étiologique, la réalisation d'une campagne de mesures environnementale spécifique supplémentaire ne se justifie pas.

Au final, les éléments disponibles ne sont pas en faveur d'une cause commune au regroupement spatio-temporel constaté, mais plutôt d'un regroupement de cas qui reflète les fluctuations naturelles de la répartition spatio-temporelle aléatoire du nombre de cas. Sur la base de cette hypothèse, nous proposons de mettre en place une surveillance afin d'identifier tout nouveau cas et réévaluer régulièrement la situation.

Cette surveillance sera réalisée par l'identification de nouveaux malades par l'interrogation régulière du service d'oncologie pédiatrique du CHU de Rouen et du Registre National des Cancers de l'Enfant.

Les investigations de clusters s'intègrent dans une démarche globale de prise en charge en oncologie pédiatrique, incluant en tout premier lieu une prise en charge clinique des patients, un accompagnement des patients et de leur entourage. L'investigation de foyers groupés telle que décrite dans ce document vise à rechercher une cause commune à différents cas de cancers pédiatriques sur la base des connaissances scientifiques actuelles. L'absence de cause retrouvée est fréquente dans les investigations de cluster de cancers pédiatriques. Ces investigations restent cependant essentielles pour agir sur une exposition identifiée comme cause commune à plusieurs cas. Dans le prolongement de ce travail et pour progresser collectivement sur les étiologies possibles de cancer, les efforts des programmes de recherche sur les cancers pédiatriques, engagés notamment dans le cadre de la stratégie décennale de lutte contre les cancers et en lien avec des consortiums européens, doivent être accentués.

## Références bibliographiques

1. Lacour, B., A. Guyot-Goubin, et al. (2010). "Incidence of childhood cancer in France: National Children Cancer Registries, 2000-2004." *Eur J Cancer Prev* 19(3): 173-181.
2. Clavel J. Facteurs de risques environnementaux des cancers de l'enfant. *Oncologie*. 1 nov 2016;18(11-12):579-82.
3. Sermage-Faure C. Incidence des leucémies de l'enfant en fonction de la proximité et des caractéristiques générales de diverses sources d'expositions environnementales [Internet] [These de doctorat]. Paris 11; 2012 [cité 3 janv 2021]. Disponible sur : <https://www.theses.fr/2012PA11T028>
4. Cancer Clusters|CDC [Internet]. 2019 [cité 24 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.cdc.gov/nceh/clusters/default.htm>
5. Santé publique France. Guide méthodologique pour l'évaluation et la prise en charge des agrégats spatio-temporels de maladies non infectieuses. Edition 1.2 [Internet]. Disponible sur: </notices/guide-methodologique-pour-l-evaluation-et-la-prise-en-charge-des-agregats-spatio-temporels-de-maladies-non-infectieuses.-edition-1.2>
6. Lacour B, Clavel J. [Epidemiological aspects of childhood cancer]. *Rev Prat*. nov 2014;64(9):1264-9.
7. Kheifets L, Swanson J, Yuan Y, Kusters C, Vergara X. Comparative analyses of studies of childhood leukemia and magnetic fields, radon and gamma radiation. *J Radiol Prot Off J Soc Radiol Prot*. 26 juin 2017;37(2):459-91.
8. Laurent O, Ancelet S, Richardson DB, Hémon D, Ielsch G, Demoury C, et al. Potential impacts of radon, terrestrial gamma and cosmic rays on childhood leukemia in France: a quantitative risk assessment. *Radiat Environ Biophys*. mai 2013;52(2):195-209.
9. Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, et al. Childhood leukaemia close to high-voltage power lines--the Geocap study, 2002-2007. *Br J Cancer*. 14 mai 2013;108(9):1899-906.
10. IRSN. Réseau Téléray [Internet]. Disponible sur: <http://teleray.irsn.fr/>
11. Basol : Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif | Géorisques [Internet]. Disponible sur: <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/basol>
12. Inventaire historique des anciens sites industriels et activités de service (Basias) | Géorisques [Internet]. Disponible sur: <https://www.georisques.gouv.fr/risques/basias/>
13. Germonneau P, Tillaut H, Santo EGDE, Borraz O. Methodological aspects of investigating reports of non-infectious disease clusters. *Environ Risques Santé*. 1 sept 2005;4(5):329-34.

# Annexe 1. Questionnaire

<p style="text-align: center;"><b>ENQUETE ÉPIDEMIOLOGIQUE</b> <b>Hémopathies malignes chez les enfants résidant</b> <b>dans la zone de Pont-de-l'Arche (27)</b> <b>Mars 2020 - Questionnaire aux familles</b></p>
---

Ce document vous est envoyé suite à la validation du signalement de regroupement de cas de cancers pédiatriques. Le but de ce questionnaire est de nous aider à retrouver des éléments partagés par les cas concernés, en particulier un lieu, une zone particulière où une source anormale pourrait être identifiée. En cas de succès, cela nous permettrait de mettre en place des mesures de santé publique, permettant l'éviction de la (ou des) source(s) et de s'assurer qu'un tel événement ne se reproduise.

Nous vous rappelons que notre investigation ne rentre pas dans le cadre de la recherche, et que nous n'avons pas pour objectif de mettre en évidence les facteurs de risque individuels, d'expliquer chaque cas individuellement, mais bien de trouver l'élément à l'origine de ce regroupement de cas dans la zone et la période d'étude définies et d'agir sur celui-ci.

Votre enfant	Père	Mère
--------------	------	------

## Votre enfant : diagnostic, prise en charge, antécédents

### Informations concernant votre enfant (jusqu'au diagnostic de cancer)

#### Caractéristiques sociodémographiques de votre enfant

Initiales de votre enfant : \_\_\_ \_\_\_

Sexe :  Garçon  Fille

Date de naissance : \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

Lieu de naissance :

Adresse : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

#### Environnement du lieu de résidence de la naissance au moment du diagnostic

Précisez les lieux de résidence principale de manière chronologique, du plus récent au plus ancien.

Habitat n°1 (si séparation des parents, résidence de la mère) :

N° et Rue : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ à \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

Habitat n°2 (si séparation des parents, résidence du père) :

N° et Rue : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ à \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

Autres informations relatives à l'enfant : mode de garde, scolarité de votre enfant

**Petite enfance :**

À la maison :

De \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Crèche :

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Halte-garderie :

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Nourrice 1 :

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Nourrice 2 :

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Autre mode de garde (ex. : famille) :

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_

Durée de séjour : de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/ à \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_/

**Écoles fréquentées :**

École maternelle : \_\_\_\_\_

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_

Année d'entrée en école maternelle : \_\_\_\_\_

Niveau d'entrée (PS, MS ou GS) : \_\_\_\_\_

École élémentaire : \_\_\_\_\_

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_

Année d'entrée en école élémentaire : \_\_\_\_\_

Niveau d'entrée (du CP au CM2) : \_\_\_\_\_

Collège : \_\_\_\_\_

Adresse complète : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_-\_\_\_-\_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_

Année d'entrée au collège : \_\_\_\_\_

Niveau d'entrée (de la 6<sup>e</sup> à la 3<sup>e</sup>) : \_\_\_\_\_

Votre enfant	Père	Mère
--------------	------	------

**Centre aéré (si fréquenté régulièrement) :**

- Centre aéré N°1 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Centre aéré N°2 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Centre aéré N°3 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Activités extra-scolaires (si participation) :**

- Activité N°1 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Activité N°2 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Activité N°3 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Activité N°4 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- Activité N°5 : \_\_\_\_\_  
 Adresse complète : \_\_\_\_\_  
 Code postal : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 Durée : de \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ à \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Votre enfant	Père	Mère
--------------	------	------

### Antécédents médicaux personnels de votre enfant

Votre enfant était-il atteint d'une autre pathologie grave ou chronique ou de malformations congénitales ?

Non  Oui

*Si oui, laquelle (ou lesquelles) et la (ou les) date(s) de diagnostic ?*

---



---



---

Une de ces pathologies a-t-elle nécessité des séances de radiothérapie (rayons) ?

Non  Oui

Si oui, quelles sont les dates de traitement pour les pathologies concernées ?

Date début : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Date de fin de traitement : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Date début : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Date de fin de traitement : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Date début : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Date de fin de traitement : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Votre enfant a-t-il pris des médicaments au long cours (pendant au moins un mois) ?

Non  Oui

Si oui, pouvez-vous donner des précisions (nom du traitement, raison, période de traitement) ?

---



---



---

Votre enfant est-il atteint d'une maladie génétique ?

Non  Oui  Ne sait pas

Si oui, quelle(s) maladie(s) ?

Syndrome de Down

Anémie de Fanconi

Syndrome de Bloom

Ataxie télangiectasie

Autre maladie génétique (précisez) : \_\_\_\_\_

Votre enfant a-t-il passé plusieurs examens d'imagerie médicale (scanner, radiographie, scintigraphie) hormis ceux ayant permis le diagnostic de cancer ?

Aucun  Entre 1 et 5  Entre 5 et 10  Plus de 10

Si oui, quelles en étaient les raisons ?

---



---



---

Votre enfant	Père	Mère
--------------	------	------

## Le père : activités professionnelles, antécédents

Informations concernant le père (jusqu'au diagnostic de cancer de votre enfant)

### Activités professionnelles du père

Renseignez vos professions exercées (de la plus récente à la plus ancienne)

Profession (ex. : secrétaire)	Secteur d'activité (ex. : métallurgie)	Nom de la société	Commune	Période d'exercice (mois/année)
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___

L'une de vos professions impliquait-elle une exposition à des rayonnements ionisants ?

Non    Oui    Ne sait pas

Si oui, dans quel milieu ?

Médical    Industrie nucléaire    Transports aériens

Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

Si oui, portez-vous un dosimètre ?

Non    Oui

### Antécédents médicaux du père

Avez-vous été traité par radiothérapie (séances de rayons) ?

Non    Oui

Si oui, à quelle période ?

Avant la naissance de votre enfant    Après la naissance de votre enfant

Date début : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_   Date de fin de traitement : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Avez-vous pris des médicaments au long cours (pendant au moins un mois) ?

Non    Oui

Si oui, pouvez-vous donner des précisions (nom du traitement, raison, période de traitement) ?

---



---



---

Votre enfant	Père	Mère
--------------	------	------

## La mère : activités professionnelles, antécédents, grossesse

Informations concernant la mère (jusqu'au diagnostic de cancer de votre enfant)

### Activités professionnelles de la mère

Renseignez vos professions exercées (de la plus récente à la plus ancienne)

Profession (ex. : secrétaire)	Secteur d'activité (ex. : métallurgie)	Nom de la société	Commune	Période d'exercice (mois/année)
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___
				De ___/___ A ___/___

L'une de vos professions impliquait-elle une exposition à des rayonnements ionisants ?

Non  Oui  Ne sait pas

Si oui, dans quel milieu ?

Médical  Industrie nucléaire  Transports aériens

Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

Si oui, portez-vous un dosimètre ?

Non  Oui

### Antécédents médicaux de la mère

Avez-vous été traité par radiothérapie (séances de rayons) ?

Non  Oui

Si oui, à quelle période ?

Avant la grossesse  Pendant la grossesse  Après la grossesse

Date début : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Date de fin de traitement : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Avez-vous pris des médicaments au long cours (pendant au moins un mois) ?

Non  Oui

Si oui, pouvez-vous donner des précisions (nom du traitement, raison, période de traitement (avant, pendant, après la grossesse)) ?

---



---



---



---

