

**SANTÉ
ENVIRONNEMENT**

SEPTEMBRE 2023

MÉTHODES ET REPÈRES

SANTÉ POST-INCENDIE 76.
SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE
DE LA POPULATION VIVANT
DANS LE TERRITOIRE EXPOSÉ
À L'INCENDIE INDUSTRIEL DE ROUEN
DU 26 SEPTEMBRE 2019

Protocole d'étude

RÉGION
NORMANDIE

Résumé

Santé post-incendie 76. Surveillance épidémiologique de la population vivant dans le territoire exposé à l'incendie industriel de Rouen du 26 septembre 2019 Protocole d'étude

Le 26 septembre 2019, un important incendie industriel s'est déclaré dans les entrepôts de Lubrizol et NL Logistique, situés dans la zone portuaire de Rouen. L'incendie a produit un important panache de fumée pendant plusieurs heures, associé à des retombées de suies et des odeurs jusqu'à plusieurs mois après l'incendie. Un dispositif d'évaluation épidémiologique des conséquences sanitaires, à court, moyen et long terme, de cet incendie a été mis en place par Santé publique France. Nommé « Santé post-incendie 76 », ce dispositif comprend différentes études et travaux dont une surveillance épidémiologique de la population générale. Ce document présente un premier volet de cette surveillance.

Son objectif est de suivre l'évolution temporelle de la fréquence d'événement de santé au sein de la zone exposée à l'incendie industriel afin de détecter des augmentations anormales qui pourraient constituer un signal sanitaire.

Elle repose sur le suivi de l'évolution dans le temps d'indicateurs de santé au sein de la zone exposée à l'incendie, et de sa comparaison à celle de zones non exposées ou période de référence. La zone exposée à l'incendie ou à ses conséquences est similaire à celle de l'enquête de santé et de qualité de vie « Une étude à l'écoute de votre santé » et comprend 119 communes de Seine-Maritime. Les deux zones non exposées se situent, respectivement, autour des villes du Havre et de Caen.

Les indicateurs sanitaires sont calculés à partir des données du Système national des données de santé (SNDS). Ils concernent de manière générale le recours aux soins et les hospitalisations, pour différents événements de santé (de type cardiovasculaire, respiratoire et du domaine de la santé mentale et de la périnatalité) qui seront suivis pendant des périodes différentes selon le type d'indicateurs.

Ce document présente la méthode mise en place pour assurer cette surveillance.

MOTS-CLÉS : INCENDIE INDUSTRIEL, ACCIDENT TECHNOLOGIQUE, INDUSTRIE CHIMIQUE, EXPOSITION ENVIRONNEMENTALE, SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE, BASE DE DONNÉES MÉDICO-ADMINISTRATIVES, SNDS, PROTOCOLE

Citation suggérée : Blanchard M et l'équipe projet. *Santé post-incendie 76. Surveillance épidémiologique de la population vivant dans le territoire exposé à l'incendie industriel de Rouen du 26 septembre 2019*. Protocole d'étude. Saint-Maurice : Santé publique France, 2022. 55 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.santepubliquefrance.fr>

ISSN : 2647-4816 - ISBN-NET : 979-10-289-0858-4 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : SEPTEMBRE 2023

Abstract

Post-Fire Health 76. Epidemiological monitoring of the population living in the territory exposed to the industrial fire in Rouen, on September 26, 2019

Study protocol

On September 26, 2019, a major industrial fire was reported in the warehouses of 2 companies, located in the port area of Rouen (Normandy). The fire produced a large smoke plume during twelve hours, along with soot deposits and odours during long after the fire. Santé publique France conducted an epidemiological evaluation of the short, medium and long-term health consequences of this fire. Named "Post-fire health 76", this evaluation comprises various studies, including epidemiological monitoring of the general population. This document presents an initial component of this monitoring.

Its aim is to monitor the evolution over time of the frequency of health events within the area exposed to the industrial fire in order to detect abnormal increases that could constitute a health signal.

It involves monitoring of changes in health indicators over time within the area exposed to the fire, and comparison with non-exposed areas or a reference period. The area exposed to the fire or its consequences is similar to that of the health survey named "A study that listens to your health" and includes 119 municipalities in Seine-Maritime district. The two non-exposed areas are located, respectively, around cities of Le Havre and Caen.

Health indicators are calculated using data from the National Health Data System (SNDS). They generally involve the use of healthcare and hospitalisations, for various health events (such as cardiovascular, respiratory and mental health and pregnancy and childbirth) which will be tracked for different periods depending on the type of indicators.

This document presents the method used to carry out this monitoring.

KEYWORDS: INDUSTRIAL FIRE, TECHNOLOGICAL ACCIDENT, CHEMICAL INDUSTRY, ENVIRONMENTAL EXPOSURE, EPIDEMIOLOGICAL MONITORING, MEDICAL-ADMINISTRATIVE DATABASE, SNDS, PROTOCOL

Suggested citation: Blanchard M. *Santé post-incendie 76. Surveillance épidémiologique de la population vivant dans le territoire exposé à l'incendie industriel de Rouen du 26 septembre 2019*. Protocole d'étude. Saint-Maurice : Santé publique France, 2022. 55 p. Available at the URL: <https://www.santepubliquefrance.fr>

ISSN: 2647-4816 - ISBN-NET: 979-10-289-0858-4 - PRODUCED BY THE COMMUNICATIONS DEPARTMENT, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - LEGAL SUBMISSION: JUNE 2023

Coordination du projet

Myriam Blanchard Santé publique France, Direction des régions

Membres du groupe de travail (Santé publique France)

Nahida Atiki	Direction des régions
Franck Golliot	Direction des régions
Nadège Marguerite	Direction des régions
Mélanie Martel	Direction des régions
Michel Vernay	Direction des régions
Chloé Vigneron	Direction des régions
Yaya Barry	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes
Marie-Christine Delmas	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes
Valérie Olié	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes
Christophe Bonaldi	Direction appui, traitements et analyses de données
Lisa Cahour	Direction appui, traitements et analyses de données

Comité d'appui thématique

Le présent protocole a été soumis, aux membres du comité d'appui thématique « Évaluation de l'impact de l'incendie des entreprises Lubrizol et Normandie Logistique sur la santé de la population ».

Olivier Borraz	Directeur de recherche CNRS. Directeur du Centre de sociologie des organisations à Sciences Po Paris.
Robert Garnier	Médecin toxicologue, ancien responsable du centre antipoison de Paris.
Anne Maître	Professeur des universités praticien hospitalier, université de Grenoble, responsable de l'unité de toxicologie professionnelle et environnementale CHU Grenoble.
Maria Melchior	Directeur de recherche, Inserm U1136, Hôpital Paul Brousse, Villejuif.
Jean-Claude Pairon	Responsable de l'Unité pathologies professionnelles, Service de pneumologie et pathologies professionnelles, Centre hospitalier intercommunal de Créteil (CHIC).

Relecteurs

Membres du Comité d'appui thématique.

Remerciements

Nous remercions les nombreuses personnes qui ont participé à la production de ce protocole.

Abréviations

ALD	Affection de longue durée
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail
ATC	Classification anatomique, thérapeutique et chimique (<i>Anatomical Therapeutic Chemical Classification</i>)
AVC	Accident vasculaire cérébral
BPCO	Bronchopneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène-toluène-éthylbenzène-xylène
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
CIM	Classification internationale des maladies
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
Cnam	Caisse nationale de l'Assurance Maladie
DA	Diagnostic associé
Dinum	Direction interministérielle du numérique
DNSM	Dispositif national de surveillance des mésothéliomes
DP	Diagnostic principal
DR	Diagnostic relié
EQRS	Évaluation quantitative des risques sanitaires
Fdep	Indice de défavorisation sociale - <i>French deprivation index</i>
Ehpad	Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HTA	Hypertension artérielle
IC	Insuffisance cardiaque
IC95%	Intervalle de confiance à 95 %
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
IMG	Interruption médicale de grossesse
Inca	Institut national du cancer
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Iris	Ilots regroupés pour l'information statistique
IVG	Interruption volontaire de grossesse
LMA	Leucémie myéloïde aiguë
MVTE	Maladie veineuse thromboembolique
OMS	Organisation mondiale de la santé
PM2,5	Particules atmosphériques de diamètre inférieur à 2,5 micromètres
PMSI	Programme de médicalisation des systèmes d'information
PNSM	Programme national de surveillance du mésothéliome
ReDSiam	Réseau pour l'utilisation des données du système national des données de santé
RNCE	Régistre national des cancers de l'enfant
RR	Rapport de taux (rate ratio)
SA	Semaines d'aménorrhées
SCA	Syndrome coronarien aigu
SO₂	Dioxyde de soufre
SNDS	Système national des données de santé
TSPT	Trouble de stress post-traumatique
US-EPA	<i>United States - Environmental Protection Agency</i>

Sommaire

Résumé	2
Coordination du projet, membres du groupe de travail, relecteurs	4
Remerciements.....	4
Abréviations.....	5
1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE	7
2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	8
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES	9
3.1 Design d'étude	9
3.2 Population d'étude	9
3.3 Zone d'étude.....	9
3.3.1 Zone exposée à l'incendie	9
3.3.2 Zones non exposées	10
3.4 Estimation de la population d'étude.....	11
3.5 Période d'étude.....	12
3.6 Événements de santé étudiés	13
3.6.1 Méthode de sélection des événements de santé à surveiller	13
3.6.2 Recensement des événements de santé d'intérêt	14
3.6.3 Identification et choix des indicateurs de santé.....	20
3.7 Autres variables	26
3.8 Analyses statistiques	26
3.8.1 Analyses descriptives	27
3.8.2 Comparaison avant / après.....	27
3.8.3 Comparaison exposé / non exposé	28
3.8.4 Outils d'analyses	28
3.9 Limites	29
3.9.1 Pour la population d'étude	29
3.9.2 Pour les indicateurs de santé	29
3.9.3 Pour la prise en compte des facteurs de confusion.....	30
4. COMITOLOGIE.....	31
5. CONSIDÉRATIONS RÉGLEMENTAIRES ET ÉTHIQUES.....	31
6. PUBLICATION DES RÉSULTATS ET VALORISATION	31
7. ANNEXES.....	32
Annexe 1 : Listes des communes de la zone exposée et des zones non exposées	32
Annexe 2 : Tableaux comparatifs d'indicateurs socioéconomiques.....	36
Annexe 3 : Fiches détaillées des indicateurs de santé.....	37
Annexe 4 : Identification du lieu de résidence dans le SNDS.....	45
Annexe 5 : Différence pouvant être mis en évidence dans l'étude selon le taux d'incidence de l'événement de santé dans la zone exposée et les zones non exposées	47
Références bibliographiques	48

1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

À la suite de l'incendie industriel survenu le 26 septembre 2019 à Rouen sur les sites des entreprises Lubrizol et NL Logistique, Santé publique France a mis en place le dispositif « Santé post-incendie 76 » dont l'objectif est de mener une évaluation épidémiologique des potentielles conséquences sanitaires de cet incendie [1]. Ce dispositif comprend plusieurs travaux complémentaires afin de couvrir les différentes populations touchées et les effets à court, moyen et long terme.

L'incendie, qui a duré douze heures, a produit un important panache de fumée noire et dense qui a poursuivi une trajectoire vers le nord-est, au-dessus des régions Normandie et Hauts-de-France. Des composants du panache sont retombés au sol sur une vaste zone au nord-est et de nombreux dépôts de suies, visibles à l'œil nu, ont été constatés. Un feu couvant a subsisté jusqu'au 7 octobre 2019 et a été source d'importantes odeurs. Les suites de cet incendie ont été particulièrement marquées par les odeurs perçues par la population riveraine. Très fortes au cours des premières semaines, ces odeurs incommodantes ont persisté pendant plusieurs mois, liées aux activités de dépollution du site (chantier de nettoyage jusqu'en septembre 2020).

La surveillance mise en place immédiatement après l'incendie puis l'enquête de santé et de qualité de vie, nommée « Une étude à l'écoute de votre santé », réalisée un an après, ont permis de décrire les expositions perçues et certains effets à court terme, au travers des symptômes rapportés par les groupes de populations exposés à l'incendie [2, 3]. La surveillance immédiate n'a pas montré d'augmentation des recours aux services de soins d'urgences en dehors d'une légère augmentation des recours pour asthme. Concernant les effets à court terme identifiés dans l'enquête de santé et de qualité de vie, il s'agissait principalement de symptômes psychologiques (stress, anxiété, angoisse, panique), oto-rhino-laryngologiques (picotement des narines, de la gorge, écoulement et obstruction nasale), généraux (céphalée, malaise, fatigue), oculaires (larmoiement, rougeur conjonctivale), respiratoires (toux, dyspnée, plus rarement crise d'asthme) et de troubles du sommeil. Une altération de la santé psychologique mesurée à un an après l'incendie a aussi été mise en évidence et décrite en termes d'anxiété, dépression et stress post-traumatique, notamment pour les personnes dont la résidence était située dans un périmètre proche des sites industriels incendiés [2, 3]. D'autres études ont été menées par les professionnels hospitaliers concernant les passages aux urgences ophtalmologiques et les événements coronariens à travers le registre des coronarographies. Ces études n'ont pas montré d'augmentation significative de ces événements de santé après l'incendie [4, 5].

Le dispositif prévoit également une surveillance épidémiologique des populations exposées, afin de compléter la surveillance immédiate des recours aux soins d'urgence et l'enquête de santé et de qualité de vie déjà réalisées. Cette surveillance permettra de détecter une éventuelle évolution défavorable de l'état de santé qui pourrait constituer un signal sanitaire. En cas de détection d'un tel signal, il s'agira de proposer une étude spécifique complémentaire et/ou la mise en place d'interventions de santé publique. Cette surveillance repose notamment sur le suivi au cours du temps d'indicateurs de santé calculés à partir des données du Système national des données de santé (SNDS). Le SNDS centralise les données des hospitalisations et des recours au système de soins (consultations médicales, médicaments prescrits et délivrés, examens médicaux...) ayant fait l'objet d'un remboursement de l'Assurance Maladie de la population, quel que soit son régime d'assurance maladie [6]. Il permettra donc de suivre, pour l'ensemble de la population, de nombreux indicateurs de santé et de disposer d'un historique pour en analyser les tendances temporelles [7]. Cette base de données est déjà utilisée dans de nombreux travaux et surveillances réalisés par Santé publique France et d'autres organismes [8, 9].

Cette surveillance comprend deux volets distincts :

- **Une surveillance épidémiologique de la population vivant dans le territoire exposé (étude de type écologique).** Il s'agira de décrire les fréquences des événements de santé au sein du territoire exposé au cours du temps et de la comparer à des fréquences de référence, afin d'identifier une éventuelle augmentation de cette fréquence après l'incendie. Cette approche, basée sur la population vivant dans la zone considérée comme exposée aux conséquences de l'incendie, ne prend pas en compte les entrées et sorties de population dans cette zone au cours du temps, mais elle permettra de comparer les indicateurs de santé à ceux disponibles et produits en routine, notamment par Santé publique France, à différents niveaux géographiques [8, 9].
- **Une surveillance épidémiologique de la cohorte de la population exposée (étude de cohorte de type exposé / non exposé),** soit le suivi prospectif longitudinal de la population résidant au moment de l'accident dans la zone exposée à l'incendie. Il s'agira de décrire au fil du temps, les fréquences des événements de santé au sein de cette population et de les comparer aux fréquences observées dans une population de référence qui n'aura pas été exposée à l'incendie, ceci quels que soient les lieux de résidence ultérieurs de ces deux populations.

Le présent protocole concerne le volet de la surveillance du territoire exposé. Le volet de l'étude de cohorte fera l'objet d'un protocole distinct.

2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Cette surveillance épidémiologique a pour objectifs de :

- décrire l'évolution temporelle de la fréquence d'événements de santé au sein de la zone exposée à l'incendie industriel ou à ses suites ;
- la comparer à celle de zones non exposées afin de détecter des augmentations anormales qui pourraient constituer un signal sanitaire nécessitant une étude spécifique complémentaire et/ou la mise en place d'interventions de santé publique.

L'objectif d'une surveillance épidémiologique est de décrire l'état de santé d'une population afin de définir les besoins et dimensionner l'offre de prévention et de soins au regard de ces besoins. Elle permet ici d'évaluer s'il existe une variation des différents indicateurs de santé afin de permettre, le cas échéant, la mise en place de mesures de prise en charge des populations concernées et de prévention. La surveillance épidémiologique est descriptive et diffère d'une étude étiologique qui a pour objectif de caractériser le lien causal entre une exposition et une maladie. La plupart des événements de santé qui seront suivis sont multifactoriels.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Design d'étude

Cette surveillance repose sur une **étude descriptive de type écologique** avec deux méthodes complémentaires de comparaison :

- **de type avant / après.** La fréquence des événements de santé au sein de la population résidant dans la zone exposée, observée après l'incendie, et son évolution au cours du temps seront comparées à celles observées sur une période de référence avant l'incendie ;
- **de type exposé / non exposé.** La fréquence des événements de santé au sein de la population résidant dans la zone exposée à l'incendie, observée après l'incendie, et son évolution au cours du temps seront comparées à celles observées sur la même période au sein de la population d'une ou des zones non exposées à l'incendie.

3.2 Population d'étude

La population d'étude est la population résidant, pendant la période d'étude, dans la zone d'étude qui regroupe la zone exposée et deux zones non exposées.

3.3 Zone d'étude

La zone d'étude est constituée d'une zone exposée à l'incendie ou à ses conséquences et de deux zones non exposées prises comme référence.

3.3.1 Zone exposée à l'incendie

La zone considérée comme exposée à l'incendie ou à ses conséquences (panache de fumée, dépôts de suie, odeurs) repose sur celle définie dans le cadre de l'enquête de santé et de qualité de vie dénommée « Une étude à l'écoute de votre santé » [10]. Cette zone regroupe une liste d'Iris¹ (une commune pouvant être découpée en plusieurs Iris) qui avaient été considérés *a priori* comme exposés aux fumées, dépôts de suie ou odeurs émis par l'incendie. L'enquête de santé a montré que le découpage de cette zone était cohérent avec les expositions déclarées par les personnes enquêtées. En effet, plus de 90 % de la population étudiée de cette zone d'étude avait déclaré avoir perçu au moins une exposition à cet accident industriel (bruits, flammes, panache de fumée noire, odeurs, dépôts de suies, etc.) [3].

Toutefois, pour la présente étude, il est nécessaire de disposer d'une liste de communes, les données disponibles dans le SNDS ne permettant pas de descendre à un niveau géographique plus fin. Aussi, la zone exposée retenue reprend l'intégralité des communes incluses dans l'enquête de santé, à l'exception de trois communes² pour lesquelles les Iris inclus dans l'étude regroupent moins de la moitié de la population de la commune.

¹ Les Iris, « Ilots regroupés pour l'information statistique », constituent le découpage infra-communal défini par l'Insee pour la diffusion de données infra-communales. Toutes les communes d'au moins 10 000 habitants et une proportion élevée des communes de 5 000 à 10 000 habitants sont découpées en Iris.

² Saint-Étienne-du-Rouvray, Darnétal, Petit-Couronne.

Ainsi, la zone considérée comme exposée à l'incendie dans la présente étude couvre 119 communes du département de Seine-Maritime, soit une population estimée à environ 348 000 personnes (recensement Insee 2018) (Figure 1). Cette zone représente un peu plus de 1 200 km² soit 20 % de la superficie du département de Seine-Maritime et 28 % de sa population.

Cette zone, très étendue et de densité de population très hétérogène, présente aussi des différences dans les niveaux d'exposition et les effets sur la santé et de qualité de vie, l'enquête de santé ayant notamment montré un impact plus fort à proximité de l'incendie. Ainsi, différents découpages ont été définis (Figure 1) :

- une **zone urbaine située au nord-est**, proche du lieu de l'incendie, exposée au panache de fumée, retombées de suie et aux odeurs pendant plusieurs semaines, regroupant 4 communes urbaines dont Rouen ;
- une **zone urbaine située au sud-ouest**, non exposée aux fumées et aux retombées mais pouvant avoir été exposée aux bruits de l'incendie et aux odeurs regroupant 8 communes dont Le Petit-Quevilly ;
- une **zone nord-est plus éloignée**, exposée au panache de fumée, retombées de suie, et aux odeurs les premiers jours, regroupant 107 communes ;
- une **zone de proximité**, non exclusive, regroupant les communes de Rouen et de Petit-Quevilly qui ont été particulièrement exposées à l'incendie (bruit, vision...) et aux odeurs pendant une période de plusieurs semaines après l'extinction de l'incendie (communes incluant la zone de proximité de l'enquête de santé et de qualité de vie).

Ces sous-zones pourront être adaptées selon l'indicateur de santé considéré au regard notamment des effectifs ou de l'intérêt de santé publique. La répartition des communes selon les différentes sous-zones d'exposition figure en annexe 1.

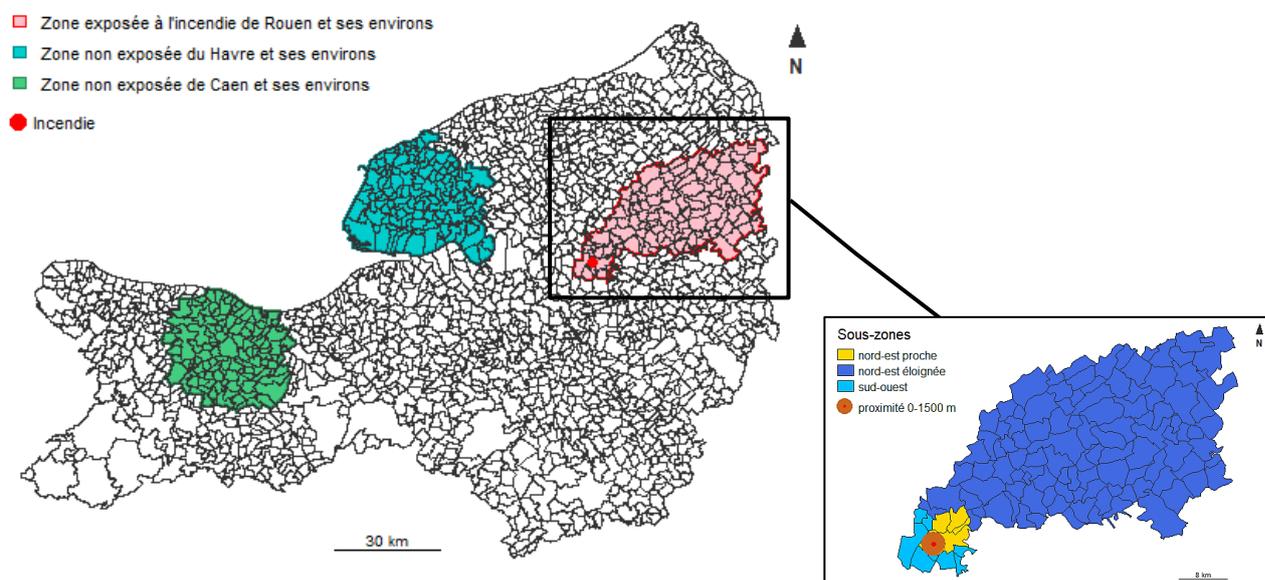
3.3.2 Zones non exposées

Les zones dites « non exposées » ont été définies comme une zone dont la population présente des caractéristiques démographiques, socio-économiques et d'activités industrielles proches de celle de la population exposée mais qui n'a pas été exposée à l'incendie et à ses conséquences. De plus, la dynamique de l'épidémie de Covid-19 ou plus globalement des épidémies hivernales devait y être similaire. Les indicateurs de santé devaient y présenter des évolutions similaires dans le temps, en l'absence de l'influence de l'incendie. Pour cela, la présence dans la même région a été privilégiée.

Deux zones « non exposées » différentes ont été définies (Figure 1) :

- La zone de 122 communes situées dans un rayon de 29 km autour du Havre et de la zone industrielle du Havre, définie dans le cadre de l'enquête de santé et de qualité de vie ;
- Une zone de 126 communes situées dans un rayon de 12 km autour de Caen.

Figure 1 : Communes de la Normandie incluses dans la zone exposée, la zone non exposée du Havre et ses environs, et la zone non exposée de Caen et ses environs, et zoom du découpage de la zone exposée en sous-zones géographiques (Source : IGN, 2022)



3.4 Estimation de la population d'étude

Les tableaux 1 et 2 présentent pour la zone exposée et ses sous-zones, ainsi que pour les zones non exposées, le nombre de communes et la répartition de la population par classe d'âge. Les données du recensement de population de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) sont utilisées pour estimer ces populations (selon les recommandations du guide du ReDSiam [11]).

Les caractéristiques plus détaillées des zones sont présentées dans les tableaux 7 et 8 en annexe 2. La population de la zone exposée présente des caractéristiques proches de celles des zones non exposées. Au sein de la zone exposée, la sous-zone de proximité est la plus défavorisée tandis que la zone nord-est proche est la plus favorisée.

Tableau 1 : Nombre de communes, d'habitants et répartition selon l'âge, de la zone exposée et des différentes sous-zones géographiques (Source : Insee, recensement 2018)

Sous-zones	Nombre de communes	Population								
		Total	0-18 ans	(%)	19-49 ans	(%)	50-65 ans	(%)	66 ans et +	(%)
de proximité *	2	133 651	27 562	20,6	67 028	50,2	20 576	15,4	18 485	13,8
nord-est proche	4	153 262	30 717	20,0	73 394	47,9	24 586	16,0	24 566	16,0
nord-est éloignée	107	72 953	17 712	24,3	25 971	35,6	16 306	22,4	12 964	17,8
sud-ouest	8	122 208	28 161	23,0	46 308	37,9	24 504	20,1	23 235	19,0
Zone exposée	119	348 508	76 671	22,0	145 758	41,8	65 368	18,8	60 711	17,4

* La zone de proximité regroupe 2 communes incluses également dans la zone nord-est proche pour l'une et dans la zone sud-ouest pour l'autre.

Tableau 2 : Nombre de communes, d'habitants et répartition selon l'âge, des zones non exposées (Source : Insee, recensement 2018)

Zones non exposées	Nombre de communes	Population								
		Total	0-18 ans	(%)	19-49 ans	(%)	50-65 ans	(%)	66 ans et +	(%)
Le Havre et ses environs	122	373 035	90 297	24,2	138 125	37,0	76 128	20,4	68 834	18,4
Caen et ses environs	126	364 505	82 159	22,5	145 305	39,9	71 859	19,7	65 180	17,9

3.5 Période d'étude

La période d'étude est définie comme la période précédant l'incendie, du 1^{er} janvier 2016 au 25 septembre 2019, appelée période de référence, et prospectivement les années suivant l'incendie, période d'intérêt.

Une **période de référence** de trois ans avant l'incendie permet de disposer d'une période suffisamment longue pour identifier les tendances à long terme et les variations saisonnières « habituelles » des indicateurs de santé étudiés.

Différentes **périodes d'intérêt** sont définies pour pouvoir étudier les variations à court, moyen ou long terme des indicateurs de santé :

- **Surveillance à court terme**, avec une période d'intérêt jusqu'à quatre semaines après l'incendie et une analyse des variations journalières ou hebdomadaires des indicateurs de santé.
- **Surveillance à moyen terme**, avec une période d'intérêt couvrant l'année qui a suivi l'incendie et une analyse des variations mensuelles des indicateurs de santé. La description des indicateurs durant cette période reflétera autant les effets potentiels à moyen terme de l'incendie que ceux à court terme de l'exposition aux conséquences de l'incendie (notamment les odeurs qui ont été émises pendant plusieurs mois). Pendant cette période, la pandémie de Covid-19 a fortement affecté le système de soins et les pratiques de recours aux soins de la population [12-14]. Aussi, la comparaison à des zones non exposées ayant subi de manière similaire l'épidémie est indispensable.
- **Surveillance à long terme**, avec une période d'intérêt couvrant une période au-delà d'un an et pouvant être étendue jusqu'à 20 années après la date de l'incendie, selon l'indicateur de santé étudié. Des analyses répétées à intervalles réguliers seront réalisées sur un pas de temps annuel ou pluriannuel.

3.6 Événements de santé étudiés

3.6.1 Méthode de sélection des événements de santé à surveiller

3.6.1.1 Recensement des événements de santé d'intérêt

Les polluants identifiés comme émis lors de l'incendie sont principalement du dioxyde de soufre (SO₂), du dioxyde d'azote (NO₂), des particules (PM), du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde de carbone (CO₂), des hydrocarbures tels que des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des BTEX (benzène-toluène-éthylbenzène-xylène) [15, 16]. Cependant, tous les polluants émis n'ont pas pu être mesurés par les organismes chargés des mesures. Il persiste donc des incertitudes sur la nature et les niveaux d'exposition aux substances auxquelles la population a été potentiellement exposée le jour de l'incendie. Des odeurs, de notes odorantes à types d'hydrocarbures et soufrés, ont également été perçues jusqu'à un an après l'incendie notamment par les riverains proches des sites incendiés.

Aussi le recensement a reposé sur :

- Une recherche bibliographique de l'impact sanitaire (effets physiques ou psychiques) à court, moyen et long terme, observé au décours d'un accident industriel ou d'un incendie industriel ou non. Les substances émises identifiées pouvant se rapprocher de celles rencontrées lors d'épisodes de pollution atmosphérique, la recherche a aussi porté sur les effets sur la santé pouvant être engendrés par la pollution atmosphérique. Il est cependant à noter que bien que les mécanismes d'action puissent être similaires, les différences dans le mélange de polluants et les niveaux d'exposition peuvent entraîner des différences dans la nature, la fréquence et la gravité des effets sanitaires ;
- Les résultats de l'enquête de santé et de qualité de vie ainsi que la surveillance immédiate [2, 3] ;
- L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), réalisée par un bureau d'étude agréé et ayant fait l'objet d'une tierce expertise de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques [15] ;
- Les événements de santé considérés comme préoccupants pour la population générale, par les membres du groupe « santé ». Ce groupe avait été mis en place en janvier 2020 par Santé publique France sous la coordination de Marcel Calvez, professeur de sociologie à l'Université de Rennes. Il était constitué de représentants d'associations, d'élus locaux et de professionnels de santé. Son rôle était d'appuyer Santé publique France dans la réalisation de l'enquête de santé et de qualité de vie [10].

3.6.1.3 Identification et choix des indicateurs de santé à surveiller

La surveillance sera réalisée à partir des données médico-administratives recueillies en routine dans le SNDS, afin de disposer de données historiques à titre de comparaison et d'assurer le suivi des données dans le temps. Ces données permettent de suivre des indicateurs de santé construits à partir de consommations de soins « traceuses » d'un événement de santé (par exemple, la proportion des personnes traitées pharmacologiquement par antihypertenseurs est traceuse de la part de la population atteinte d'hypertension artérielle bien que ces médicaments puissent être prescrits pour d'autres indications thérapeutiques ou que certaines personnes ayant une hypertension puissent être traitées par des mesures hygiéno-diététiques et ne pas avoir de traitement médicamenteux).

Les indicateurs de santé pouvant être utilisés pour estimer les événements de santé recensés ont été identifiés selon leur disponibilité et leur capacité à approximer les événements de santé d'intérêt pour ce projet. Les indicateurs déjà produits en routine par Santé publique France dans le cadre de ses missions d'observation de l'état de santé de la population générale ont été privilégiés afin de disposer d'éléments de comparaison.

3.6.2 Recensement des événements de santé d'intérêt

3.6.2.1 Données de la littérature et de l'enquête de santé et de qualité de vie

Répercussions sur la santé mentale

Les données de la littérature montrent que l'exposition aux accidents industriels peut avoir des répercussions sur la santé mentale. Ceci a été confirmé par les résultats de l'enquête de santé et de qualité de vie [17].

Dans les suites immédiates de l'incendie survenu à Rouen, des réactions de type inquiétudes, stress et anxiété ont été rapportées par différents acteurs comme les médecins locaux, l'Agence régionale de santé (ARS) et les élus locaux [18]. L'enquête de santé et de qualité de vie a objectivé ces remontées en montrant que les troubles liés à l'incendie les plus fréquemment rapportés par les habitants de la zone exposée étaient des symptômes psychologiques : nervosité, stress, anxiété ou angoisse, panique [3]. La santé psychologique de la population exposée à l'incendie était, un an après, moins bonne que celle des habitants non exposés, notamment parmi les personnes habitant à moins de 1 500 mètres de l'incendie. Le volet « santé mentale » de l'enquête a confirmé ce constat, en montrant une association significative entre le fait d'habiter dans la zone exposée et le trouble de stress post-traumatique (TSPT) probable, l'anxiété généralisée probable et la dépression probable [17]. La prévalence des troubles psychologiques était aussi plus élevée à proximité du lieu de l'incendie. Le stress post-traumatique était essentiellement lié au fait d'avoir entendu le bruit de l'incendie ou des explosions.

Plusieurs études ont également montré une influence de l'exposition à des catastrophes sur la santé mentale des personnes, se traduisant par la survenue de troubles psychiatriques, de décompensations de pathologies préexistantes, et/ou par une détresse psychologique [19]. Des études concernant des accidents technologiques ou catastrophes naturelles, ont montré que l'existence d'antécédents psychologiques était associée à un risque plus élevé de troubles psychologiques : trouble de stress post-traumatique, dépression et anxiété [20-22]. Par ailleurs, l'existence d'antécédents de pathologie chronique psychologique constituerait également un facteur de risque de développer un trouble de santé mentale à la suite d'une catastrophe [23, 24].

Des études ont montré une augmentation de la délivrance de certains médicaments en tant qu'indicateur de la santé mentale dans les jours suivants des feux de végétation, des inondations ou des tempêtes [25-27]. En France, des études ont montré une augmentation, également à court terme, de l'incidence des nouvelles délivrances de psychotropes à des populations ayant subi des inondations ou après la tempête Xynthia [28, 29], bien que cela n'eût pas été mis en évidence lors d'une autre inondation dans le sud-ouest de la région Occitanie [30]. Selon les auteurs de cette dernière étude, leur résultat pourrait être lié à la prise en charge par des centres d'urgence médico-psychologique (CUMP) conjuguée à un accès difficile aux soins. Caamano *et al.* ont observé une augmentation de la consommation de psychotropes uniquement chez les hommes du fait d'un niveau de base de consommation plus bas que chez les femmes [27], alors que Gouraud *et al.* ont montré une augmentation de cette consommation chez les femmes après les attentats de Paris [31].

Par ailleurs, une étude a montré une augmentation des hospitalisations en psychiatrie dans les 6 mois qui ont suivi le séisme et l'accident nucléaire de 2011 au Japon [32]. Une autre étude plus ancienne n'avait pas montré d'augmentation de ces hospitalisations après un incendie de végétation [33].

Plusieurs études ont également montré que les troubles psychologiques pouvaient persister plusieurs années après chez certaines personnes, notamment les plus touchées par la catastrophe [21, 34-38]. Ainsi, une revue de littérature avait identifié l'existence de détresse psychologique dans la population générale deux à quatre ans après un feu de brousse [20]. Une étude avait montré une amélioration de l'état de santé général et de l'état de stress post-traumatique entre deux enquêtes réalisées quatre mois et seize mois après des inondations qui ont eu lieu dans les départements des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne [28].

Par ailleurs, les odeurs perçues par la population riveraine sur une période d'un an, sous forme de bouffées ou vagues d'odeurs peuvent aussi exercer une influence sur la santé mentale des personnes exposées, indépendamment de la composition des émissions. Cet effet peut être aggravé par le caractère désagréable des odeurs, le stress psychologique engendré par leur perception et l'incertitude vis-à-vis des risques pour la santé que les substances qui en sont la cause pourraient engendrer par leur inhalation [39, 40]. Dans l'enquête de santé et de qualité de vie, le fait d'avoir été exposé aux odeurs était associé à un risque plus élevé de dépression probable : plus la durée de perception des odeurs était longue, plus le risque de dépression probable était élevé. De même, les personnes exposées au moins plusieurs semaines aux odeurs étaient plus à risque de présenter une anxiété généralisée probable.

Répercussions sur la santé respiratoire

Dans le cadre de l'incendie industriel de Rouen, la surveillance épidémiologique immédiate avait montré une légère augmentation des passages aux urgences pour asthme par rapport aux jours précédents [2]. Dans l'enquête de santé et de qualité de vie, 25 % des personnes avaient rapporté des symptômes respiratoires et irritatifs [3]. Cette enquête a également montré que deux tiers des adultes symptomatiques n'avaient pas eu recours au système de soins. Lorsqu'il y avait eu un recours à des soins, il s'agissait d'un recours à un médecin généraliste ou à de l'automédication (sans prescription médicale).

Les données de la littérature montrent qu'il est désormais établi que des exacerbations de maladies respiratoires chroniques peuvent être causées par l'exposition à la pollution de l'air à court terme (quelques jours avant la survenue de l'exacerbation) [41-44]. En effet, au cours de la ventilation pulmonaire et des échanges gazeux, l'exposition à la pollution de l'air peut induire un stress oxydatif et une inflammation à l'origine de troubles respiratoires. Ce sont le plus souvent les particules fines $PM_{2,5}$ (particules de diamètre inférieur à 2,5 micromètres) qui sont mises en cause dans ces effets respiratoires. Par ailleurs, l'exposition *in utero* et l'exposition chronique du tout jeune enfant à la pollution atmosphérique peut interférer avec le développement de la fonction respiratoire de l'enfant, ce qui peut conduire au développement de maladies respiratoires comme l'asthme et la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) [45, 46].

Plusieurs études ont mis en évidence des effets sur la santé respiratoire des populations exposées aux fumées des incendies de végétation : symptômes irritatifs ORL, exacerbations d'asthme et de BPCO [26, 47-49]. Une étude a également fait ressortir une augmentation des délivrances de médicaments pour les maladies obstructives des voies aériennes lors d'incendies de végétation en Espagne [27]. Certaines études ont également montré des augmentations des hospitalisations pour des pathologies respiratoires dans les jours qui ont suivi des feux de végétations, notamment chez les jeunes enfants et les personnes âgées [26, 50, 51]. Nous n'avons pas identifié d'études sur les retombées à long terme d'une exposition de courte durée.

Peu d'études ont porté sur des incendies industriels et aucune sur des situations similaires à celle de l'incendie survenue à Rouen quant à la durée ou la nature des substances émises [25, 52]. Une étude réalisée en Australie a analysé les liens entre l'exposition aux PM_{2,5} émises par un incendie dans une mine de charbon qui a duré sept semaines et la délivrance de médicaments à visée respiratoire (médicaments pour asthme, BPCO et antitussifs), de médicaments à visée cardiovasculaire et de médicaments psychotropes [25]. Elle a montré une augmentation des délivrances de médicaments à visée respiratoire, 3 à 8 jours après l'exposition, ainsi qu'une augmentation des délivrances des médicaments à visée cardiovasculaire et des psychotropes.

Répercussions sur la santé cardiovasculaire

Un lien entre pollution atmosphérique urbaine et la survenue de pathologies cardiovasculaires a été décrit dans la littérature dans des contextes d'expositions aiguë et chronique [53]. La ventilation pulmonaire et les échanges gazeux permettent aux polluants d'entrer dans la circulation systémique et d'engendrer un stress oxydatif et une inflammation, à l'origine de déséquilibres, notamment au niveau de la constriction des vaisseaux sanguins. Ce sont le plus souvent les particules fines PM_{2,5} qui sont mises en cause dans ces effets cardiovasculaires. Ces mécanismes peuvent provoquer la survenue d'événements aigus (syndrome coronarien aigu [SCA], accident vasculaire cérébral [AVC], arythmie potentiellement mortelle, etc.) et sub-cliniques (progression de l'athérosclérose, hypertension systémique, coagulation accrue, etc.) qui, à plus long terme, peuvent aboutir à des événements cardiovasculaires (décompensations, hospitalisations, etc.).

Concernant les accidents et incendies, l'étude réalisée en Australie après un incendie de sept semaines dans une mine de charbon a également fait ressortir que la délivrance de médicaments à visée cardiovasculaire, notamment des antihypertenseurs, augmentait 3 à 8 jours suivant une exposition prolongée aux PM_{2,5} [25]. L'hypertension artérielle est un facteur de risque vasculaire et survient en général en amont des pathologies cardiovasculaires.

Par ailleurs, des revues de littérature ont recensé que, malgré des résultats contradictoires, plusieurs études épidémiologiques récentes ont souligné des associations entre l'exposition à la fumée d'incendies de végétation et des effets cardiovasculaires à court terme. Les effets recensés portent sur la santé cardiovasculaire globale, les hospitalisations ou passages aux urgences, et plus spécifiquement sur certaines pathologies comme l'insuffisance cardiaque congestive ou les SCA, à travers des augmentations des hospitalisations pour ces pathologies pendant ces incendies de végétation de grandes ampleurs par rapport aux jours sans incendies [26, 54].

Enfin, les répercussions sur la santé mentale peuvent également induire des effets sur la santé cardiovasculaire. Les personnes souffrant de trouble de stress post-traumatique (TSPT) après un événement majeur seraient plus à risque. En provoquant un dérèglement chronique de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et du système nerveux autonome et plus particulièrement du système nerveux sympathique, le stress peut entraîner des changements physiologiques tels qu'une modification de la fréquence cardiaque ou une variation de la pression artérielle. Ces changements peuvent avoir un effet immédiat avec la survenue d'événements cardiovasculaires aigus tels que des AVC, des SCA ou encore des dysrythmies mais également influencer à plus long terme, avec une progression de l'athérosclérose par exemple [55, 56]. Ce TSPT modifierait également certains comportements comme le tabagisme, facteur de risque connu de maladies cardiovasculaires [57]. Les effets d'un événement stressant peuvent survenir au bout de quelques jours, quelques mois mais aussi plusieurs années après [58, 59]. En effet, à la suite de l'explosion d'une usine chimique, une étude a montré une augmentation des SCA dans les premiers jours qui ont suivi [58]. De plus, après les événements américains du 11 septembre 2001, plusieurs études ont montré une augmentation des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires dans les deux mois qui ont suivi [57] et une

augmentation des risques de pathologies cardiovasculaires après un suivi de plusieurs années notamment pour AVC, SCA et insuffisance cardiaque chez les intervenants [59].

Répercussions sur la santé périnatale

L'effet d'un accident technologique ou d'une catastrophe naturelle sur l'issue des grossesses a été étudié dans quelques études. Une étude japonaise a évalué les effets du tremblement de terre du Grand Est du Japon sur une cohorte de naissance de 2011 à 2014 dans la préfecture de Fukushima [60]. La prévalence de la prématurité (< 37 semaines d'aménorrhées (SA)) et des petits poids de naissance étaient similaires à celles observées au niveau national. L'étude a montré que la catastrophe était un facteur de risque significatif de désordres hypertensifs de la grossesse pour les femmes au troisième trimestre de grossesse vivant dans la zone la plus touchée et la zone intermédiaire.

Vis-à-vis des effets des polluants, la période prénatale est une période à risque pour l'embryon et le fœtus. Une exposition à des produits toxiques pourrait entraîner des malformations, des retards de croissance ou des altérations du système nerveux chez le bébé [61, 62]. Toutefois, les données disponibles dans la littérature restent limitées quant aux associations entre exposition à des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et survenue d'anomalies congénitales. Dans une étude menée aux États-Unis entre 1997 et 2002 auprès de 520 enfants porteurs d'anomalies de fermeture du tube neural, inclus dans la cohorte *National Birth Defect Prevention Study*, Langlois et ses collègues ont observé une association significative entre une exposition maternelle professionnelle aux HAP en période péri-conceptionnelle et la survenue de spina bifida [63]. Dans ces travaux, cette association était statistiquement significative dans le groupe des femmes avec un indice de masse corporelle inférieur à 25,0 kg/m². En 2018, d'autres études, réalisées chez la souris puis sur des tissus neuronaux humains, ont observé une association entre l'exposition maternelle aux HAP (notamment de type benzo[a]pyrène) et le risque élevé d'anomalies de fermeture du tube neural chez les fœtus [64], et suggèrent un effet potentiel du stress oxydatif dans cette association. Toutefois, les limites inhérentes à ces travaux et le peu de données disponibles dans la littérature ne permettent pas de disposer de conclusions robustes.

Plusieurs études épidémiologiques dont une étude portant sur 12 cohortes européennes et des méta-analyses ont conclu que l'exposition aux PM_{2,5} pendant la grossesse était associée à un risque accru de petit poids de naissance [65-67]. Le milieu et la fin de la grossesse pourraient être les fenêtres critiques selon certaines études [66, 68]. Par ailleurs, bien qu'il existe une hétérogénéité dans les relations expositions-risques estimées, d'autres études ont fait ressortir un lien modéré entre l'exposition aux PM_{2,5} pendant toute la grossesse et un risque de naissance prématurée [67, 69], et un lien faible avec l'exposition au SO₂ [70]. Les mécanismes d'action des polluants ne sont cependant pas élucidés. Les hypothèses actuelles sont que les polluants atmosphériques pourraient provoquer une perturbation endocrinienne, altérer la croissance du placenta, diminuer les échanges placentaires ou causer un stress oxydatif, entraînant éventuellement une altération de la croissance fœtale [61, 71, 72].

Répercussions sur le développement de cancers

Plusieurs substances émises lors de l'incendie industriel de Rouen [15, 16] peuvent être associées, lors d'une exposition chronique, à la survenue de cancers [73, 74], notamment les HAP et la pollution atmosphérique dans son ensemble et particulièrement les particules avec la survenue de cancers broncho-pulmonaires [75, 76] ou le benzène avec la survenue de leucémies aiguës myéloïdes chez l'adulte [77].

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé certains HAP comme cancérigènes certains (groupe 1) probables (groupe 2A) ou possibles (groupe 2B) [75]. Le

benzo[a]pyrène est classé cancérigène certain (groupe 1), sur la base de preuves suffisantes chez les animaux et de preuves solides que les mécanismes de cancérogenèse chez les animaux fonctionnent également chez les êtres humains exposés, et également sur la base d'études chez des travailleurs de différents types d'industrie. Le groupe de travail du CIRC a classé le cyclopenta[c,d]pyrène, le dibenz[a,h]anthracène et le dibenzo[a,l]pyrène comme probablement cancérigènes pour l'homme (groupe 2A), sur la base de preuves suffisantes chez les animaux et de données mécanistes solides. Onze autres composés sont classés cancérigènes possibles (groupe 2B).

Sur la base des risques accrus de cancer du poumon ou de cancer de la peau, le groupe de travail a également évalué que les expositions professionnelles pendant la gazéification du charbon, la production de coke, la distillation du goudron de houille, le pavage et la toiture, la production d'aluminium et le ramonage sont cancérigènes pour les êtres humains (groupe 1).

Le CIRC a classé le benzène comme cancérigène certain (groupe 1), avec des preuves suffisantes d'une association entre l'exposition chronique au benzène et le risque de leucémie myéloïde aiguë (LMA) et avec un niveau de preuve limité ou suffisant, pour une association entre l'exposition au benzène et le risque de lymphome non-Hodgkinien [77]. Le groupe de travail du CIRC qui a actualisé cette monographie a réalisé une méta-analyse avec six études de cohortes professionnelles publiées avec des données appropriées. Par ailleurs, ce groupe a confirmé la cancérigénicité du benzène en se fondant aussi sur un niveau de preuve suffisant chez l'animal de laboratoire et des niveaux de preuves solides du point de vue mécanistique.

Un groupe de travail du CIRC a classé la pollution atmosphérique et les particules contenues dans cette dernière comme cancérigènes pour l'homme (groupe 1), sur la base d'indications suffisantes de cancérigénicité pour l'homme et pour l'animal de laboratoire, ainsi que sur la base de fortes indications mécanistiques [76]. Concernant la pollution de l'air, une revue de l'agence états-unienne de protection de l'environnement (*United States Environmental Protection Agency - US-EPA*) a conclu à une relation causale probable entre l'exposition à long terme aux $PM_{2,5}$ et le risque de cancer broncho-pulmonaire [42] sur la base de la littérature épidémiologique et d'études toxicologiques. Les études épidémiologiques conduites dans plusieurs cohortes, sur des territoires géographiques et des populations différentes, montrent un effet des $PM_{2,5}$ sur l'incidence et la mortalité par cancer broncho-pulmonaire. Pour les autres localisations de cancer étudiées, le niveau de preuve apporté par les études épidémiologiques reste insuffisant (cancers du sein, du cerveau et du foie et, de manière plus limitée, aux cancers ovariens et de la vessie).

Concernant les effets cancérigènes des incendies, les études identifiées ne s'intéressent exclusivement qu'aux expositions chroniques des pompiers ou secouristes [78].

3.6.2.2 Résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires de l'incendie de Rouen

Une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) associés aux émissions identifiées de l'incendie a été prescrite aux entreprises incendiées par le Préfet de Seine-Maritime à travers deux arrêtés préfectoraux du 28 octobre 2020 [15]. L'EQRS a fait l'objet d'une tierce expertise de la part de l'Ineris. Cette évaluation a estimé que les risques aigus et subchroniques (expositions à court terme, sur une heure et sur vingt-quatre heures respectivement) associés à l'inhalation et calculés pour la journée du 26 septembre 2019 étaient :

- supérieurs à la valeur repère définie par la méthodologie des EQRS pour une zone proche de l'incendie (entre la zone sinistrée et la Seine, dans le quartier résidentiel proche des quais rive droite) ;

- de plus en plus faibles au fur et à mesure que l'on s'éloignait des sites incendiés, en suivant la trajectoire du panache.

L'étude indique qu'en exposition de courte durée, les effets possibles des composés à l'origine des dépassements observés, à savoir le SO₂ et le NO₂ essentiellement, étaient de nature respiratoire (irritation, inflammation) notamment chez les personnes sensibles (asthmatiques).

Des calculs ont été réalisés pour une exposition subchronique (jusqu'à un an) et chronique, afin d'évaluer le potentiel effet à long terme des dépôts du 26 septembre 2019. L'étude a conclu à :

- l'absence de risques liés à l'ingestion accidentelle de sol et à la consommation de denrées alimentaires potentiellement touchées par l'incendie ;
- l'absence de risques sur la période post-incendie, étendue jusqu'au 31 octobre 2019, sur la base des mesures d'air ambiant réalisées ;
- l'absence de risques chroniques (> un an) pour les différents scénarios d'exposition évalués.

3.6.2.3 Les attentes sociales

La survenue différée d'effets sanitaires, plusieurs années après l'incendie ou les émissions odorantes nourrit une inquiétude importante parmi les habitants.

Fin février 2020, dans le cadre de la préparation du protocole de l'enquête de santé et de qualité de vie, Santé publique France a réalisé une pré-enquête sur les préoccupations, attentes et savoirs mobilisés par la population au moment de l'incendie et dans les semaines qui ont suivi. Elle avait pour objectif d'identifier les sujets d'inquiétude des riverains de l'incendie en matière de santé, ainsi que leurs attentes en ce qui concerne les études épidémiologiques. Elle a montré que les inquiétudes portaient surtout sur les risques de cancers. Les répondants étaient également très inquiets pour la santé des enfants et des femmes enceintes, populations identifiées comme particulièrement vulnérables. Une forte inquiétude a aussi été identifiée chez les femmes enceintes qui craignaient les conséquences d'une exposition *in utero* de leur bébé aux résidus toxiques et de potentielles malformations [non publié]. Ces craintes ont également été reprises dans le rapport rendu au Sénat [79].

Lors des réunions du groupe « santé » en décembre 2020, les représentants de l'association Rouen Respire ont fait part de leurs attentes et inquiétudes en se basant sur les résultats de leur enquête auprès de leurs adhérents [80] et de l'enquête de santé et de qualité de vie. Les inquiétudes exprimées concernaient des effets à long terme, principalement sur la survenue de maladies respiratoires puis les pathologies cardiovasculaires, cancéreuses et sanguines et parmi elles, essentiellement les leucémies qui font également partie des principales inquiétudes des adhérents selon l'association. L'association s'inquiétait également pour la santé future des fœtus et notamment la survenue de malformations. Une surveillance des grossesses et des fœtopathologies était demandée. Les associations présentes précisaient également l'importance d'étudier les symptômes se rapportant au stress.

Dans une lettre ouverte datant de mars 2021, le regroupement des associations nommé « Collectif unitaire Lubrizol » exprimait le souhait que deux registres de morbidité soient mis en place : l'un portant sur les cancers quel qu'en soit le type, l'autre sur les malformations congénitales. Les membres de ce collectif s'inquiétaient du développement de ces pathologies dans les années et décennies suivant l'incendie du fait de la pollution générée [81].

3.6.3 Identification et choix des indicateurs de santé

3.6.3.1 Source des données

Les indicateurs de santé seront calculés à partir des données médico-administratives du SNDS. Cette base, gérée par la caisse nationale d'assurance maladie (Cnam) et créée en 2016, regroupe entre autres les données [82] :

- d'hospitalisations (diagnostics et actes réalisés au cours du séjour) du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI);
- de remboursements de soins par l'Assurance Maladie (consultations - médecins généralistes ou spécialistes, délivrances de médicaments, actes diagnostiques ou thérapeutiques...);
- d'exonérations du ticket modérateur (prise en charge à 100 %) au titre d'une affection de longue durée (ALD), d'une maladie professionnelle ou d'une invalidité.

Sa finalité est la mise à disposition de ces données afin de favoriser les études, recherches ou évaluations présentant un caractère d'intérêt public [83].

Les données du SNDS portent sur l'ensemble des assurés affiliés aux différents régimes d'assurance maladie (sauf quelques rares régimes spéciaux couvrant peu de personnes) ainsi que leurs ayants droit, et permettent donc une surveillance de quasiment l'ensemble de la population habitant dans notre zone d'étude avec un historique de 19 ans.

Seuls les recours au système de santé ayant fait l'objet d'un remboursement par l'Assurance Maladie sont enregistrés dans le SNDS, la consommation médicamenteuse issue de l'automédication ou de médicament non remboursé n'est donc pas incluse dans cette base de données.

Les données d'hospitalisations du SNDS et les données sur les prises en charge à 100 % pour une affection de longue durée, une maladie professionnelle ou une invalidité comprennent des diagnostics médicaux. Le PMSI est basé sur le codage des diagnostics et des actes réalisés au cours du séjour. Ses avantages résident dans le fait d'être un recueil continu et exhaustif des séjours hospitaliers, homogène et soumis à un contrôle qualité dans chaque établissement.

L'utilisation de ces données permet donc un suivi à long terme sans les pertes de participation et les biais de déclaration qui pourraient survenir dans des enquêtes.

3.6.3.2 Choix des indicateurs de santé

Santé mentale

Au vu des éléments de littérature précédemment décrits et des résultats de l'enquête de santé et de qualité de vie, il semble pertinent de suivre l'évolution d'indicateurs de santé mentale sur une période longue.

Le traitement des troubles de santé mentale, de type anxiété et dépression, repose sur une prise en charge par psychothérapie seule ou en association avec des médicaments psychotropes en fonction de la sévérité ou de la persistance des troubles [84-87].

Les données relatives aux délivrances de traitements médicamenteux par psychotropes peuvent être utilisées pour suivre la prise en charge des troubles de santé mentale, car leur

prescription se fait sur ordonnance et peut donc être suivie à travers les données du SNDS, contrairement à la psychothérapie qui ne l'est pas systématiquement.

Les traitements psychotropes peuvent être divisés en cinq classes : les anxiolytiques, les hypnotiques, les antidépresseurs, les neuroleptiques et les thymorégulateurs. Les anxiolytiques sont destinés à traiter les troubles anxieux et les hypnotiques les troubles du sommeil. Ces deux catégories peuvent présenter de nombreux effets indésirables, ils sont prescrits sur des durées courtes de quelques semaines [85, 88, 89]. Les antidépresseurs sont souvent prescrits pour de longue durée pour limiter les effets des épisodes dépressifs et peuvent constituer le traitement de fond de certains troubles anxieux. Ils ont également d'autres indications comme l'énurésie, la migraine, ou les douleurs neuropathiques mais aussi chez les personnes âgées dans le cadre de la maladie d'Alzheimer [84, 87, 88, 90]. Les neuroleptiques sont prescrits pour le traitement des patients psychotiques et les thymorégulateurs pour celui des patients bipolaires, et chez les personnes âgées pour différents troubles comme la démence. Les neuroleptiques et les thymorégulateurs ne sont pas suffisamment spécifiques pour rendre compte de la dynamique des troubles de santé mentale dans notre étude, leurs délivrances ne seront donc pas analysées.

Les données d'hospitalisations en psychiatrie peuvent être utilisées pour identifier les troubles les plus sévères. Les hospitalisations peuvent avoir lieu très rapidement dans les jours suivant l'événement pour un état de stress aigu ou à distance (1, 2, 3, 6 mois) pour un trouble de stress post-traumatique, un épisode dépressif ou des troubles du comportement.

Les instaurations de traitements par anxiolytiques, hypnotiques (pour tous les âges) et antidépresseurs (chez les personnes de moins de 65 ans) via les remboursements de leur délivrance seront étudiés sur une période post-incendie jusqu'à fin 2020 avec un focus particulier jusqu'en février 2020 (du fait des retombées sur la santé mentale de l'épidémie de Covid-19). Ensuite, compte tenu du possible contrecoup sur la santé mentale sur une plus longue période, le nombre de délivrances de traitement par ces psychotropes par unité de temps (mensuel par exemple) sera suivi sur une période de cinq ans (tableau 3). Les hospitalisations en psychiatrie seront également suivies sur une période de cinq ans pour se baser sur la même durée de suivi que les traitements par psychotropes.

Santé respiratoire

Au vu des éléments de la littérature et de l'enquête de santé et de qualité de vie, il semble pertinent de suivre l'évolution d'indicateurs de santé respiratoire et plus particulièrement d'indicateurs portant sur l'asthme et la BPCO. Le traitement des symptômes irritatifs respiratoires reposant sur des médicaments délivrés sans ordonnance (automédication), les données du SNDS ne permettent pas un bon suivi de cette classe de médicament.

En ce qui concerne l'asthme et la BPCO, on distingue deux types d'effets :

- la survenue d'un asthme ou d'une BPCO ;
- la survenue de symptômes respiratoires et d'exacerbations chez les patients souffrant déjà d'asthme ou de BPCO.

En cas de survenue de symptômes respiratoires chez une personne souffrant d'asthme ou de BPCO, le traitement repose sur la prise, à la demande, de médicaments dits « de secours » (bronchodilatateurs de courte durée d'action) que la personne a à sa disposition ou, chez les asthmatiques ayant un traitement de fond associant du formotérol (bronchodilatateur de longue durée d'action mais d'action rapide) à un corticoïde inhalé, par la prise, à la demande, de ce traitement. En cas d'exacerbation d'asthme ou de BPCO, d'autres traitements sont ajoutés (corticoïdes oraux, voire antibiotiques). Seules les exacerbations sévères nécessitent un recours aux urgences ou une hospitalisation.

Des algorithmes de repérage des exacerbations d'asthme ou de BPCO nécessitant une hospitalisation existent. Ils seront étudiés sur une période d'un mois post-incendie, période qui couvre les effets identifiés dans la littérature.

On ne dispose pas, à ce jour, d'algorithmes basés sur les données de délivrance de médicaments permettant d'estimer l'incidence des symptômes respiratoires et des exacerbations non hospitalisées chez les patients atteints d'asthme et de BPCO, ni d'évaluer l'incidence de l'asthme et de la BPCO. Les médicaments pour les syndromes obstructifs des voies aériennes (classe ATC R03) ne sont pas spécifiques de l'asthme et de la BPCO. Ils peuvent être prescrits également pour d'autres pathologies des voies aériennes inférieures (traitement symptomatique de la bronchite aiguë par exemple) ou des voies aériennes supérieures (laryngite par exemple). Il serait pertinent de développer des algorithmes basés sur les délivrances de médicaments permettant, d'une part, de suivre les symptômes et exacerbations d'asthme et de BPCO non hospitalisées sur une période d'un mois après l'incendie (effets à court terme) pour tous les âges et notamment les enfants et, d'autre part, de suivre l'incidence du traitement au long cours par des médicaments de la classe ATC R03 sur une période de dix ans chez les enfants (effets à long terme).

Par ailleurs, des travaux du ReDSiam sont en cours pour développer des algorithmes de repérage des patients asthmatiques. Ces travaux pourront servir pour compléter ou adapter la surveillance.

Santé cardiovasculaire

Au vu de la littérature, il semble pertinent de suivre l'évolution de différents indicateurs cardiovasculaires dont les AVC et plus particulièrement les événements aigus ou les décompensations de pathologies chroniques préexistantes. La plupart des événements nécessitent une hospitalisation.

Des indicateurs de pathologies cardiovasculaires tels que les SCA, les AVC, les maladies veineuses thromboemboliques, les troubles du rythme et les insuffisances cardiaques peuvent être construits à partir d'algorithmes utilisant des données de la base PMSI. Les données du SNDS pour ces indicateurs sont fiables. Les algorithmes de sélection des AVC et des SCA dans le SNDS ont été évalués et validés [91, 92].

Pour les maladies veineuses thromboemboliques, les troubles du rythme et l'insuffisance cardiaque, on distingue deux types d'effets :

- le développement de pathologies chroniques ;
- la survenue de symptômes cardiovasculaires (exacerbations, décompensations) chez des patients souffrant déjà de ces pathologies.

En cas de survenue de symptômes cardiovasculaires chez une personne souffrant d'une de ces trois pathologies, l'hospitalisation est nécessaire. Les données d'hospitalisation dans le SNDS permettent donc de construire des indicateurs de ces effets.

Le diagnostic d'hypertension peut être « approché » par l'utilisation des données de délivrances médicamenteuses. En effet, un traitement médicamenteux antihypertenseurs est très souvent prescrit aux personnes souffrant de cette pathologie en complément de premières mesures hygiéno-diététiques. L'ensemble de ces médicaments sont pris en compte dans l'algorithme de repérage des patients traités par antihypertenseurs (cf. annexe 3). Le suivi de cet indicateur permettra de suivre l'incidence des personnes traitées par antihypertenseurs.

Le suivi de ces indicateurs sera réalisé sur une période d'un mois après l'incendie pour identifier les événements aigus et décompensations survenus juste après l'incendie. Un suivi

de l'ensemble des hospitalisations pour causes cardiovasculaires sera également réalisé. Un suivi sur une période plus longue sera possible et conditionné par les résultats issus des indicateurs de santé mentale, de potentiels effets cardiovasculaires pouvant survenir à la suite de problèmes de santé mentale.

Santé périnatale

Compte tenu des attentes sociales et de la littérature, il semble pertinent de suivre des indicateurs de la santé périnatale.

Le SNDS permet de disposer de la quasi-totalité des accouchements et des naissances (vivantes et mort-nées). Il est possible de repérer dans le SNDS les événements de santé périnatale tels que les accouchements prématurés, les petits poids de naissance pour l'âge gestationnel et les fausses couches ayant donné lieu à une hospitalisation (voir détail en annexe 3). Ces indicateurs sont produits par Santé publique France dans le cadre de la surveillance de la santé périnatale en France [93]. Ils seront suivis sur une période d'un an après l'incendie pour couvrir l'ensemble des grossesses qui étaient en cours au moment de l'incendie.

Concernant les malformations, leur surveillance est complexe et nécessite de croiser plusieurs sources de données. La construction d'indicateur de santé à partir du SNDS ou d'autres sources de données dans les zones non couvertes par un registre, comme c'est le cas pour la zone d'étude de ce rapport, fait actuellement l'objet de travaux exploratoires.

Au regard de cette complexité méthodologique et de la nécessité de garantir une continuité d'une surveillance adéquate de la santé périnatale, Santé publique France fera appel à un comité d'experts scientifiques multidisciplinaire, qui pourra être opérationnel au cours de l'année 2023 pour formuler, en cohérence avec la charte de l'expertise sanitaire, des avis et des recommandations aux pouvoirs publics et aux autres acteurs de la santé périnatale sur les actions à mettre en place. Les compétences spécifiques recherchées de ce comité sont multiples et incluent entre autres une expertise en épidémiologie (descriptive, analytique, évaluative), en génétique et syndromologie, en diagnostic prénatal et en expositions environnementales, alimentaires et biologiques pendant la période péri-conceptionnelle et la grossesse.

Les actions spécifiques attendues de ce comité dans le cadre de ce protocole vont être de pouvoir déterminer les groupes ou sous-groupes d'anomalies congénitales pertinents à surveiller tout en établissant une méthodologie rigoureuse et précise en l'absence d'un registre préexistant pour identifier les sources de données pertinentes à mobiliser dans les zones hors registre et la durée nécessaire pour cette surveillance.

Cancer

Au vu de l'attente sociale et des incertitudes sur les effets cocktails des polluants émis et bien que l'EQRS conclut à une absence de risque au regard de l'exposition courte et des niveaux mesurés, la surveillance de l'évolution d'indicateurs d'incidence de cancer semble pertinente. Il est à noter que compte tenu des latences pouvant être longues et des faibles effectifs de cancers attendus, la probabilité de mettre en évidence un signal est très faible (cf. annexe 5).

Actuellement en France, la surveillance des incidences de cancer s'appuie sur un système multisource. Les incidences sont estimées par modélisation à partir des données de mise sous ALD, du PMSI et des données des registres existants [94]. Ce travail a permis de fournir des prédictions validées de l'incidence d'une quinzaine de localisations cancéreuses au niveau départemental en 2019 [95]. Sa déclinaison à une échelle géographique plus fine n'a jusqu'à présent pas été réalisée et nécessite des développements méthodologiques qui sont en cours

au sein de Santé publique France. Certaines localisations ne sont pas disponibles pour les adultes à une échelle fine et cela nécessiterait un travail exploratoire en fonction de la définition de la localisation cancéreuse (site anatomique ou forme histologique précise comme les hémopathies malignes). Ce travail pourrait se baser notamment sur les travaux de l'Institut national du cancer (INCa) qui a élaboré des algorithmes pour identifier les cas de cancers en cours de prise en charge, ce qui se rapproche plus de la prévalence que de l'incidence [96, 97].

Le mésothéliome fait l'objet d'un suivi à travers le Programme national de surveillance du mésothéliome (PNSM) depuis 1998 [98]. Un centre de recueil exhaustif et actif des tumeurs primitives de la plèvre existe dans 21 départements dont de la Seine-Maritime. L'application en 2021 du Dispositif national de surveillance des mésothéliomes (DNSM) intégrant le PNSM et la déclaration obligatoire (DO) permet d'optimiser la surveillance de tous les mésothéliomes (plèvre et autres localisations) sur le territoire national. Il est à noter que ce cancer peut survenir jusqu'à quarante ans après l'exposition.

L'incidence de cancer pour différentes localisations, notamment cancer du poumon et leucémie myéloïde, sera donc suivie en fonction de la disponibilité des algorithmes et à partir de cinq ans post-incendie et à partir du PNSM pour le mésothéliome.

Pour les cancers de l'enfant, la surveillance est assurée en France par le Registre national des cancers de l'enfant (RNCE). Le suivi dans la zone d'étude fera l'objet d'un protocole scientifique spécifique construit en concertation avec le RNCE³.

Synthèse

L'ensemble des indicateurs sélectionnés à ce stade est présenté de manière synthétique dans le tableau 3 et de façon plus détaillée en annexe 3. En complément des indicateurs relatifs aux événements de santé identifiés, des indicateurs de santé globaux seront également surveillés, compte tenu des incertitudes sur la nature et les quantités des substances émises dans un contexte accidentel et en sus des informations fournies par les mesures réalisées dans l'environnement.

La surveillance épidémiologique décrite dans le présent protocole est « évolutive ». Cette liste d'indicateurs de santé pourra donc être adaptée ou complétée, en fonction de l'amélioration des connaissances sur les effets potentiels de ce type d'événement ou du développement d'algorithmes basés sur le SNDS permettant de repérer ces effets.

Les indicateurs seront produits pour la zone d'étude dans sa globalité et par sous-zone géographique d'exposition. Ils seront agrégés soit par jour, semaine, mois ou année selon la période d'étude et la disponibilité des données pour produire des séries temporelles et suivre leur évolution dans le temps. Pour les indicateurs suivis sur une période à court terme (un mois), cette période permettra d'identifier les éventuels effets aigus post-incendie liés à l'incendie ou aux odeurs les plus intenses. Cette période pourra être étendue à un an en fonction des résultats pour couvrir la période où les odeurs ont pu être ressenties à proximité.

Compte tenu des effectifs de population dans la zone d'étude, la précision sera suffisante pour estimer de façon statistiquement significative une incidence 1,5 fois plus élevée dans la zone exposée après l'incendie par rapport à la zone exposée avant l'incendie ou une des zones non exposées, pour un événement ayant une incidence de 100 pour 100 000 personnes (correspondant par exemple à l'incidence d'hospitalisation pour exacerbation d'asthme en Seine-Maritime en 2019) ou de 1,2 fois plus élevée pour un événement ayant une incidence de 200 pour 100 000 personnes (correspondant à l'incidence des hospitalisations pour AVC en Seine-Maritime en 2019) (annexe 5).

³ [Statistiques d'incidence - RNCE \(inserm.fr\)](https://www.inserm.fr/statistiques/incidence)

Tableau 3 : Liste des indicateurs sélectionnés et leur période de suivi post-incendie (détail en annexe 3)

Indicateurs	Période de suivi post-incendie*
Globaux	
Nombre de recours à une consultation médicale	1 an
Nombre d'hospitalisations quel que soit le diagnostic	1 an
Santé mentale	
Instauration de traitements par psychotropes hypnotiques et anxiolytiques (en l'absence de délivrances au cours des 6 mois précédents)	Jusque fin 2020
Instauration de traitements par psychotropes antidépresseurs chez les moins de 65 ans (en l'absence de délivrances au cours des 6 mois précédents)	Jusque fin 2020
Nombre de délivrances de médicaments hypnotiques et anxiolytiques	5 ans
Nombre de délivrances de médicaments antidépresseurs chez les moins de 65 ans	5 ans
Incidence des hospitalisations en psychiatrie pour troubles anxieux ou dépressifs	5 ans
Santé respiratoire	
Incidence des hospitalisations pour toutes causes respiratoires	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour exacerbation d'asthme et de BPCO	1 mois*
Délivrances de médicaments pour asthme ou de BPCO (algorithme à définir)	1 mois*
Incidence du traitement au long cours par des médicaments de la classe ATC R03 (médicaments pour les syndromes obstructifs des voies aériennes) (algorithme à définir : nombre de délivrances au cours d'une période de temps donnée, classes d'âge)	10 ans (chez les enfants)
Santé cardiovasculaire	
Incidence des hospitalisations pour toutes causes cardiovasculaires	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour syndrome coronarien aigu	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour accident vasculaire cérébral	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour insuffisance cardiaque	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour trouble du rythme cardiaque	1 mois*
Incidence des hospitalisations pour maladie veineuse thromboembolique	1 mois*
Incidence de patients traités par antihypertenseurs	1 mois*
Périnatalité	
Taux d'avortement spontané (fausses couches)	1 an
Taux d'interruption médicale de grossesse (IMG avant 22 SA)	1 an
Taux de mort-nés (>22 SA) (y compris, mort-nés issus d'une IMG)	1 an
Taux de mortalité périnatale (mort-nés + mortalité néonatale)	1 an

Indicateurs	Période de suivi post incendie*
Taux de naissance prématurée	1 an
Taux de petit poids à la naissance pour l'âge gestationnel	1 an
<i>Malformation : faisabilité en attente</i>	<i>À définir</i>
Cancer	
Incidence des cancers pour différentes localisations en fonction de la disponibilité des algorithmes	À partir de 5 ans après l'incendie et sur 20 ans

* Cette durée pourra être étendue suite aux résultats des premières analyses sur un mois

3.7 Autres variables

Les données sur l'âge (âge en années révolues à la date de l'hospitalisation et à la date de délivrance du médicament), le sexe et la commune de résidence seront utilisées pour décrire la population. Pour un individu donné et un événement de santé donné, la commune de résidence est celle et de qualité de vie dans le SNDS à la date de l'événement (date d'hospitalisation ou de délivrance). Pour les personnes hospitalisées, l'annexe 4 présente la méthode utilisée pour identifier la commune de résidence.

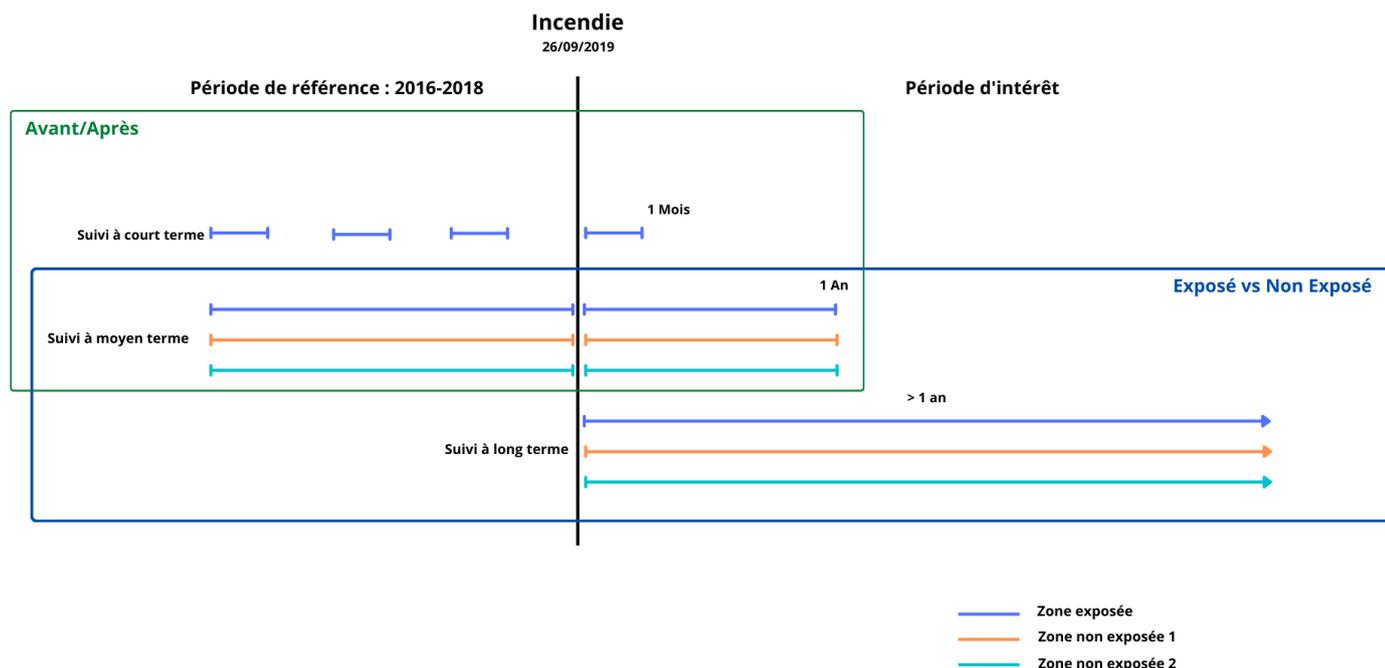
D'autres variables d'intérêt, telles que le jour de la semaine, les jours fériés, les vacances scolaires et les températures, seront également utilisées pour certaines analyses. En effet, le nombre d'hospitalisations ou de délivrances de médicaments diffère fortement selon le jour de la semaine (notamment le lundi et les week-ends) ainsi que les jours fériés. Il en est de même pour les périodes de vacances scolaires. L'identification des jours fériés et des périodes de vacances scolaires dans la région sera réalisée à partir des sources de données disponibles sur la plateforme ouverte data.gouv.fr développée et opérée par la Direction interministérielle du numérique (Dinum). Les données météorologiques, notamment les températures qui peuvent influencer sur certains indicateurs, seront fournies par Météo-France qui dispose de stations d'observation dans la zone d'étude.

3.8 Analyses statistiques

Les analyses seront réalisées pour chaque indicateur de santé sur l'ensemble de la zone exposée et les quatre sous-zones selon les effectifs.

Un schéma en figure 3 illustre les deux axes de comparaison qui seront appliqués, période d'intérêt versus période de référence et/ou zone exposée versus non exposées, selon la période d'analyse (court, moyen ou long terme).

Figure 2 : Schéma représentant les deux axes de comparaison utilisés selon la période de suivi, court (CT), moyen (MT) et long terme (LT)



3.8.1 Analyses descriptives

Pour chaque indicateur de santé étudié, des taux seront calculés en rapportant les effectifs par unité de temps aux estimations annuelles de la population fournies par l'Insee sauf pour les indicateurs de périnatalité (voir annexe 3).

Pour chaque indicateur de santé étudié, le nombre total d'événements et les taux moyens par unité de temps (journalier, mensuel ou annuel selon l'indicateur) seront décrits sur l'ensemble de la zone d'étude (zone exposée et zones non exposées). Cette description sera complétée par les caractéristiques des patients : âge médian et répartition selon le genre. Les courbes de la variation dans le temps de ces taux selon l'unité de temps, seront présentées et décrites sur la période d'étude.

3.8.2 Comparaison avant / après

Les taux par unité de temps observés sur la période d'intérêt seront comparés avec des taux attendus estimés à partir de la période de référence. Deux méthodes seront pour cela utilisées.

Tout d'abord, des rapports de taux (RR pour *Rate Ratio*) entre le taux observé sur chaque unité de temps de la période d'intérêt (de 1 mois à plusieurs mois après l'incendie) et le taux de la période de référence (valeur moyenne observée les années précédentes 2016-2018 pendant la même période de l'année) seront calculés avec leurs intervalles de confiance estimés sous l'hypothèse d'une distribution de Poisson.

Dans un second temps, l'excès de risque sera quantifié au moyen d'une modélisation multivariée des séries temporelles des taux (quotidiens, hebdomadaires ou mensuels selon l'indicateur à l'étude). L'objectif est d'estimer l'association entre l'indicateur et la période d'intérêt après ajustement sur les facteurs de confusion connus. Des modèles de Poisson additifs généralisés (cadre des modèles GAM pour *Generalized Additive Model*) seront ajustés pour estimer le taux de base, c'est-à-dire le taux attendu compte tenu des tendances à long

terme, des variations saisonnières, des tendances à court terme (effet jours fériés, jour de la semaine, vacances scolaires...) ou encore des événements sanitaires exceptionnels (pandémie de Covid-19...). Des transformations *splines* (*splines* pénalisées) [99] seront introduites pour modéliser les variations saisonnières (*spline* cyclique) et la tendance à long terme (*spline* cubique) afin de tenir compte de la non-linéarité de ces tendances. La variation du taux sur la période d'intérêt sera généralement introduite dans le modèle sous la forme d'indicatrices ou au moyen d'une transformation particulière (utilisation d'une *spline* par exemple) selon les spécificités de l'indicateur de santé étudié [100]. L'excès éventuel de risque ajusté sera estimé par des rapports de taux (RR) entre le taux prédit par le modèle sur la période d'intérêt et le taux prédit sans effet période (taux de base). Le jugement de la significativité de l'excès de risque reposera sur l'intervalle de confiance du rapport de taux estimé et interprété relativement à la valeur 1 (= non-rejet de l'égalité des risques).

3.8.3 Comparaison exposé / non exposé

Sur des périodes à moyen terme, la comparaison des évolutions des taux entre la zone exposée et les zones non exposées permet de tenir compte des évolutions de l'indicateur étudié qui serait lié à d'autres facteurs communs aux zones étudiées. Pour la période de suivi à partir de mars 2020, compte tenu de l'épidémie de Covid-19, cette comparaison sera réalisée systématiquement et permettra de tenir compte des tendances des indicateurs de santé pendant cette épidémie.

Tout comme dans la zone exposée, des rapports de taux (RR) par unité de temps entre la période d'intérêt après l'incendie et la période avant l'incendie, seront calculés pour chaque zone non exposée.

Dans un second temps, de la même manière que pour la comparaison avant / après, l'excès de risque sur chaque zone (exposée et non exposées) sera quantifié au moyen d'un modèle multivarié de séries temporelles des taux intégrant les trois zones. Les résultats seront présentés sous forme de risques relatifs (RR) et leurs intervalles de confiance à 95 %. Le RR de la zone exposée sera comparé à ceux des zones non exposées. Le jugement de la significativité de l'excès de risque reposera sur l'absence de chevauchement des intervalles de confiance des RR de la zone exposée par rapport aux zones non exposées. Dans le cas où des excès de risque associés à la période d'intérêt étaient observés dans la zone exposée et dans les zones non exposées, une estimation de la double différence des risques sera réalisée pour évaluer si l'excès de risque dans la zone exposée est amplifié relativement aux zones non exposées (approche *difference-in-difference* [101]).

Pour le suivi à plus long terme, la comparaison à une période avant l'incendie devient moins pertinente compte tenu de l'évolution importante à long terme des pathologies en termes d'incidence, de modalité de traitement, mais également de structure de la population, etc. Des taux, d'incidence ou de prévalence, seront calculés pour la zone exposée et pour chaque zone non exposée. Ces taux feront l'objet d'une standardisation directe afin de neutraliser des différences dues à l'âge ou le sexe. La comparaison entre la zone exposée et les zones non exposées sera faite avant l'incendie et après l'incendie à intervalles de temps répétés pour comparer les évolutions.

3.8.4 Outils d'analyses

Les indicateurs de santé issus du SNDS seront calculés au sein d'un espace dédié du portail du SNDS de la Cnam puis agrégés par âge, sexe et unité de temps dans chaque zone pour pouvoir être extraits (données non identifiantes), à l'aide du logiciel SAS Enterprise Guide 7.1. Les données agrégées seront ensuite traitées et analysées à l'aide du logiciel R Studio version 2022.02.3.

3.9 Limites

3.9.1 Pour la population d'étude

La population d'étude est celle résidant dans la zone d'étude pendant la période d'étude. Le SNDS permet de prendre en compte la quasi-totalité de la population résidente mais il ne prend pas en compte les personnes qui n'y habiteraient pas mais qui étaient présentes sur le territoire pendant la période d'étude. Le choix des zones non exposées a été fait de sorte que la part de ces personnes parmi l'ensemble des résidents des zones non exposées soit faible.

Il est possible que certaines personnes, particulièrement touchées par l'événement d'un point de vue émotionnel ou sanitaire, aient déménagé après l'incendie, ce qui pourrait entraîner un biais différentiel (conditionné par l'état de santé ou la fragilité des individus). Ce biais est cependant probablement faible sur l'ensemble de la zone d'étude.

Pour les personnes hospitalisées, seul le code géographique est disponible. La commune de résidence sera donc identifiée à partir des bases archivées des données sur les bénéficiaires de l'Assurance Maladie.

La zone d'étude prise en compte est très étendue et de densité de population très hétérogène. Cette zone présentait très probablement des différences dans les niveaux d'exposition et les effets sur la santé. L'enquête de santé et de qualité de vie ayant notamment montré un retentissement plus fort à proximité de l'incendie. C'est pourquoi différents découpages ont été définis avec un équilibre entre un nombre de personnes suffisant et le fait d'avoir été plus ou moins exposé. Cependant, ce découpage entraîne une baisse des effectifs et donc une perte de puissance pour mettre en évidence des différences entre la période avant et après l'incendie.

3.9.2 Pour les indicateurs de santé

Les indicateurs de santé seront construits à partir des données du SNDS.

L'utilisation de ces données offre de nombreux avantages car le SNDS permet un suivi quasi exhaustif de la population (et par conséquent une absence de biais de sélection et des effectifs importants). Ces données permettent un suivi à long terme sans perte de participation et sans biais de déclaration, notamment biais de mémoire ou de désirabilité, qui pourrait survenir dans des enquêtes. Pour certaines informations, ces données peuvent être plus fiables que celles obtenues par déclaration [83].

Ces données admettent néanmoins quelques limites, telles que le peu de données socio-économiques, l'absence de données cliniques (poids, pression artérielle...) et comportementales (tabagisme, sédentarité...), la posologie non disponible pour les traitements médicamenteux, l'absence de résultats biologiques ou radiologiques.

Elles permettent d'identifier les événements de santé entraînant un remboursement par l'Assurance Maladie (consultation médicale, délivrance de médicaments, hospitalisation...). Certaines personnes atteintes de pathologies peuvent avoir recours à l'automédication ou ne pas avoir recours à des soins (consommation médicamenteuse ou hospitalisation) pour leur maladie, du fait de l'absence de diagnostic de la maladie, de la non-adhérence du patient au traitement prescrit, ou de la difficulté à accéder à des soins. Seules les données du PMSI sur les hospitalisations et les données sur les prises en charge à 100 % pour une affection de longue durée, une maladie professionnelle ou une invalidité comprennent des diagnostics médicaux.

Les modifications de prise en charge et la structure sociodémographique de la population peuvent influencer sur les évolutions des indicateurs de santé. Nous avons considéré que ces facteurs avaient une faible influence pour la période de surveillance à court terme. Pour prendre en compte ces effets pour les périodes à moyen et long terme, une comparaison de l'évolution des indicateurs dans des zones non exposées sera réalisée.

Pour les personnes souffrant déjà de pathologies chroniques, il peut être difficile d'identifier les décompensations de la maladie par les délivrances de médicaments comme expliqué en chapitre 3.4.3 du fait du décalage temporel entre la délivrance et l'usage du médicament. Les données d'hospitalisations permettent d'identifier les décompensations les plus graves ou nécessitant une hospitalisation selon d'autres critères (âge, isolement...).

D'autres incertitudes sont spécifiques à certains indicateurs et sont décrites en annexe 3.

Globalement, pour chacun des indicateurs, **l'utilisation de la même définition entre la zone exposée et les zones non exposées au cours du temps permettra de limiter les biais, liés à l'erreur de mesure des événements de santé, à un biais non différentiel.** Ces données sont également utilisées en routine dans la surveillance épidémiologique en France, ce qui permet une comparaison avec ces données [9].

3.9.3 Pour la prise en compte des facteurs de confusion

L'épidémie de Covid-19 a eu une influence importante sur l'ensemble des indicateurs sanitaires, il est donc nécessaire d'en tenir compte dans les analyses pour les suivis à moyen et long terme. La comparaison à une population d'une zone non exposée, dans le même département, permettra de prendre en compte ce facteur.

L'approche écologique ne permet pas de prendre en compte les facteurs de risque individuels. Dans l'approche avant/après, les biais de confusion sont limités. Un biais de confusion résiduel potentiel sera à considérer dans l'interprétation des différences entre la zone exposée et non exposée. À noter néanmoins que pour que les comportements de santé agissent comme des facteurs de confusion dans les analyses, il faut qu'ils soient associés aux indicateurs sanitaires mais aussi à l'exposition étudiée. Ainsi, par exemple, le tabagisme pourra biaiser les différences observées uniquement si la population de la zone exposée fume plus (ou moins) que la population des zones non exposées et que ces différences changent au cours du temps sans que cela soit lié à l'incendie.

Dans l'approche avant/après, la période avant l'incendie est prise comme référence. Il est possible que d'autres facteurs que l'incendie, dépendant du temps, puissent entraîner un biais de confusion. Pour limiter ce biais, une analyse multivariée sera réalisée en prenant en compte certains facteurs.

Enfin sur le moyen et long terme, la comparaison avec une zone non exposée permettra de prendre en compte l'influence de facteurs évoluant de la même manière dans les deux zones. Il n'est pas exclu que d'autres facteurs évoluent différemment et influencent les indicateurs de santé étudiés. Il sera nécessaire d'étudier la possibilité de les prendre en compte dans les analyses.

4. COMITOLOGIE

L'étude s'appuie sur un comité d'appui thématique indépendant intitulé : « Évaluation de l'impact de l'incendie des entreprises Lubrizol et NL Logistique sur la santé de la population », constitué de personnes qualifiées, externes à Santé publique France. Constitué en mars 2020, pour appuyer Santé publique France dans l'ensemble des études du dispositif « Santé post-incendie 76 », il est composé de spécialistes des disciplines et domaines scientifiques mobilisés par les études menées : toxicologie, métrologie, épidémiologie, pathologie professionnelle, santé perçue, psychométrie, sociologie. Il a pour rôle d'aider aux choix scientifiques, à l'interprétation des résultats et à la formulation de propositions et actions de santé publique issues des travaux menés.

5. CONSIDÉRATIONS RÉGLEMENTAIRES ET ÉTHIQUES

Les données utilisées dans l'étude sont pseudonymisées.

Santé publique France accédera aux données à caractère personnel issues du SNDS dans le cadre de son accès permanent prévu par les articles L. 1461-3 et R. 1461-13 et suivants du code de la santé publique.

Santé publique France traitera ces données au sein d'un espace spécifique du portail du SNDS de la Cnam. Ces données à caractère personnel seront analysées uniquement par des personnes habilitées. Aucune extraction de données à caractère personnel hors du portail du SNDS ne sera effectuée. Seules des données agrégées non identifiantes seront extraites du portail.

Aucun consentement n'est requis, l'accès et la réutilisation des issues du SNDS par Santé publique France pour ses missions de surveillance étant prévu par des dispositions légales et réglementaires (articles L. 1461-3 et R. 1461-13 et suivants du code de la santé publique), les en dispensant.

6. PUBLICATION DES RÉSULTATS ET VALORISATION

Chaque famille d'indicateurs de santé fera l'objet d'une publication et d'une restitution. Ces dernières auront lieu progressivement à partir de 2023 par famille d'indicateurs et selon la temporalité de suivi (court, moyen et long terme) définie dans le protocole. Pour les indicateurs surveillés sur plusieurs années, des restitutions régulières (par exemple tous les ans) de la surveillance seront réalisées.

7. ANNEXES

Annexe 1 : Listes des communes de la zone exposée et des zones non exposées

Tableau 4 : Liste des communes de la zone exposée et répartition par sous-zones

Nom	Code Insee	Sous-zone	Nom	Code Insee	Sous-zone
Amfreville-la-Mi-Voie	76005	Sud-ouest	Doudeauville	76218	Nord-est éloignée
Argueil	76025	Nord-est éloignée	Elbeuf-sur-Andelle	76230	Nord-est éloignée
Beaubec-la-Rosière	76060	Nord-est éloignée	Ernemont-sur-Buchy	76243	Nord-est éloignée
Beaussault	76065	Nord-est éloignée	Esclavelles	76244	Nord-est éloignée
Beauvoir-en-Lyons	76067	Nord-est éloignée	Esteville	76247	Nord-est éloignée
Bierville	76094	Nord-est éloignée	Flamets-Frétils	76265	Nord-est éloignée
Bihorel	76095	Nord-est proche	Fontaine-en-Bray	76269	Nord-est éloignée
Blainville-Crevon	76100	Nord-est éloignée	Fontaine-le-Bourg	76271	Nord-est éloignée
Bois-Guilbert	76107	Nord-est éloignée	Fontaine-sous-Préaux	76273	Nord-est éloignée
Bois-Guillaume	76108	Nord-est proche	Forges-les-Eaux	76276	Nord-est éloignée
Bois-Hérault	76109	Nord-est éloignée	Fry	76292	Nord-est éloignée
Boissay	76113	Nord-est éloignée	Gaillefontaine	76295	Nord-est éloignée
Bonsecours	76103	Sud-ouest	Gancourt-Saint-Étienne	76297	Nord-est éloignée
Bosc-Bérenger	76119	Nord-est éloignée	Grainville-sur-Ry	76316	Nord-est éloignée
Bosc-Bordel	76120	Nord-est éloignée	Graval	76323	Nord-est éloignée
Bosc-Édeline	76121	Nord-est éloignée	Grumesnil	76332	Nord-est éloignée
Bosc-Guéraud-Saint-Adrien	76123	Nord-est éloignée	Haucourt	76343	Nord-est éloignée
Bosc-le-Hard	76125	Nord-est éloignée	Haudricourt	76344	Nord-est éloignée
Bosc-Mesnil	76126	Nord-est éloignée	Haussez	76345	Nord-est éloignée
Bouelles	76130	Nord-est éloignée	Héronnelles	76359	Nord-est éloignée
Bradiancourt	76139	Nord-est éloignée	Hodeng-Hodenger	76364	Nord-est éloignée
Brémontier-Merval	76142	Nord-est éloignée	Houpeville	76367	Nord-est éloignée
Buchy	76146	Nord-est éloignée	Illois	76372	Nord-est éloignée
Cailly	76152	Nord-est éloignée	Isneauville	76377	Nord-est éloignée
Canteleu	76157	Sud-ouest	La Bellière	76074	Nord-est éloignée
Catenay	76163	Nord-est éloignée	La Chapelle-Saint-Ouen	76171	Nord-est éloignée
Claville-Motteville	76177	Nord-est éloignée	La Ferté-Saint-Samson	76261	Nord-est éloignée
Compainville	76185	Nord-est éloignée	La Hallotière	76338	Nord-est éloignée
Conteville	76186	Nord-est éloignée	La Rue-Saint-Pierre	76547	Nord-est éloignée
Cottévrard	76188	Nord-est éloignée	La Vieux-Rue	76740	Nord-est éloignée
Criquiers	76199	Nord-est éloignée	Le Grand-Quevilly	76322	Sud-ouest
Critot	76200	Nord-est éloignée	Le Héron	76358	Nord-est éloignée
Dampierre-en-Bray	76209	Nord-est éloignée	Le Mesnil-Lieubray	76431	Nord-est éloignée
Déville-lès-Rouen	76216	Sud-ouest			

Nom	Code Insee	Sous-zone
Le Petit-Quevilly	76498	Sud-ouest
Le Thil-Riberpré	76691	Nord-est éloignée
Longmesnil	76393	Nord-est éloignée
Longuerue	76396	Nord-est éloignée
Maromme	76410	Sud-ouest
Massy	76415	Nord-est éloignée
Mathonville	76416	Nord-est éloignée
Maucomble	76417	Nord-est éloignée
Mauquenchy	76420	Nord-est éloignée
Ménerval	76423	Nord-est éloignée
Mésangueville	76426	Nord-est éloignée
Mesnil-Mauger	76432	Nord-est éloignée
Montérolier	76445	Nord-est éloignée
Mont-Saint-Aignan	76451	Nord-est proche
Morgny-la-Pommeraye	76453	Nord-est éloignée
Morville-sur-Andelle	76455	Nord-est éloignée
Nesle-Hodeng	76459	Nord-est éloignée
Neufbosc	76461	Nord-est éloignée
Neuville-Ferrières	76465	Nord-est éloignée
Nolléval	76469	Nord-est éloignée
Notre-Dame-de-Bondeville	76474	Nord-est éloignée
Pierreval	76502	Nord-est éloignée
Pommereux	76505	Nord-est éloignée
Préaux	76509	Nord-est éloignée
Quincampoix	76517	Nord-est éloignée
Rebets	76521	Nord-est éloignée
Rocquemont	76532	Nord-est éloignée
Roncherolles-en-Bray	76535	Nord-est éloignée

Nom	Code Insee	Sous-zone
Ronchois	76537	Nord-est éloignée
Rouen	76540	Nord-est proche
Rouvray-Catillon	76544	Nord-est éloignée
Saint-Aignan-sur-Ry	76554	Nord-est éloignée
Saint-André-sur-Cailly	76555	Nord-est éloignée
Sainte-Croix-sur-Buchy	76571	Nord-est éloignée
Sainte-Genève	76578	Nord-est éloignée
Saint-Georges-sur-Fontaine	76580	Nord-est éloignée
Saint-Germain-des-Essourts	76581	Nord-est éloignée
Saint-Germain-sous-Cailly	76583	Nord-est éloignée
Saint-Lucien	76601	Nord-est éloignée
Saint-Martin-du-Vivier	76617	Nord-est éloignée
Saint-Martin-Osmonville	76621	Nord-est éloignée
Saint-Michel-d'Halescourt	76623	Nord-est éloignée
Saint-Saëns	76648	Nord-est éloignée
Saint-Saire	76649	Nord-est éloignée
Saumont-la-Poterie	76666	Nord-est éloignée
Serqueux	76672	Nord-est éloignée
Servaville-Salmonville	76673	Nord-est éloignée
Sigy-en-Bray	76676	Nord-est éloignée
Sommery	76678	Nord-est éloignée
Sotteville-lès-Rouen	76681	Sud-ouest
Vieux-Manoir	76738	Nord-est éloignée
Yquebeuf	76756	Nord-est éloignée

Tableau 5 : Liste des communes de la zone non exposée de Caen et ses environs

Nom	Code Insee
Amayé-sur-Orne	14006
Amfreville	14009
Anisy	14015
Argences	14020
Audrieu	14026
Authie	14030
Avenay	14034
Banneville-la-Campagne	14036
Banville	14038

Nom	Code Insee
Baron-sur-Odon	14042
Basly	14044
Basseneville	14045
Bavent	14046
Bellengreville	14057
Bénouville	14060
Bény-sur-Mer	14062
Bernières-sur-Mer	14066
Biéville-Beuville	14068

Nom	Code Insee
Blainville-sur-Orne	14076
Bougy	14089
Boulon	14090
Bourguébus	14092
Bretteville-sur-Laize	14100
Bretteville-sur-Odon	14101
Bréville-les-Monts	14106
Caen	14118
Cagny	14119

Nom	Code Insee
Cairon	14123
Cambes-en-Plaine	14125
Carpiquet	14137
Castine-en-Plaine	14538
Cauvicourt	14145
Cintheaux	14160
Colleville-Montgomery	14166
Colombelles	14167
Colombiers-sur-Seulles	14169
Colomby-Anguery	14014
Cormelles-le-Royal	14181
Courseulles-sur-Mer	14191
Cresserons	14197
Creully sur Seulles	14200
Cristot	14205
Cuverville	14215
Démouville	14221
Douvres-la-Délivrante	14228
Émiéville	14237
Épron	14242
Escoville	14246
Esquay-Notre-Dame	14249
Éterville	14254
Évrecy	14257
Feuguerolles-Bully	14266
Fleury-sur-Orne	14271
Fontaine-Étoupefour	14274
Fontaine-Henry	14275
Fontenay-le-Marmion	14277
Fontenay-le-Pesnel	14278
Frénouville	14287
Fresney-le-Puceux	14290
Gavrus	14297

Nom	Code Insee
Giberville	14301
Gonneville-en-Auge	14306
Gouvix	14309
Grainville-sur-Odon	14311
Gretheville	14319
Grimbosq	14320
Hermanville-sur-Mer	14325
Hérouville-Saint-Clair	14327
Hérouvillette	14328
Iffs	14341
Janville	14344
Laize-Clinchamps	14349
Langrune-sur-Mer	14354
Le Castelet	14554
Le Fresne-Camilly	14288
Lion-sur-Mer	14365
Loucelles	14380
Louvigny	14383
Luc-sur-Mer	14384
Maizet	14393
Maltot	14396
Mathieu	14407
May-sur-Orne	14408
Merville-Franceville-Plage	14409
Mondeville	14437
Mondrainville	14438
Mouen	14454
Moulins-en-Bessin	14406
Moult-Chicheboville	14456
Mutrécy	14461
Ouistreham	14488
Périers-sur-le-Dan	14495
Petiville	14499
Plumetot	14509

Nom	Code Insee
Ponts sur Seulles	14355
Ranville	14530
Reviere	14535
Rosel	14542
Rots	14543
Saint-André-sur-Orne	14556
Saint-Aubin-d'Arquenay	14558
Saint-Aubin-sur-Mer	14562
Saint-Contest	14566
Sainte-Honorine-du-Fay	14592
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe	14587
Saint-Manvieu-Norrey	14610
Saint-Martin-de-Fontenay	14623
Saint-Pair	14640
Saint-Samson	14657
Saint-Sylvain	14659
Sallenelles	14665
Sannerville	14666
Soliers	14675
Tessel	14684
Thaon	14685
Thue et Mue	14098
Touffréville	14698
Tourville-sur-Odon	14707
Troarn	14712
Vacognes-Neuilly	14721
Val d'Arry	14475
Valambray	14005
Verson	14738
Vieux	14747
Villons-les-Buissons	14758
Vimont	14761

Tableau 6 : Liste des communes de la zone non exposée du Havre et ses environs

Nom	Code Insee
Angerville-Bailleul	76012
Angerville-l'Orcher	76014
Anglesqueville-l'Esneval	76017

Nom	Code Insee
Annouville-Vilmesnil	76021
Auberville-la-Renault	76033

Nom	Code Insee
Beaurepaire	76064
Bec-de-Mortagne	76068
Bénarville	76076

Nom	Code Insee
Bénouville	76079
Bernières	76082
Beuzeville-la-Grenier	76090
Beuzevillette	76092
Bolbec	76114
Bolleville	76115
Bordeaux-Saint-Clair	76117
Bornambusc	76118
Bréauté	76141
Bretteville-du-Grand-Caux	76143
Cauville-sur-Mer	76167
La Cerlangue	76169
Criquebeuf-en-Caux	76194
Criquetot-l'Esneval	76196
Cuerville	76206
Daubeuf-Serville	76213
Écrainville	76224
Épouville	76238
Épretot	76239
Épreville	76240
Étainhus	76250
Étretat	76254
Terres-de-Caux	76258
Fécamp	76259
Fongueusemare	76268
Fontaine-la-Mallet	76270
Fontenay	76275
La Frénaye	76281
Froberville	76291
Gainneville	76296
Gerville	76300
Goderville	76302
Gommerville	76303
Gonfreville-Caillet	76304
Gonfreville-l'Orcher	76305
Gonneville-la-Mallet	76307
Graimbouville	76314
Grainville-Ymauville	76317
Grand-Camp	76318
Gruchet-le-Valasse	76329
Harfleur	76341

Nom	Code Insee
Hattenville	76342
Le Havre	76351
Hermeville	76357
Heuqueville	76361
Houquetot	76368
Lanquetot	76382
Lillebonne	76384
Limpville	76386
Lintot	76388
Les Loges	76390
Manéglise	76404
Maniquerville	76406
Manneville-la-Goupil	76408
Mannevillette	76409
Mélamare	76421
Mentheville	76425
Mirville	76439
Montivilliers	76447
Nointot	76468
Norville	76471
Port-Jérôme-sur-Seine	76476
Notre-Dame-du-Bec	76477
Octeville-sur-Mer	76481
Oudalle	76489
Parc-d'Anxtot	76494
Petiville	76499
Pierrefiques	76501
La Poterie-Cap-d'Antifer	76508
Raffetot	76518
La Remuée	76522
Rogerville	76533
Rolleville	76534
Rouville	76543
Sainneville	76551
Sainte-Adresse	76552
Saint-Antoine-la-Forêt	76556
Saint-Aubin-Routot	76563
Saint-Eustache-la-Forêt	76576
Saint-Gilles-de-la-Neuville	76586
Saint-Jean-de-Folleville	76592

Nom	Code Insee
Saint-Jean-de-la-Neuville	76593
Saint-Jouin-Bruneval	76595
Saint-Laurent-de-Brèvedent	76596
Saint-Léonard	76600
Saint-Maclou-la-Brière	76603
Sainte-Marie-au-Bosc	76609
Saint-Martin-du-Bec	76615
Saint-Martin-du-Manoir	76616
Saint-Maurice-d'Ételan	76622
Saint-Nicolas-de-la-Haie	76626
Saint-Nicolas-de-la-Taille	76627
Saint-Romain-de-Colbosc	76647
Saint-Sauveur-d'Émalleville	76650
Saint-Vigor-d'Ymonville	76657
Saint-Vincent-Cramesnil	76658
Sandouville	76660
Saussezemare-en-Caux	76669
Tancarville	76684
Le Tilleul	76693
Tocqueville-les-Murs	76695
Tourville-les-Ifs	76706
Trémauville	76710
La Trinité-du-Mont	76712
Les Trois-Pierres	76714
Trouville	76715
Turretot	76716
Vattetot-sous-Beaumont	76725
Vattetot-sur-Mer	76726
Vergetot	76734
Villainville	76741
Virville	76747
Yébleron	76751
Yport	76754

Annexe 2 : Tableaux comparatifs d'indicateurs socioéconomiques

Tableau 7 : Comparaison d'indicateurs socioéconomiques entre la population de la zone exposée et celles des zones non exposées (Source : Insee, recensement 2018)

	Zone exposée	Zone non exposée du Havre et ses environs	Zone non exposée de Caen et ses environs
Effectif	348 508	373 035	364 505
Part n'ayant pas le bac (> 15 ans)	15,7%	18,2%	13,9%
% de chômeurs (15-64 ans)	11,1%	11,8%	9,2%
Revenu médian	21 490	23 775	23 530
Part de ménages fiscaux imposés (médiane)	50%	52%	57%
Taux de pauvreté (médiane)	17,5%	12,0%	11,0%
Selon la taille de l'unité urbaine (UU)			
Commune rurale	11,8%	16,1%	18,4%
UU < 5 000 hab.	4,7%	6,4%	8,3%
UU < 20 000 hab.	0,0%	3,3%	16,3%
UU >= 20 000 hab.	80,5%	74,2%	57,0%
Selon la taille de la commune			
Commune rurale	13,8%	21,8%	22,1%
Com. < 5 000 hab.	6,2%	7,2%	29,1%
Com. < 20 000 hab.	26,0%	25,5%	13,6%
Com. >= 20 000 hab.	54,1%	45,5%	35,2%
Selon le FDEP de l'Iris*			
Quintile le plus favorisé (Q1)	33,1%	18,0%	33,6%
Q2	13,2%	16,1%	23,0%
Q3	15,0%	13,9%	23,8%
Q4	14,7%	14,6%	8,5%
le plus défavorisé (Q5)	24,0%	37,4%	11,1%

*FDEP : indice de défavorisation sociale (French DEPrivation index), plus le score est élevé, plus le désavantage social est important (https://cepidc.inserm.fr/sites/default/files/2020-11/Note_indices_socioeco-2.pdf)

Tableau 8 : Comparaison d'indicateurs socioéconomiques entre les différentes sous-zones de la zone exposée (Source : Insee, recensement 2018)

	proximité	nord-est proche	nord-est éloignée	sud-ouest
Population	133 641	153 294	122 204	73 010
n'ayant pas le bac (>15 ans)	23,5%	10,0%	19,5%	15,5%
% de chômeurs (15-64 ans)	12,7%	11,3%	13,3%	7,1%
% dans le quintile le plus défavorisé (FDEP - Q5)	16,7%	0,0%	47,6%	9,1%

Annexe 3 : Fiches détaillées des indicateurs de santé

A3.1 Indicateurs globaux

Nombre de personnes ayant eu recours à une consultation de médecins généralistes quel que soit le motif

Remarque : cet indicateur est très global et vise à détecter des augmentations globales de recours aux soins sans distinction du motif.

Nombre de personnes hospitalisées quel que soit le motif

Remarque : cet indicateur est très global et vise à détecter des augmentations globales de recours aux soins sans distinction du motif.

A3.2 Santé mentale

Instauration de traitements par psychotropes hypnotiques ou anxiolytiques

Construction de l'indicateur

Nombre de personnes de moins de 65 ans ayant eu une délivrance de médicaments hypnotiques (classe ATC N05B) ou anxiolytiques (classe ATC N05C) sur le pas de temps considéré et pour lequel aucune délivrance de la même classe de psychotropes n'a été trouvée dans les six mois précédents.

La date de délivrance des médicaments est utilisée car un travail précédent sur la tempête Xynthia [3] a montré que la date de prescription n'était pas toujours renseignée. La date de prescription est également sujette à erreur (lors de la saisie à la pharmacie) contrairement à la date de délivrance.

Remarque

Cet indicateur permet de suivre les personnes nouvellement traitées. Dans certaines études, la période considérée comme sans délivrance est d'un an, nous avons choisi d'augmenter la sensibilité en prenant une période de six mois afin de pouvoir inclure les personnes nécessitant une reprise de leur traitement. Cependant les personnes ayant des traitements intermittents seront possiblement prises en compte (si la précédente délivrance remonte à plus de six mois).

Instauration de traitements par psychotropes antidépresseurs chez les moins de 65 ans

Construction de l'indicateur

Nombre de personnes de moins de 65 ans ayant eu une délivrance d'un antidépresseur (classe ATC N06A) sur le pas de temps considéré et pour lequel aucune délivrance de la même classe de psychotropes n'a été trouvée dans les six mois précédents.

Remarque

Cet indicateur permet de suivre les personnes nouvellement traitées. Cependant les personnes ayant des traitements intermittents seront possiblement prises en compte (si la délivrance remonte à plus de six mois).

Les antidépresseurs sont fréquemment prescrits chez les personnes âgées pour le traitement de la dépression mais également d'autres pathologies comme des troubles du comportement ou la maladie d'Alzheimer [84, 88].

Nombre de délivrances de médicaments hypnotiques et anxiolytiques

Construction de l'indicateur

Nombre de personnes ayant eu au moins une délivrance de médicaments psychotropes hypnotiques (classe ATC N05B) ou anxiolytiques (classe ATC N05C) sur le pas de temps considéré.

Nombre de délivrances de médicaments antidépresseurs chez les moins de 65 ans

Construction de l'indicateur

Nombre de personnes de moins de 65 ans ayant eu au moins une délivrance d'un médicament antidépresseur (classe ATC N06A) sur le pas de temps étudié.

Incidence des hospitalisations en psychiatrie pour troubles anxieux ou dépressifs

Construction de l'indicateur

Nombre de patients hospitalisés pour certains motifs psychiatriques à partir des données d'hospitalisations enregistrées dans le PMSI-MCO, RIM-PSY et le PMSI-SSR :

- Troubles de l'humeur [affectifs] (F30-F39) (Troubles de l'humeur) - y compris la dépression et les troubles bipolaires ;
- Troubles névrotiques, liés au stress et somatoformes (F40-F49) (Troubles anxieux) - y compris l'anxiété, les troubles obsessionnels compulsifs (TOC), les troubles de stress post-traumatique (TSPT) et les troubles somatoformes ;
- Syndromes comportementaux associés à des perturbations physiologiques et à des facteurs physiques (F50-F59) (Syndromes comportementaux) - y compris les troubles de l'alimentation, les troubles du sommeil non organiques et les dysfonctionnements sexuels.

A3.3 Santé respiratoire

Incidence des hospitalisations pour toutes causes respiratoires

Construction de l'indicateur

Nombre de séjours hospitaliers avec un diagnostic principal (DP) de pathologie respiratoire (code CIM-10 : J00-J99).

Remarque

Cet indicateur est très global et inclut de nombreuses pathologies d'étiologies variées et permet d'avoir une vision d'ensemble. Ces hospitalisations dépendent des modalités de prise en charge, qui peuvent présenter une variabilité spatiotemporelle.

Incidence des hospitalisations pour exacerbation d'asthme

Construction de l'indicateur

Un séjour hospitalier pour exacerbation d'asthme est un séjour avec un DP d'asthme (code CIM-10 : J45) ou d'asthme aigu grave (J46).

Remarque

Seule une fraction des personnes ayant une exacerbation d'asthme est hospitalisée, en fonction de différents facteurs dont la gravité de l'exacerbation, de l'âge de la personne, etc. Ces hospitalisations dépendent des modalités de prise en charge, qui peuvent présenter une variabilité spatiotemporelle. Le choix a été fait de considérer les séjours et non les personnes. Il est possible qu'une personne puisse faire plusieurs séjours pour un même événement, mais cette situation est cependant rare. Ce choix repose notamment sur un souci de cohérence avec les indicateurs produits au niveau national et la volonté d'identifier tous les épisodes dont les rechutes.

Incidence des hospitalisations pour exacerbation de BPCO

Construction de l'indicateur

Nombre de séjours pour une exacerbation de BPCO.

Deux indicateurs d'identification des séjours pour exacerbation de BPCO sont utilisés à des fins de surveillance épidémiologique de la BPCO [102].

- L'indicateur principal correspond aux séjours pour exacerbation de BPCO, identifiés par un des critères suivants :
 - DP d'exacerbation de BPCO ;
 - DP d'infection respiratoire basse ou DP d'insuffisance respiratoire aiguë, associé à un DA d'emphysème ou à un DA d'autre maladie pulmonaire obstructive chronique ;
 - DP d'emphysème ou DP d'autre maladie pulmonaire obstructive chronique sans notion d'exacerbation, associé à un DA d'exacerbation de BPCO.
- L'indicateur global, plus large, permet de prendre en compte d'éventuels transferts de codage et de vérifier la robustesse des tendances au cours du temps. Il comprend :
 - L'ensemble des séjours avec un DP d'emphysème ou un DP d'autre maladie pulmonaire obstructive chronique ;
 - Les séjours avec un DA d'exacerbation de BPCO ;
 - Les séjours avec un DP ou un DA d'insuffisance respiratoire aiguë ou d'infection respiratoire basse, associé à un DA d'emphysème ou d'autre maladie pulmonaire obstructive chronique sans notion d'exacerbation. Quel que soit l'indicateur, les séjours de moins de deux jours dont l'issue n'est pas le décès sont exclus.

Les codes CIM-10 correspondants sont donnés dans le tableau ci-dessous⁴.

Indicateur principal	Indicateur global
J44.0 ou J44.1 en DP	J43 ou J44 en DP
(J96.0, J09-J18, ou J20-J22) en DP et (J43 ou J44) en DA	J44.0 ou J44.1 en DA
(J43, J44.8, ou J44.9) en DP Et (J96.0, J09-J18, ou J20-J22) en DA	(J96.0, J09-J18, ou J20-J22) en DP ou en DA Et J43, J44.8 ou J44.9 en DA
Exclusion des séjours de moins de 2 jours dont l'issue n'est pas le décès	

Remarque

Seule une fraction des patients ayant une exacerbation de BPCO est hospitalisée.

Nombre de délivrances de bronchodilatateurs de courte durée d'action

Construction de l'indicateur

Nombre de délivrances d'un bronchodilatateur de courte durée d'action (β_2 mimétique de courte durée d'action, anticholinergique de courte durée d'action).

Remarques

Les bronchodilatateurs de courte durée d'action ne sont pas spécifiques de l'asthme et de la BPCO. Ils peuvent être prescrits en traitement symptomatique dans d'autres pathologies des voies aériennes inférieures.

⁴ J44.0 : Maladie pulmonaire obstructive chronique avec infection aiguë des voies respiratoires inférieures, J44.1 : Maladie pulmonaire obstructive chronique avec épisodes aigus, J43 : Emphysème, J44 : Autres maladies pulmonaires obstructives chroniques, J96.0 : Insuffisance respiratoire aiguë, J09-J018 : Grippe et pneumopathie, J20-J22 : Autres affections aiguës des voies respiratoires inférieures, J44.8 : Autres maladies pulmonaires obstructives chroniques précisées, J44.9 : Maladie pulmonaire obstructive chronique, sans précision.

La date de délivrance des bronchodilatateurs de courte durée d'action est le plus souvent antérieure à la date de consommation, et les traitements des symptômes respiratoires par l'augmentation du traitement de fond chez les asthmatiques ne pourront pas être mis en évidence.

Incidence de l'asthme (chez les enfants)

Construction de l'indicateur

À ce jour, il n'existe pas d'algorithme basé sur les données du SNDS permettant d'identifier les patients nouvellement pris en charge pour asthme.

Les médicaments de la classe ATC R03 (médicaments pour les syndromes obstructifs des voies aériennes) ne sont pas spécifiques de l'asthme. Ils sont également prescrits pour d'autres pathologies chroniques des voies aériennes inférieures (BPCO notamment) mais aussi pour des pathologies aiguës des voies aériennes inférieures (traitement symptomatique de la bronchite aiguë par exemple) ou des voies aériennes supérieures (laryngite par exemple).

La BPCO étant rare avant l'âge de 40-45 ans, cela ouvre la possibilité de construire un algorithme pour approcher les asthmes persistants chez les enfants, en se basant sur le nombre de délivrances dans l'année et/ou en prenant en compte plusieurs années consécutives, au détriment cependant des asthmes intermittents (chez lesquels le traitement de fond n'est pas indiqué) et les asthmes persistants insuffisamment traités (prescription insuffisante ou non-compliance au traitement) [82].

A3.4 Santé cardiovasculaire

Incidence des hospitalisations pour toutes causes cardiovasculaires

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour toutes causes cardiovasculaires est un patient hospitalisé avec en diagnostic principal (DP) ou en diagnostic relié (DR) du séjour hospitalier – ou d'une des unités médicales par lesquelles le patient est passé au cours de son hospitalisation - un des codes⁵ suivants : I00 à I99.

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

Remarque

Cet indicateur est très global et inclut de nombreuses pathologies d'étiologies variées et permet d'avoir une vision d'ensemble.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année. On considère que la ré-hospitalisation est liée au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patients concernés est considéré comme faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées sur ce critère.

Incidence des hospitalisations pour insuffisance cardiaque (IC)

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour insuffisance cardiaque est un patient hospitalisé avec :

- En diagnostic principal ou relié un des codes⁶ : I50, I11.0, I13.0 and I13.2 OU
- En diagnostic principal I13.9, J81, ou K76.1 avec un code associé ou relié I50, I11.0, I13.0, ou I13.2

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

⁵ Tout le chapitre des maladies de l'appareil circulatoire de la classification CIM-10.

⁶ I50: insuffisance cardiaque, I11.0 : cardiopathie hypertensive, avec insuffisance cardiaque, I13 : cardionéphropathie hypertensive, J81: œdème pulmonaire, K76.1 : congestion passive chronique du foie.

Remarque

Les hospitalisations pour insuffisance cardiaque concernent essentiellement les décompensations cardiaques car les patients insuffisants cardiaques stables sont surtout pris en charge en ville et ne sont alors pas repérés par l'algorithme.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année. On considère que la ré-hospitalisation est liée au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patients concernés est considéré comme faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées sur ce critère.

Incidence des hospitalisations pour accident vasculaire cérébral (AVC)

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour AVC est un patient hospitalisé avec en diagnostic principal ou en diagnostic relié du séjour ou unité médicale un des codes⁷ suivants : I60 à I64.

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

Remarque

Le nombre de patients hospitalisés ne dépend pas uniquement de l'incidence des accidents vasculaires cérébraux. En effet, les patients très âgés en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad) ne sont pas toujours hospitalisés pour leur AVC. De plus, les décès pré-hospitaliers ne sont également pas pris en compte car les données de décès dans le SNDS ne sont disponibles que plusieurs années après mais ils représentent une faible part des décès par AVC.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année, considérant que la ré-hospitalisation est lié au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patients concernés est cependant faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées.

Incidence des hospitalisations pour syndrome coronarien aigu (SCA)

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour syndrome coronarien aigu est un patient hospitalisé avec en diagnostic principal ou en diagnostic relié du séjour ou d'une unité médicale un des codes⁸ suivants : I20.0 et de I21 à I24.

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

Remarque

Les décès précoces coronariens et morts subites ne sont pas repérables dans le PMSI et ne sont disponibles que plusieurs années après via les causes de décès.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année, considérant que la ré-hospitalisation est lié au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patients concernés est cependant faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées.

⁷I60 : hémorragie sous-arachnoïdienne, I61 : hémorragie intracérébrale, I62 : autres hémorragies intracrâniennes non traumatiques, I63: infarctus cérébral, I64 : accident vasculaire cérébral, non précisé comme étant hémorragique ou par infarctus.

⁸ I20.0 : angine de poitrine instable, I21 : infarctus aigu du myocarde, I22 : infarctus du myocarde à répétition, I23: certaines complications récentes d'un infarctus du myocarde, I24 : autres cardiopathies ischémiques aiguës.

Incidence des hospitalisations pour maladie veineuse thromboembolique (MVTE)

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour maladie veineuse thromboembolique est un patient hospitalisé avec en diagnostic associé ou en diagnostic principal ou diagnostic relié du séjour ou d'une unité médicale un des codes⁹ suivants : I26, O882, I80 à I82, O223, O871, O222, O870.

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

Remarque

Le nombre de patients hospitalisés ne dépend pas uniquement de l'incidence des maladies veineuses thromboemboliques, une partie est suivie en médecine de ville et n'est pas repérée dans le PMSI. Les décès précoces par embolie pulmonaire ne sont pas repérables dans le PMSI et ne sont disponibles que plusieurs années après via les causes de décès.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année, considérant que la ré-hospitalisation est lié au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patients concerné est cependant faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées.

Incidence des hospitalisations pour troubles du rythme cardiaque

Construction de l'indicateur

Un patient hospitalisé pour troubles du rythme cardiaque est un patient hospitalisé avec en diagnostic principal ou en diagnostic relié du séjour ou d'une unité médicale un des codes¹⁰ suivants : I44 à I49 (sauf I46).

Pour chaque patient, le premier séjour de l'année est sélectionné pour avoir un nombre de cas incident et pouvoir le comparer à des indicateurs produits en routine par Santé publique France.

Remarque

Seule une fraction des patients ayant un trouble du rythme est hospitalisée, une grande partie d'entre eux étant traitée en médecine de ville. Cet indicateur représente donc les cas graves ou les cas présentant une décompensation de leur pathologie.

Les patients ré-hospitalisés ne sont comptabilisés qu'à la date de la première hospitalisation de l'année, considérant que la ré-hospitalisation est lié au premier événement, bien que cela ne soit pas systématique. Le nombre de patient concerné est cependant faible. Des analyses de sensibilité seront réalisées.

Incidence de patients traités par antihypertenseur

Construction de l'indicateur

Un patient nouvellement traité par antihypertenseur est un patient remboursé pour un traitement pour hypertension artérielle (HTA) – et sans remboursement dans les 12 mois qui précède - dont les codes¹¹ remboursements sont les suivants : C02, C03, C07 à C09 avec une exclusion des remboursements C02CA02 : Vidora (Indoramine) indiqué pour les traitements contre la migraine.

Pour chaque patient, le premier remboursement sur la période d'étude est sélectionné et lorsque aucun remboursement dans l'année qui précède n'a été effectué.

⁹ I26 : embolie pulmonaire, O882 : embolie obstétricale, I80 : phlébite et thrombophlébite, I81 : thrombose de la veine porte, I82 : autres embolies et thromboses veineuses, O223 : phlébothrombose profonde au cours de la grossesse, O871 : phlébothrombose profonde au cours de la puerpéralité, O222 : thrombophlébite au cours de la grossesse, O870 : thrombophlébite superficielle au cours de puerpéralité.

¹⁰ I44 : bloc de branche gauche et auriculoventriculaire, I45 : autres troubles de la conduction, I47 : tachycardie paroxystique, I48 : fibrillation et flutter auriculaires, I49 : autres arythmies cardiaques.

¹¹ C02 : antihypertenseurs centraux, C03 : diurétiques, C07 : Bêtabloquants, C08 : inhibiteurs de canaux calciques, C09 : inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone.

Sources de données

Les données proviennent des données de remboursement de médicaments via la table des données de codage de pharmacie - le Datamart de consommation inter régime (DCIR archive et DCIR) du Système national des données de santé (SNDS).

Remarque

Il s'agit des cas traités uniquement. En effet, un hypertendu sur deux est traité par un traitement pharmacologique [103]. Les quelques indications des traitements antihypertenseurs autres que l'HTA (prévention secondaire cardiovasculaire, migraine, anxiété...) ne peuvent facilement être identifiées dans le SNDS mais cela reste marginal par rapport à l'indication d'HTA.

A3.5 Périnatalité

Algorithmes de recherche dans le SNDS

Taux d'avortement spontané ayant donné lieu à une hospitalisation (fausses couches ayant donné lieu à une hospitalisation) : hospitalisation ayant pour code¹² O03 OU (O021 et âge gestationnel (AG) \geq 22 SA) en diagnostic principal (DP) et diagnostics associés (DAS).

Taux d'interruption médicale de la grossesse (IMG avant 22 SA) : O04 (en DP ou DAS) ET absence de Z64 ET AG < 22 SA.

Taux de mort-nés (> 22 SA) (y-compris, mort-nés issus d'une IMG) : P95 ET âge en jour = 0 ET (AG \geq 22 OU poids de naissance \geq 500 g)

- Spontanée : Requête naissance ET (P95 ET absence de P964) ET (AG \geq 22 OU poids de naissance \geq 500 g).
- Induite : Requête naissance ET (P95 ET P964) ET (AG \geq 22 OU poids de naissance \geq 500 g).

Taux de mortalité périnatale (mort-nés + mortalité néonatale) : Requête mort-né OU (âge en jour à la sortie \leq 7 ET mode de sortie 9¹³).

Taux de naissances prématurées global (< 37 SA) et par classe d'âge gestationnel si la taille des effectifs est suffisante (< 28 ; 28-31 ; 32-36 ; > 36 SA) : la définition des naissances prématurées sera effectuée à partir de la variable âge gestationnel exprimé en SA révolues dans les séjours d'accouchement (séjours de la mère). Lorsque la variable AG n'est pas renseignée dans le séjour de la mère, c'est l'AG enregistré dans le séjour de naissance (séjours enfants) qui sera pris en compte à l'aide du chainage mère-enfant.

Taux de petits poids de naissance pour l'âge gestationnel : le petit poids pour l'âge gestationnel sera défini par une combinaison de l'âge gestationnel, du poids de naissance et du sexe du nouveau-né et à l'aide des nouvelles courbes de référence de croissances fœtales développées par Ego *et al* [104]. Un enfant sera classé comme petit poids pour l'âge gestationnel, lorsque son poids est inférieur au 10^{ème} percentile de la courbe de référence.

NB : Requête naissance = (Z38 ET âge en jour [0;1]) OU âge en jour = 0 OU CMD15.

Le dénominateur

Dans ce travail, nous produisons des indicateurs en lien à la fois avec des grossesses interrompues mais aussi des grossesses dont l'issue est un accouchement. Par conséquent, le dénominateur doit comprendre le total des grossesses initiées. La formule suivante permet d'approcher l'ensemble des grossesses démarrées :

¹² O03 : Avortement spontané ; O02.1 : Rétention d'un fœtus mort in utero ; O04 : Avortement médical ; Z64 : Difficultés liées à certaines situations psychosociales ; P95 : Mort fœtale ; P964 : Interruption de la grossesse, fœtus et nouveau-né.

¹³ Mode de sortie 9 dans le PMSI : Décès.

Accouchements totaux : (Z37 ET AG \geq 22 SA ET âge de la mère entre 11 et 59 ans inclus)
+ Avortements spontanés (avec AG \geq 22 SA)
+ Grossesses extra-utérines
+ IMG et IVG (avant ou après 22 SA)

Données collectées : âge de la mère, âge gestationnel, parité, type de grossesse (unique ou multiple), commune de résidence, etc.

Remarque

L'estimation de l'indicateur avortement spontané à partir du SNDS présente des limites. Il n'est pas possible de repérer l'exhaustivité des cas d'avortement spontané dans le SNDS. Les hospitalisations pour avortement spontané ont lieu le plus souvent à partir de 14 semaines d'aménorrhées (SA). Par conséquent, les cas d'avortement spontané qui surviennent avant 14 SA ne sont pas repérés dans les bases des hospitalisations.

Annexe 4 : Identification du lieu de résidence dans le SNDS

Pour les données issues du DCIR, le code Insee de la commune de résidence du patient, nommé code commune par la suite, est présent dans les tables des consommateurs et sont directement extraits.

Pour les données d'hospitalisations du PMSI, seul le code géographique du patient, proche du code postal, est présent. Afin de déterminer le code de la commune de chaque patient, nous procéderons en trois étapes, pour chaque année.

1/ Étape 1 : Recherche du code commune du patient à partir de la table de correspondance PMSI_CORRESP de la librairie RFCOMMUN.

Pour chaque année, nous fusionnerons la table des séjours de patients résidant dans le département 76 avec la table de correspondance entre les codes géographiques du PMSI et les codes commune : PMSI_CORRESP.

- Soit un seul code commune correspondait au code géographique du patient, alors nous avons attribué à ce patient le code commune ainsi retrouvé (a)
- Soit aucun ou plusieurs codes commune étaient attribués au code géographique, nous n'avons pas pu attribuer une commune au patient et une deuxième étape était nécessaire (b)

2/ Étape 2 : Recherche du code commune du patient dans les tables des consommateurs

Pour chaque année, nous fusionnerons la table des patients pour lesquels la commune n'avait pas pu être attribuée à l'étape 1 (liste b) avec la table des consommateurs de l'année correspondante, située dans la librairie CONSOPAT : EXTRACTION_PATIENTSaaaaTR, à partir du numéro anonyme du patient :

- Soit le patient a été retrouvé dans cette table :
 - et son code commune a bien été retrouvé, ce code commune lui est attribué (c)
 - ou son code commune n'était pas renseigné (d)
- Soit le patient n'a pas été retrouvé dans cette table (e)

Dans les situations (d) et (e), une troisième étape était nécessaire pour identifier la commune du patient.

3/ Étape 3 : Recherche du code commune du patient dans le référentiel des bénéficiaires

Cette troisième étape consistera à rechercher dans le référentiel des bénéficiaires IR_BEN_R les numéros anonymes correspondant aux patients des situations (d) et (e).

- Soit le patient a été retrouvé dans cette table
 - et son code commune a bien été retrouvé, ce code commune lui est attribué (f)
 - ou son code commune n'était pas renseigné (g)
- Soit le patient n'a pas été retrouvé dans cette table (h)

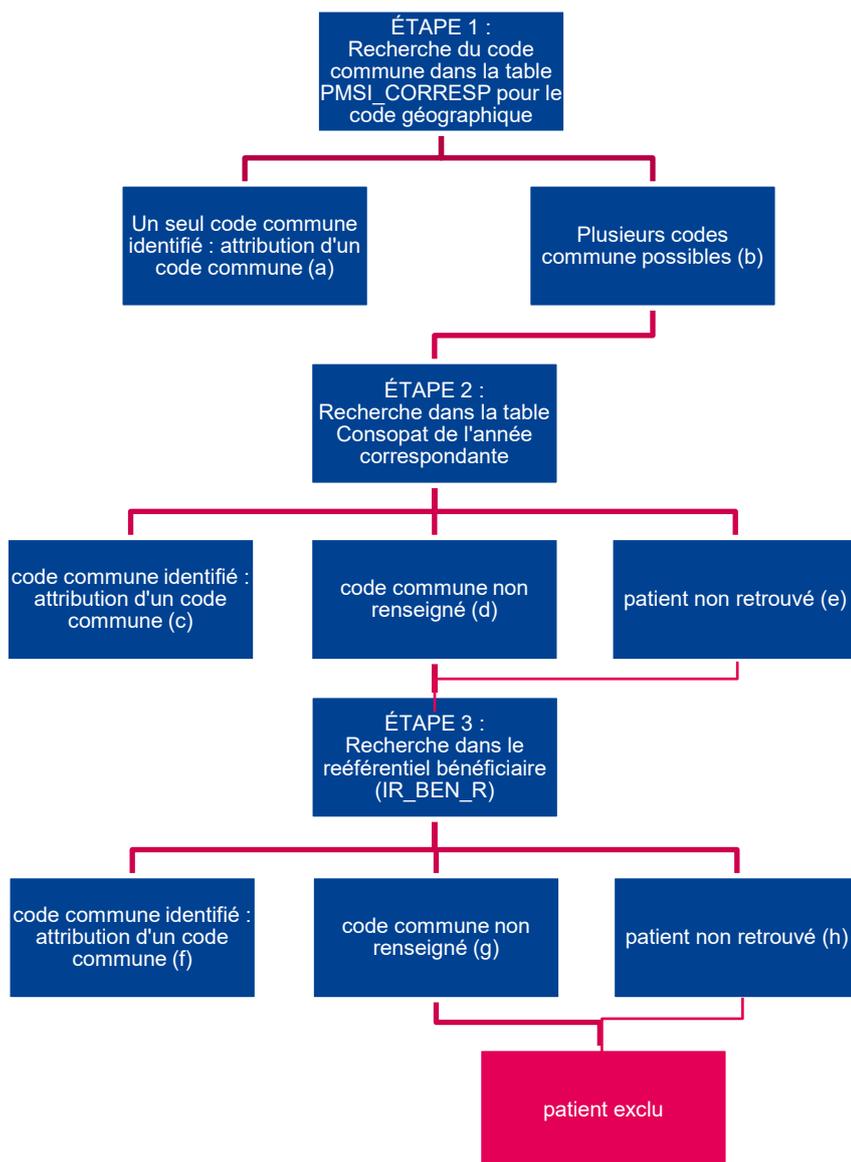
À noter que cette troisième étape implique une limite : le code commune d'un patient renseigné dans le référentiel des bénéficiaires correspond au code commune de sa résidence lors de sa dernière prestation. Cette commune ne correspond donc pas nécessairement à sa commune de résidence à la date de l'hospitalisation. Toutefois, dans la situations (f), nous avons arbitrairement attribué au patient la commune retrouvée.

Dans les situations (g) et (h), la commune n'a pas été identifiée et nous avons donc exclu le patient de l'analyse.

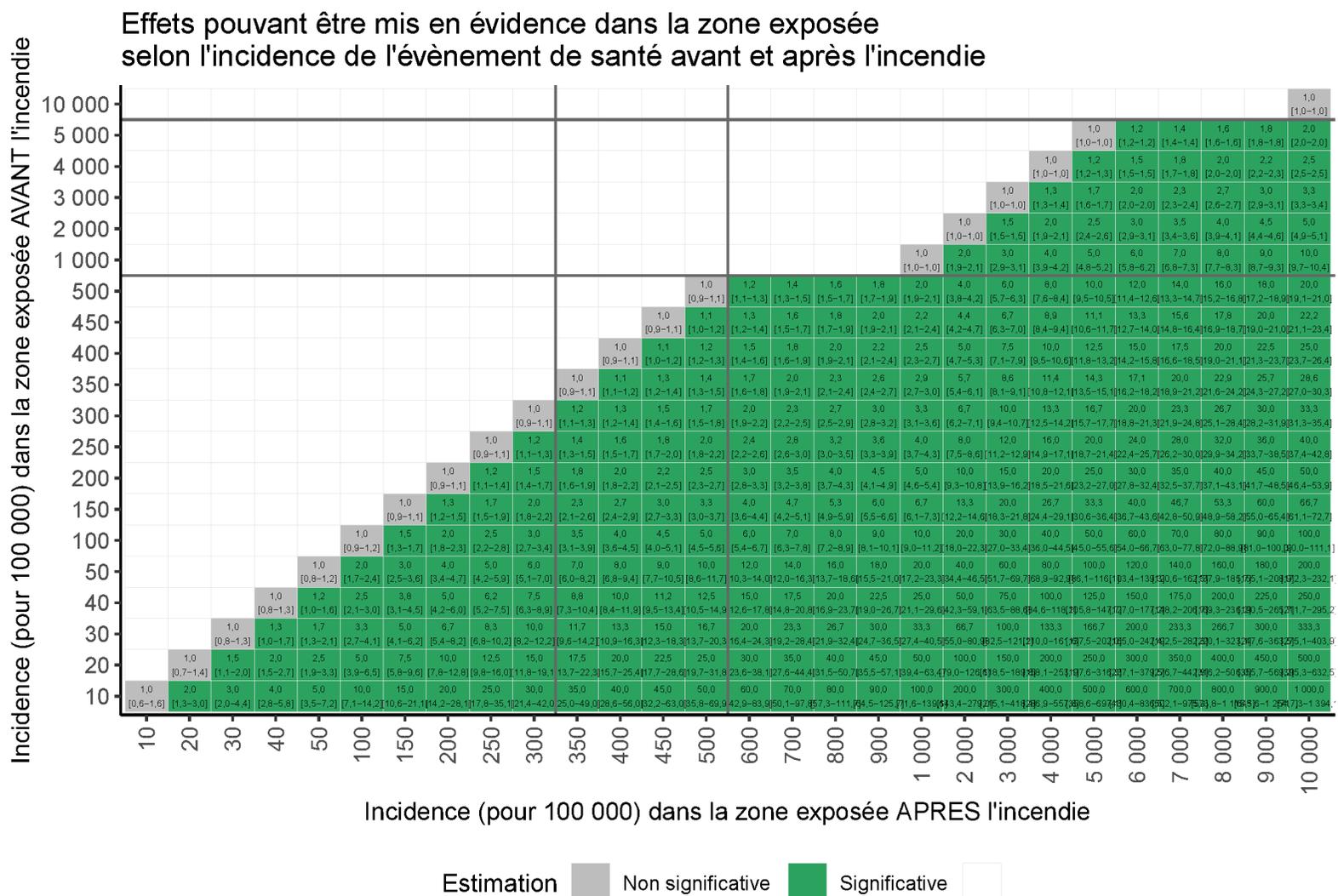
Détermination de la zone d'appartenance

Pour les cas où la commune avait été retrouvée, nous avons déterminé si cette commune appartenait à la zone exposée ou une des zones non exposées, ou si elle était située en dehors de la zone d'étude. En définitive, seuls les patients résidant dans la zone d'étude (zone exposée ou zones non exposées) ont été retenus pour les analyses.

Figure 3 : Schéma d'attribution des codes commune pour les personnes hospitalisées



Annexe 5 : Différence pouvant être mis en évidence dans l'étude selon le taux d'incidence de l'évènement de santé dans la zone exposée et les zones non exposées



En considérant 348 423 personnes dans la zone exposée

Références bibliographiques

- [1] Golliot F., Blanchard M., Empereur-Bissonnet P., Le Lay E., Richard J.B., Moisan F., *et al.* Evaluation de l'impact sanitaire de l'incendie industriel survenu à Rouen. Dispositif d'études « Santé post-incendie 76 ». Environ Risque Sante. 2021;20:164-70.
- [2] Blanchard M, Leduc G, Sinno-Tellier S, Lainé M, Pontais I, Le Roux G, *et al.* Surveillance de l'impact sanitaire immédiat de l'incendie du 26 septembre 2019, Rouen. Environnement, Risques & Santé. 2021;20(2):171-80.
- [3] Empereur-Bissonnet P, Perrine A-L, Pédrone G, El Haddad M, Zeghnoun A, Richard J-B, *et al.* Santé Post Incendie 76 - Une étude à l'écoute de votre santé. Étude épidémiologique par questionnaire sur l'incendie industriel du 26 septembre 2019 à Rouen (France). Rapport principal. Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 81 p.
- [4] Huard J, Gueudry J, Leroy JP, Joly LM, Muraine M. Impact de l'incendie de l'usine Lubrizol à Rouen le 26 septembre 2019 sur la fréquentation des urgences ophtalmologiques. Journal Français d'Ophtalmologie. 2021;44(8):1121-8.
- [5] Levesque T, Koning R, Gillibert A, Hohweyer J, Bonnet P, Lesault PF, *et al.* Impact of the Lubrizol factory fire in Rouen on coronary events: A retrospective study from the France PCI registry. Arch Cardiovasc Dis. 2022;115(8-9):467-75.
- [6] Drees. Système national des données de santé (SNDS), documentation technique [En ligne]. Paris: Caisse nationale d'Assurance Maladie des travailleurs salariés. [modifié le ; cité le 30/08/2022]. Disponible: <https://www.snds.gouv.fr/SNDS/Documentation-technique>
- [7] Gremy I, Doussin A. Surveillance des maladies chroniques en France. La contribution des bases de données médico-administratives. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2013 (Hors-série):9-14.
- [8] Drees, Santé publique France. L'état de santé de la population en France. Rapport 2017. Paris, Saint-Maurice : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques et Santé publique France; 2017. 434 p.
- [9] Santé publique France. Géodes, géo données en santé publique [En ligne]. : Santé publique France. [modifié le ; cité le 30/08/2022]. Disponible: <https://geodes.santepubliquefrance.fr>
- [10] Santé publique France. Santé Post Incendie 76. Une étude à l'écoute de votre santé. Étude de santé et de qualité de vie auprès des habitants exposés à l'accident industriel de Rouen du 26 septembre 2019. Protocole d'étude. Version du 28 décembre 2020. Saint-Maurice : Santé publique France,; 2020. 61 p. [consulté le 14/06/2023]. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/etudes-et-enquetes/etude-de-sante-et-de-qualite-de-vie-apres-l-accident-industriel-de-rouen-du-26-septembre-2019-une-etude-a-l-ecoute-de-votre-sante/documents/protocole-d-etude>
- [11] Boussac-Zarebska M, Jérôme Brocca J, Dalichampt M, Dubost C-L, Jacquier K, Leroy C, *et al.* Les urgences ophtalmologiques n'ont pas connu de suractivité dans la semaine suivant l'incendie de l'Usine Lubrizol à Rouen et les pathologies de la surface oculaire n'ont pas donné lieu à plus de consultations que la semaine précédente. Ceci permet de conclure à une toxicité oculaire immédiate absente ou minime des fumées de l'incendie.: ReDSiam; 2021. 24 p.
- [12] Association ORS-CREAI Normandie. Impact Covid-19 sur le recours aux soins en Normandie Info santé Normandie [En ligne]. 2022 [consulté le 14/06/2023]; Info santé Normandie:16.

Disponible: <https://orscreainormandie.org/info-sante-normandie-impact-covid-19-sur-le-recours-aux-soins-en-normandie/>

[13] Drees. Prématurité : une légère baisse pendant le premier confinement de 2020 dans les départements de moindre circulation du virus. Études et Résultats [En ligne]. 2022 ; 1221. Disponible : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-communique-de-presse/etudes-et-resultats/prematurite-une-legere-baisse-pendant-le>

[14] Gabet A, Grave C, Tuppin P, Chatignoux E, Béjot Y, Olié V. Impact of the Covid-19 pandemic and a national lockdown on hospitalizations for stroke and related 30-day mortality in France: A nationwide observational study. *Eur J Neurol*. 2021;28(10):3279-88.

[15] Ramboll. Évaluation quantitative des risques sanitaires associée à l'incendie Lubrizol/NL Logistique du 26 septembre 2019 - Rouen (76) [En ligne]. Aix-en-Provence : Ramboll France SAS ; 2021. 608 p. [consulté le 23/03/2022]. Disponible: <https://www.seine-maritime.gouv.fr/Actualites/Incendie-Lubrizol-et-NL-Logistique-du-26-septembre-2019/Analyses-et-donnees/7.-Evaluation-quantitative-des-risques-sanitaires/Evaluation-quantitative-des-risques-sanitaires-EQRS>

[16] Atmo Normandie. Incendie Lubrizol et NL Logistique : bilan des mesures de polluants et d'odeurs dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques. rapport n°2520-001. Rouen : Atmo Normandie; 2021. 93 p. [consulté le 12/05/2021]. Disponible: <http://www.atmonormandie.fr/Media/Files/Publication-Atmo-Normandie/rapports/2021/Rapport-Lubrizol-NL-Logistique>

[17] Morel P, El Haddad M, Perrine A-L, Empereur-Bissonnet P, Richard J-B, Golliot F, *et al.* Santé Post Incendie 76. Une étude à l'écoute de votre santé. Étude épidémiologique par questionnaire suite à l'incendie industriel du 26 septembre 2019 à Rouen (France). Résultats du volet complémentaire sur la santé mentale. Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 24 p.

[18] Assemblée nationale. Rapport d'information sur l'incendie d'un site industriel à Rouen n° 2689. Paris : Assemblée nationale; 2020. 729 p. [consulté le 21/10/2021]. Disponible: https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/inceindu/l15b2689_rapport-information

[19] North CS, Pfefferbaum B. Mental health response to community disasters: a systematic review. *Jama*. 2013;310(5):507-18.

[20] Guinard A, Godeau E, Schwoebel V. Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine "AZF" le 21 septembre 2001. Rapport final sur les conséquences sanitaires chez les enfants toulousains. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire; 2006. 100 p.

[21] Belleville G, Ouellet MC, Lebel J, Ghosh S, Morin CM, Bouchard S, *et al.* Psychological Symptoms Among Evacuees From the 2016 Fort McMurray Wildfires: A Population-Based Survey One Year Later. *Front Public Health* [En ligne]. 2021. Disponible: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2021.655357/full>

[22] Nandi A, Galea S, Ahern J, Vlahov D. Probable cigarette dependence, PTSD, and depression after an urban disaster: results from a population survey of New York City residents 4 months after September 11, 2001. *Psychiatry*. 2005;68(4):299-310.

[23] den Ouden DJ, van der Velden PG, Grievink L, Morren M, Dirkzwager AJ, Yzermans CJ. Use of mental health services among disaster survivors: predisposing factors. *BMC Public Health*. 2007;7:173.

[24] Foa EB, Stein DJ, McFarlane AC. Symptomatology and psychopathology of mental health problems after disaster. *J Clin Psychiatry*. 2006;67 Suppl 2:15-25.

- [25] Johnson AL, Dipnall JF, Dennekamp M, Williamson GJ, Gao CX, Carroll MTC, *et al.* Fine particulate matter exposure and medication dispensing during and after a coal mine fire: A time series analysis from the Hazelwood Health Study. *Environ Pollut.* 2019;246:1027-35.
- [26] Reid CE, Brauer M, Johnston FH, Jerrett M, Balmes JR, Elliott CT. Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure. *Environ Health Perspect.* 2016;124(9):1334-43.
- [27] Caamano-Isorna F, Figueiras A, Sastre I, Montes-Martínez A, Taracido M, Piñeiro-Lamas M. Respiratory and mental health effects of wildfires: an ecological study in Galician municipalities (north-west Spain). *Environ Health.* 2011;10:48.
- [28] Guinard A, Dogue F, Motreff Y, Pirard P, Gorla S, Riviere S, *et al.* Impact psychologique post-inondations en zone de montagne : effets à court, moyen et long terme. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire.* 2018(1):17-26.
- [29] Motreff Y, Pirard P, Gorla S, Labrador B, Gourier-Fréry C, Nicolau J, *et al.* Increase in psychotropic drug deliveries after the Xynthia storm, France, 2010. *Prehosp Disaster Med.* 2013;28(5):428-33.
- [30] Dogue F, Guinard A, Riviere S, Mouly D. Impact sanitaire des inondations de juin 2013 dans le Sud-Ouest. *Saint-Maurice : Santé publique France*; 2016. 50 p.
- [31] Gouraud C, Airagnes G, Kab S, Courtin E, Goldberg M, Limosin F, *et al.* Changes in benzodiazepine use in the French general population after November 2015 terrorist attacks in Paris: an interrupted time series analysis of the national CONSTANCES cohort. *BMJ Open.* 2021;11(9):e044891.
- [32] Aoki A, Aoki Y, Harima H. The impact of the Great East Japan earthquake on mandatory psychiatric emergency hospitalizations in Tokyo: a retrospective observational study. *Transl Psychiatry.* 2012;2(10):e168.
- [33] Duclos P, Sanderson LM, Lipsett M. The 1987 forest fire disaster in California: assessment of emergency room visits. *Arch Environ Health.* 1990;45(1):53-8.
- [34] Laugharne J, van der Watt G, Janca A. After the fire: the mental health consequences of fire disasters. *Curr Opin Psychiatry.* 2011;24(1):72-7.
- [35] Institut de veille sanitaire. Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine "AZF", le 21 septembre 2001. Rapport final sur les conséquences sanitaires dans la population toulousaine. *Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire*; 2006. 105 p. [consulté le 21/10/2021]. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/occitanie/documents/rapport-synthese/2006/consequences-sanitaires-de-l-explosion-survenue-a-l-usine-azf-le-21-septembre-2001.-rapport-final-sur-les-consequences-sanitaires-dans-la-popula>
- [36] Bryant RA, Gibbs L, Gallagher HC, Pattison P, Lusher D, MacDougall C, *et al.* Longitudinal study of changing psychological outcomes following the Victorian Black Saturday bushfires. *Aust N Z J Psychiatry.* 2018;52(6):542-51.
- [37] van der Velden PG, Wong A, Boshuizen HC, Grievink L. Persistent mental health disturbances during the 10 years after a disaster: four-wave longitudinal comparative study. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2013;67(2):110-8.
- [38] Lowe S, Bonumwezi J, Valdespino-Hayden Z, Galea S. Posttraumatic Stress and Depression in the Aftermath of Environmental Disasters: A Review of Quantitative Studies Published in 2018. *Curr Environ Health Rep.* 2019;6(4):344-60.

- [39] Krusemark EA, Novak LR, Gitelman DR, Li W. When the sense of smell meets emotion: anxiety-state-dependent olfactory processing and neural circuitry adaptation. *J Neurosci*. 2013;33(39):15324-32.
- [40] Sucker K, Both R, Bischoff M, Guski R, Krämer U, Winneke G. Odor frequency and odor annoyance Part II: dose-response associations and their modification by hedonic tone. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008;81(6):683-94.
- [41] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (Anses). Particules de l'air ambiant extérieur - Effets sanitaires des particules de l'air ambiant extérieur selon les composés, les sources et la granulométrie. Maisons-Alfort : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2019. 1-494 p.
- [42] US EPA. Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report, Dec 2019). Washington DC, US : US Environmental Protection Agency; 2019. 1-1967 p.
- [43] Thurston GD, Balmes JR, Garcia E, Gilliland FD, Rice MB, Schikowski T, *et al*. Outdoor Air Pollution and New-Onset Airway Disease. An Official American Thoracic Society Workshop Report. *Ann Am Thorac Soc*. 2020;17(4):387-98.
- [44] Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I, Balmes J, Brook RD, Cromar K, *et al*. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *Eur Respir J*. 2017;49(1).
- [45] Johnson NM, Hoffmann AR, Behlen JC, Lau C, Pendleton D, Harvey N, *et al*. Air pollution and children's health-a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environ Health Prev Med*. 2021;26(1):72.
- [46] Khreis H, Kelly C, Tate J, Parslow R, Lucas K, Nieuwenhuijsen M. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2017;100:1-31.
- [47] Anses. Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre. Maisons-Alfort : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail; 2012. 208 p. [consulté le 07/05/2021]. Disponible: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0183Ra.pdf>
- [48] Borchers Arriagada N, Horsley JA, Palmer AJ, Morgan GG, Tham R, Johnston FH. Association between fire smoke fine particulate matter and asthma-related outcomes: Systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2019;179(Pt A):108777.
- [49] Cascio WE. Wildland fire smoke and human health. *Sci Total Environ*. 2018;624:586-95.
- [50] Morgan G, Sheppard V, Khalaj B, Ayyar A, Lincoln D, Jalaludin B, *et al*. Effects of bushfire smoke on daily mortality and hospital admissions in Sydney, Australia. *Epidemiology*. 2010;21(1):47-55.
- [51] Delfino RJ, Brummel S, Wu J, Stern H, Ostro B, Lipsett M, *et al*. The relationship of respiratory and cardiovascular hospital admissions to the southern California wildfires of 2003. *Occup Environ Med*. 2009;66(3):189-97.
- [52] Hoek MR, Bracebridge S, Oliver I. Health impact of the Buncefield oil depot fire, December 2005: study of accident and emergency case records. *J Public Health (Oxf)*. 2007;29(3):298-302.
- [53] Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K. Taking a Stand Against Air Pollution-The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion From the World Heart Federation,

American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *Circulation*. 2021;143(14):e800-e4.

[54] Anses. Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre. Maisons-Alfort, France : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2012. 208 p. Disponible: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0183Ra.pdf>

[55] Feng J, Lenihan DJ, Johnson MM, Karri V, Reddy CV. Cardiac sequelae in Brooklyn after the September 11 terrorist attacks. *Clin Cardiol*. 2006;29(1):13-7.

[56] Jordan HT, Stellman SD, Morabia A, Miller-Archie SA, Alper H, Laskaris Z, *et al*. Cardiovascular disease hospitalizations in relation to exposure to the September 11, 2001 World Trade Center disaster and posttraumatic stress disorder. *Journal of the American Heart Association*. 2013;2(5).

[57] Jordan HT, Miller-Archie SA, Cone JE, Morabia A, Stellman SD. Heart disease among adults exposed to the September 11, 2001 World Trade Center disaster: Results from the World Trade Center Health Registry. *Preventive Medicine*. 2011;53(6):370-6.

[58] Ruidavets JB, Paterniti S, Bongard V, Giroux M, Cassadou S, Ferrières J. Triggering of acute coronary syndromes after a chemical plant explosion. *Heart*. 2006;92(2):257-8.

[59] Sloan NL, Shapiro MZ, Sabra A, Dasaro CR, Crane MA, Harrison DJ, *et al*. Cardiovascular disease in the World Trade Center Health Program General Responder Cohort. *American Journal of Industrial Medicine*. 2021;64(2):97-107.

[60] Kyojuka H, Fujimori K, Hosoya M, Yasumura S, Yokoyama T, Sato A, *et al*. The Japan environment and children's study (JECS) in Fukushima prefecture: Pregnancy outcome after the great east Japan earthquake. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2018;246(1):27-33.

[61] Backes CH, Nelin T, Gorr MW, Wold LE. Early life exposure to air pollution: how bad is it? *Toxicol Lett*. 2013;216(1):47-53.

[62] Lecorguillé M, Lepeule J. Expositions environnementales pendant la grossesse et épigénétique chez l'enfant. *Sages-Femmes*. 2022;21(3):49-54.

[63] Langlois PH, Hoyt AT, Lupo PJ, Lawson CC, Waters MA, Desrosiers TA, *et al*. Maternal occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and risk of neural tube defect-affected pregnancies. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2012;94(9):693-700.

[64] Lin S, Ren A, Wang L, Huang Y, Wang Y, Wang C, *et al*. Oxidative Stress and Apoptosis in Benzo[a]pyrene-Induced Neural Tube Defects. *Free Radic Biol Med*. 2018;116:149-58.

[65] Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, Aguilera I, Andersen AM, Ballester F, *et al*. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *Lancet Respir Med*. 2013;1(9):695-704.

[66] Sun X, Luo X, Zhao C, Zhang B, Tao J, Yang Z, *et al*. The associations between birth weight and exposure to fine particulate matter (PM2.5) and its chemical constituents during pregnancy: A meta-analysis. *Environ Pollut*. 2016;211:38-47.

[67] Lamichhane DK, Leem JH, Lee JY, Kim HC. A meta-analysis of exposure to particulate matter and adverse birth outcomes. *Environ Health Toxicol*. 2015;30:e2015011.

- [68] Johnson M, Shin HH, Roberts E, Sun L, Fisher M, Hystad P, *et al.* Critical Time Windows for Air Pollution Exposure and Birth Weight in a Multicity Canadian Pregnancy Cohort. *Epidemiology*. 2022;33(1):7-16.
- [69] Li X, Huang S, Jiao A, Yang X, Yun J, Wang Y, *et al.* Association between ambient fine particulate matter and preterm birth or term low birth weight: An updated systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut*. 2017;227:596-605.
- [70] Shah PS, Balkhair T. Air pollution and birth outcomes: a systematic review. *Environ Int*. 2011;37(2):498-516.
- [71] Kannan S, Misra DP, Dvonch JT, Krishnakumar A. Exposures to airborne particulate matter and adverse perinatal outcomes: a biologically plausible mechanistic framework for exploring potential effect modification by nutrition. *Environ Health Perspect*. 2006;114(11):1636-42.
- [72] Slama R, Darrow L, Parker J, Woodruff TJ, Strickland M, Nieuwenhuijsen M, *et al.* Meeting report: atmospheric pollution and human reproduction. *Environ Health Perspect*. 2008;116(6):791-8.
- [73] Institut national de l'environnement industriel et des risques. Portail Substances Chimiques [En ligne]. Verneuil-en-Halatte: Institut national de l'environnement industriel et des risques,. [modifié le ; cité le 12/05/2021]. Disponible: <https://substances.ineris.fr/fr/>
- [74] Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Fiches toxicologiques [En ligne]. Paris: Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles,. [modifié le ; cité le 12/05/2021]. Disponible: <https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>
- [75] International Agency for Research on Cancer/Centre international de recherche sur le cancer. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. . Lyon, France : IARC; 2010. 853 p.
- [76] International Agency for Research on Cancer/Centre international de recherche sur le cancer. Outdoor air pollution. Lyon, France : IARC; 2016. 454 p.
- [77] International Agency for Research on Cancer/Centre international de recherche sur le cancer. Benzene. Lyon, France : IARC; 2018. 309 p.
- [78] Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers. Montréal : IRSST; 2018. 147 p. Disponible: www.irsst.qc.ca
- [79] Bonfanti-Dossat C, Bonnefoy N. Rapport n°480. Commission d'enquête du Sénat; 2020. 300 p. Disponible: <http://www.senat.fr/rap/r19-480-1/r19-480-1.html>
- [80] Association Rouen Respirer. Évaluation des impacts de l'incendie Lubrizol/Normandie Logistique sur la santé. Rouen : Association Rouen Respirer; 2020. 18 p. [consulté le 24/03/2022]. Disponible: https://www.rouenrespire.fr/content/uploads/2020/05/Rapport_de_synth%C3%A8se_enqu%C3%AAt%C3%A9_sant%C3%A9_Rouen_Respire.pdf
- [81] Collectif unitaire Lubrizol. Agir contre les Pollutions industrielles en France : Lettre ouverte du Collectif unitaire Lubrizol aux collectivités locales [En ligne]. Rouen: 2021. [modifié le ; cité le 24/03/2022]. Disponible: <https://yonnelautre.fr/spip.php?article3265>

- [82] Tuppin P, Aguadé AS, Guillo S, Gastaldi C, Taillé C. Evaluation of drug deliveries and refunds for obstructive airway diseases in France between 2012 and 2017. *Respir Med Res*. 2021;80:100854.
- [83] Goldberg M. Favoriser l'utilisation du Système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM). *Rev Epidemiol Sante Publique*. 2017;65.
- [84] L'Assurance Maladie. Le traitement de la dépression [En ligne]. Paris: Caisse nationale d'Assurance Maladie ; 2022. [modifié le 16/12/2022; cité le 16/02/2023]. Disponible: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/depression-troubles-depressifs/traitement>
- [85] L'Assurance Maladie. Le traitement des troubles anxieux de l'adulte [En ligne]. Paris: Caisse nationale d'Assurance Maladie ; 2022. [modifié le 01/07/2022; cité le 16/02/2023]. Disponible: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/troubles-anxieux-anxiete/traitement>
- [86] Institut national de la santé et de la recherche médicale. Troubles anxieux : quand l'anxiété devient pathologique [En ligne]. Paris: Inserm; 2021. [modifié le 02/03/2021; cité le 16/02/2023]. Disponible: <https://www.inserm.fr/dossier/troubles-anxieux/>
- [87] Institut national de la santé et de la recherche médicale. Dépression : mieux la comprendre pour la guérir durablement [En ligne]. Paris: Inserm; 2017. [modifié le 06/12/2019; cité le 16/02/2023]. Disponible: <https://www.inserm.fr/dossier/depression/>
- [88] Haute Autorité de santé. Améliorer la prescription des psychotropes chez le sujet âgé [en ligne]. Saint-Denis La Plaine : HAS; 2007. 155 p. [consulté le Octobre 2007]. Disponible: https://www.has-sante.fr/jcms/c_601523/fr/ameliorer-la-prescription-des-psychotropes-chez-la-personne-agee
- [89] Haute Autorité de santé. Quelle place pour les benzodiazépines dans l'anxiété ? [En ligne]. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2018. [modifié le 17/07/2018; cité le 16/02/2023]. Disponible: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2863043/fr/quelle-place-pour-les-benzodiazepines-dans-l-anxiete
- [90] Haute Autorité de santé. Épisode dépressif caractérisé de l'adulte : prise en charge en premier recours [En ligne]. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2017. [modifié le 08/11/2017; cité le 16/02/2023]. Disponible: https://www.has-sante.fr/jcms/c_1739917/fr/episode-depressif-caracterise-de-l-adulte-prise-en-charge-en-premier-recours
- [91] Bezin J, Girodet P-O, Rambelomanana S, Touya M, Ferreira P, Gilleron V, *et al*. Choice of ICD-10 codes for the identification of acute coronary syndrome in the French hospitalization database. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. 2015;29:586-91.
- [92] Giroud M, Hommel M, Benzenine E, Fauconnier J, Béjot Y, Quantin C. Positive Predictive Value of French Hospitalization Discharge Codes for Stroke and Transient Ischemic Attack. *Eur J Neurol*. 2015;74:92-9.
- [93] Gomes E, Menguy C, Cahour L. Rapport de surveillance de la santé périnatale en France. Saint-Maurice : Santé publique France; 2022. 161 p.
- [94] Chatignoux E, Remontet L, Colonna M, Grosclaude P, Cariou M, Billot-Grasset A, *et al*. Estimations régionales et départementales d'incidence et de mortalité par cancers en France, 2007-2016 - Matériel et méthodes. Saint-Maurice : Santé publique France 2019. 18 p. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/cancers/articles/estimations-regionales-et-departementales-de-l-incidence-et-de-la-mortalite-par-cancer-en-france-2007-2016>
- [95] Bara S, Launoy G, Bouvier V, Guizard A, Cariou M, Billot-Grasset A, *et al*. Estimations régionales et départementales d'incidence et de mortalité par cancers en France, 2007-2016 -

Normandie. Saint-Maurice : Santé publique France; 2019. 166 p. Disponible: <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/normandie/documents/rapport-synthese/2019/estimations-regionales-et-departementales-d-incidence-et-de-mortalite-par-cancers-en-france-2007-2016-normandie>

[96] Institut national du cancer. Algorithme de sélection des hospitalisations liées à la prise en charge du cancer dans les bases nationales d'activité hospitalière de court séjour « algorithme cancer ». Boulogne-Billancourt : ouvrage collectif édité par l'INCa; 2013. 192 p. [consulté le 12/05/2022]. Disponible: <https://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Algorithme-de-selection-des-hospitalisations-liees-a-la-prise-en-charge-du-cancer-dans-les-bases-nationales-d-activite-hospitaliere-de-court-sejour>

[97] Institut national du cancer. Algorithme de sélection des hospitalisations liées au cancer en mco /étude de validation. . Boulogne-Billancourt : Collection les Données, INCa, Santé publique France; 2018. 44 p. Disponible: <https://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Algorithme-de-selection-des-hospitalisations-liees-au-cancer-en-MCO-Etude-de-validation>

[98] Gilg Soit Ilg A, Ducamp S, Grange D, Audignon S, Gramond C, Chamming's S, *et al.* Programme national de surveillance du mésothéliome pleural (PNM) : vingt années de surveillance des cas, de leurs expositions et de leur reconnaissance médico-sociale (France, 1998-2017) Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2020(12):224-34.

[99] Wood SN. Generalized Additive Models : an introduction with R. 1 éd. New York : Chapman and Hall/CRC; 2006.

[100] Bernal JL, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *Int J Epidemiol.* 2017;46(1):348-55.

[101] Branas CC, Cheney RA, MacDonald JM, Tam VW, Jackson TD, Ten Have TR. A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. *Am J Epidemiol.* 2011;174(11):1296-306.

[102] Fuhrman C, Delmas M. Hospitalisations pour exacerbations de BPCO. Comment les identifier à partir des données du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) ? Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire; 2009 16 p.

[103] Perrine AL, Lecoffre C, Blacher J, Olié V. L'hypertension artérielle en France : prévalence, traitement et contrôle en 2015 et évolutions depuis 2006. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2018.

[104] Ego A, Prunet C, Lebreton E, Blondel B, Kaminski M, Goffinet F, *et al.* [Customized and non-customized French intrauterine growth curves. I - Methodology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2016;45(2):155-64.