

Santé Post-Incendie 76

Surveillance épidémiologique à la suite de l'incendie industriel survenu à Rouen en 2019 : étude des pathologies cardiovasculaires

POINTS CLÉS

- Santé publique France a mis en place une surveillance de l'état de santé de la population vivant dans la zone exposée à l'incendie industriel survenu à Rouen le 26 septembre 2019, à partir des données du Système national des données de santé (SNDS).
 - L'évolution temporelle des hospitalisations pour différentes causes cardiovasculaires a été étudiée sur la période 2016-2020.
 - Aucune augmentation de l'incidence de ces hospitalisations n'a été mise en évidence pour différents indicateurs de santé cardiovasculaire : toutes causes cardiovasculaires, accident vasculaire cérébral, insuffisance cardiaque, syndrome coronarien aigu et troubles du rythme.
 - Une augmentation des hospitalisations pour des maladies veineuses thromboemboliques sur une période très longue a été observée et il est très peu probable que cela soit une conséquence de l'incendie.
 - La surveillance épidémiologique sera poursuivie et d'autres indicateurs de santé seront étudiés.
-

INTRODUCTION

Le 26 septembre 2019, un incendie industriel de grande ampleur s'est déclaré dans les entrepôts des entreprises Lubrizol et NL Logistique à Rouen. Cet incendie a engendré un important panache de fumées noires, associé à des retombées de suies et de fortes odeurs.

À la demande du ministère chargé de la santé, Santé publique France a mis en place un dispositif de surveillance épidémiologique, intitulé « Santé post-incendie 76 », destiné à évaluer les conséquences éventuelles de l'accident sur la santé des populations exposées [1-3]. Sa finalité est de mettre à disposition des autorités sanitaires des données épidémiologiques permettant de prendre, si besoin, des mesures sanitaires et d'adapter au mieux les

conduites à tenir dans le cadre d'autres accidents industriels. Le dispositif est composé de plusieurs volets de temporalités différentes, dont **la surveillance épidémiologique sur plusieurs années de la population habitant la zone exposée**.

Les premiers résultats de cette surveillance ont porté sur la santé mentale à travers les délivrances de médicaments psychotropes. Ils n'avaient pas montré d'augmentation de leurs délivrances [4]. L'ensemble des résultats de ce dispositif est présenté sur notre [site internet](#).

L'exposition aux polluants générés par cet incendie a pu avoir des conséquences sur la santé cardiovasculaire. En effet, bien que la nature et la source de pollution soient

différentes, des études épidémiologiques ont décrit des liens entre la survenue de pathologies cardiovasculaires et une exposition aiguë à la pollution atmosphérique urbaine [5] ou à des incendies de végétation de grandes ampleurs [6, 7]. Ces études épidémiologiques ont principalement montré un lien entre les particules fines $PM_{2,5}$ et des événements artériels aigus (syndrome coronarien aigu (SCA), accident vasculaire cérébral (AVC)). Différents mécanismes biologiques peuvent expliquer ces liens ; notamment, les polluants, en pénétrant dans la circulation systémique, peuvent engendrer un stress oxydatif et une inflammation à l'origine d'une cascade de réponses physiologiques. Du fait de ces mécanismes physiopathologiques, des événements veineux (thrombose veineuse profonde, embolie pulmonaire) pourraient également survenir suite à une exposition aiguë à la pollution atmosphérique, bien que les données spécifiques soient moins nombreuses [5, 8].

Un stress émotionnel aigu engendré par un événement accidentel peut aussi modifier la fréquence cardiaque et la pression artérielle, augmentant ainsi le risque d'événements cardiovasculaires [9-14].

La surveillance épidémiologique des populations habitant dans la zone exposée à l'incendie a pour objectif de décrire l'évolution temporelle de la survenue de pathologies cardiovasculaires, afin de détecter une éventuelle augmentation suite à l'incendie, par rapport à la période antérieure à celui-ci.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le protocole détaillé est disponible sur la page internet de la surveillance : [lien](#)

ZONES D'ÉTUDE

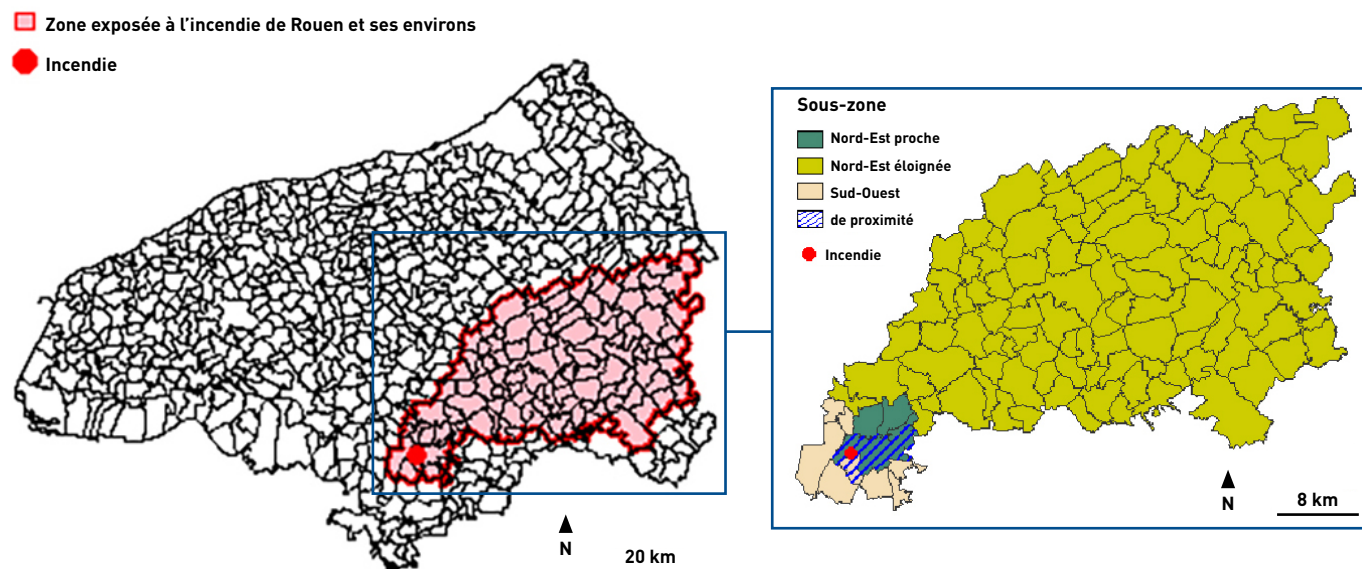
La zone d'étude couvre 119 communes de Seine-Maritime considérées comme exposées à l'incendie ou à ses conséquences (panache de fumée, dépôts de suie, odeurs). Elle représente un peu plus de 1 200 km², et environ 350 000 personnes (recensement Insee 2019) (Figure 1). Elle est subdivisée en quatre sous-zones selon leur type d'exposition potentielle (cf. protocole) :

- Une **zone de proximité**, regroupant Rouen et Le Petit-Quevilly (134 321 habitants) ;
- Une **zone nord-est proche**, regroupant 4 communes dont Rouen (154 534 habitants) ;
- Une **zone sud-ouest**, regroupant 8 communes dont Le Petit-Quevilly (121 979 habitants) ;
- Une **zone nord-est éloignée**, regroupant 107 communes (73 519 habitants).

INDICATEURS DE SANTÉ CARDIOVASCULAIRE

Une partie des événements de santé cardiovasculaire nécessite une hospitalisation soit pour un événement aigu comme un accident vasculaire cérébral, une complication

FIGURE 1 | Carte de la Seine-Maritime et situation du lieu de l'incendie. Santé post-incendie 76 : étude populationnelle. Santé publique France, 2025



ou décompensation d'une pathologie prise en charge en ville (insuffisance cardiaque, thrombose veineuse).

Les indicateurs de santé cardiovasculaire ont ainsi été construits à partir des données du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) au sein du Système National des Données de Santé (SNDS¹). Les données utilisées sont celles relatives aux bénéficiaires de l'Assurance Maladie (âge, sexe et commune de résidence au moment de l'hospitalisation) et les dates d'hospitalisations.

Les pathologies cardiovasculaires étudiées ont été choisies parmi celles pouvant potentiellement être induites par des expositions respiratoires aiguës à une pollution selon la littérature et identifiables *via* les données d'hospitalisations issues du SNDS, soit les hospitalisations pour :

- toutes causes cardiovasculaires² ;
- accident vasculaire cérébral³ (AVC) ;
- insuffisance cardiaque⁴ (IC) ;
- maladie veineuse thromboembolique⁵ (MVTE, qui inclut la thrombose veineuse profonde et l'embolie pulmonaire) ;
- syndrome coronarien aigu⁶ (SCA) ;
- troubles du rythme cardiaque⁷.

Pour chaque pathologie cardiovasculaire, des taux hebdomadaires d'incidence d'hospitalisation pour 100 000 habitants ont été calculés. Une hospitalisation incidente correspondait à une nouvelle hospitalisation pour une personne donnée en l'absence d'hospitalisation pour le même motif, identifiée dans le SNDS dans l'année précédente. Les taux ont été calculés en rapportant les nombres incidents de patients hospitalisés à la population résidant dans la zone considérée pendant l'année considérée (données des recensements Insee 2016 à 2021).

1. Pour en savoir plus : <https://www.snds.gov.fr/SNDS/Documentation-technique>
2. Identifiée à partir des diagnostics principaux et reliés de l'ensemble du séjour ou des unités médicales alors fréquentées et dans la Classification internationale des maladies, 10^e révision (CIM-10) pour les codes suivants : I00 à I99
3. I60 : 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.
4. I50 : insuffisance cardiaque, I11.0 : cardiopathie hypertensive, avec insuffisance cardiaque, I13 : cardiopathie hypertensive, J81 : œdème pulmonaire, K76.1 : congestion passive chronique du foie.
5. I26 : embolie pulmonaire, O882 : embolie obstétricale, I80 : phlébite et thrombophlébite, I81 : thrombose de la veine porte, I82 : autres embolies et thromboses veineuses, O223 : phlébotrombose profonde au cours de la grossesse, O871 : phlébotrombose profonde au cours de la puerpéralité, O222 : thrombophlébite au cours de la grossesse, O870 : thrombophlébite superficielle au cours de puerpéralité.
6. 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.
7. 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.

PÉRIODE D'ÉTUDE

La période d'étude s'étend du 7 janvier 2016 au 11 mars 2020 afin de couvrir une période suffisamment longue pour identifier les tendances avant l'incendie et sans inclure l'épidémie de Covid-19 qui a fortement modifié les recours aux soins.

Une période dite d'intérêt a été définie afin d'y étudier une éventuelle augmentation des indicateurs de santé, en comparaison avec le reste de la période d'étude. Les données de la littérature ont identifié que les effets cardiovasculaires (hors MVTE) survenaient rapidement après l'exposition aiguë, soit au maximum dans les 3 semaines après l'exposition [5-14]. La période d'exposition incluant le feu couvant s'étend du 26 septembre, date de l'incendie, au 7 octobre, date de fin du feu couvant. La période d'intérêt couvre donc cinq semaines post-incendie soit, du 26 septembre 2019 au 30 octobre 2019.

Le délai de survenue des MVTE après une exposition aiguë à la pollution de l'air est davantage sujet à discussion dans les données de la littérature. Certaines études ont identifié un effet pour des délais compris entre 1 et 5 jours, par analogie avec les événements artériels [15-17]. Cependant, une autre étude a identifié un effet jusqu'à 3 mois [18]. De plus, lors de la survenue d'une MVTE, les médecins cherchent à identifier les facteurs prédisposants dans les 3 mois précédents, selon la Société française de cardiologie [19]. Nous avons donc étudié deux périodes d'intérêt : cinq semaines et douze semaines post-incendie soit du 26 septembre au 18 décembre 2019.

Les semaines de la période d'étude ont été définies comme débutant le jeudi de la semaine et se terminant le mercredi de la semaine suivante afin que le premier jour de la période d'intérêt commence à la date de l'incendie, soit le 26 septembre 2019 (exemple : la semaine 39 de 2019 correspond à la période du 26 septembre au 2 octobre 2019).

ANALYSES STATISTIQUES

Dans un premier temps, pour chaque indicateur de santé cardiovasculaire, les caractéristiques d'âge et de sexe des personnes ont été décrites, d'une part pour la période d'étude sans la période d'intérêt et d'autre part pour la période d'intérêt. Les variations temporelles des taux hebdomadaires ont été décrites à l'aide de séries chronologiques.

Dans un deuxième temps, une modélisation de Poisson multivariée des taux hebdomadaires d'incidence d'hospitalisation a été réalisée sur toute la période d'étude. Elle a permis de modéliser l'évolution de l'incidence en prenant en compte les facteurs qui l'influencent, soient les tendances temporelles à long terme et saisonnières et les vacances scolaires. Les tendances ont été introduites, *via* des *splines* afin de tenir compte de leur non-linéarité et une variable binaire a été intégrée dans le modèle pour tenir compte des vacances scolaires. Afin de détecter une éventuelle augmentation de l'incidence pendant la période d'intérêt post-incendie, cette dernière a été introduite dans le modèle sous la forme d'une variable binaire. Les résultats sont présentés sous forme de rapports d'incidence ajustés (Incidence Rate Ratio) avec leur intervalle de confiance à 95 % (IC95 %). L'incidence pendant la période d'intérêt est comparée à celle attendue *via* le modèle en ajustant sur différents facteurs : si le rapport est significativement supérieur à 1 (c'est-à-dire si la borne inférieure de l'intervalle de confiance est supérieure à 1), cela signifie que l'incidence pendant la période d'intérêt est significativement supérieure à celle attendue.

Enfin, des analyses de sensibilité ont été menées pour tester la construction de certains indicateurs de santé cardiovasculaire. Des choix ont été faits pour définir les patients hospitalisés incidents : un délai de douze mois sans hospitalisations pour causes cardiovasculaires a été choisi. Une ré-hospitalisation dans l'année qui suit a été considérée comme liée au premier événement de santé, bien que cela ne soit pas systématique [20-22]. Notamment, pour l'indicateur toutes causes cardiovasculaires, une personne peut être ré-hospitalisée pour des pathologies cardiovasculaires différentes. Une analyse prenant en compte toutes les hospitalisations cardiovasculaires sans notion de délai a été réalisée. De même, concernant l'insuffisance cardiaque, plusieurs décompensations de la maladie sont susceptibles de survenir dans la même année et peuvent être déclenchées par des facteurs différents (écart de régime, infection, pic de tension, etc.). Un délai plus court de six mois a donc également été testé.

RÉSULTATS

DESCRIPTION DE LA POPULATION

Les caractéristiques, en matière d'âge ou de sexe, des personnes ayant eu une nouvelle hospitalisation pour chacun des indicateurs de santé cardiovasculaire n'étaient pas différentes pendant la période d'intérêt du reste de la période d'étude. La répartition des cas par sous-zones n'était pas significativement différente entre les deux périodes. À noter que les effectifs étaient faibles dans les sous-zones et notamment dans la zone nord-est éloignée qui est la moins peuplée (Annexe 1).

DESCRIPTION DES TAUX D'HOSPITALISATIONS HEBDOMADAIRES

Pour l'ensemble des indicateurs cardiovasculaires étudiés et sur l'ensemble de la période d'étude, le tableau 1 indique les nombres moyens d'hospitalisation par semaine observés sur l'ensemble de la zone d'étude ainsi que les taux hebdomadaires moyens d'hospitalisation.

Les taux d'hospitalisations pour toutes causes cardiovasculaires fluctuent sur la période d'étude de 13,50 à 30,57 pour 100 000 habitants. Aucune tendance à long terme n'est observée, cependant des variations saisonnières sont visibles avec des pics hivernaux et une baisse importante lors des mois d'été (Figure 2).

Pour les autres indicateurs de santé cardiovasculaire (accident vasculaire cérébral, insuffisance cardiaque, syndrome coronarien aigu et troubles du rythme), les taux d'hospitalisations présentent des fluctuations aléatoires importantes et aucune tendance à long terme ou saisonnière n'est observée.

Concernant les MVTE, une légère augmentation à long terme est observée avec une diminution importante du taux au cours de l'été 2019 avant une ré-augmentation à un niveau moyen plus élevé jusqu'à la fin de la période d'étude (Figure 3).

Les séries temporelles des sous-zones ne montraient pas de différences, à l'exception d'une plus grande variabilité due aux faibles effectifs (ces séries ne sont pas présentées dans cette synthèse).

TABLEAU 1 | Nombres et taux hebdomadaires moyens pour 100 000 habitants par indicateur de santé cardiovasculaire sur la période d'étude (janvier 2016 – mars 2020)

Indicateurs de santé cardiovasculaire	Nombre moyen (écart-type)	Taux	
		Moyen (écart-type)	Min – Max
Toutes causes cardiovasculaires	78,24 (± 11,96)	22,50 (± 3,43)	13,49 – 30,57
Accident vasculaire cérébral	11,40 (± 3,22)	3,28 (± 0,92)	0,87 – 6,00
Insuffisance cardiaque	16,49 (± 5,15)	4,74 (± 1,48)	1,16 – 9,76
Maladie veineuse thromboembolique	12,48 (± 3,58)	3,59 (± 1,03)	1,14 – 6,57
Syndrome coronarien aigu	9,36 (± 3,07)	2,69 (± 0,88)	0,58 – 5,45
Troubles du rythme cardiaque	11,73 (± 3,88)	3,37 (± 1,12)	0,86 – 6,31

FIGURE 2 | Évolution du taux hebdomadaire d'hospitalisations pour toutes causes cardiovasculaires (TTCV) pour 100 000 habitants sur la période d'étude (janvier 2016 – mars 2020)

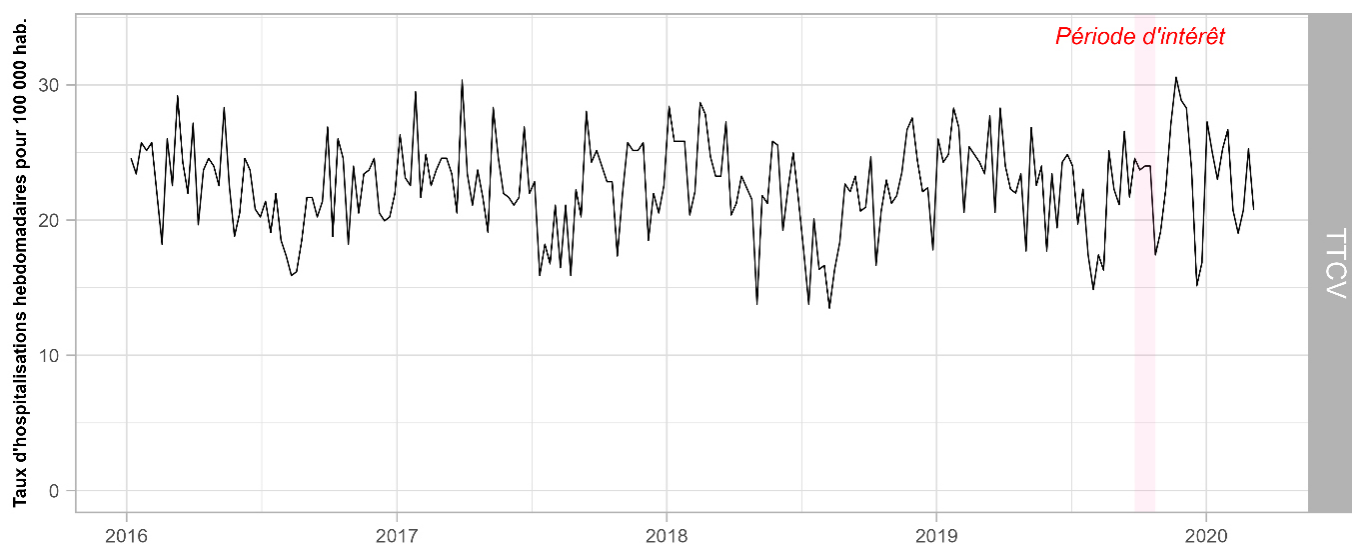
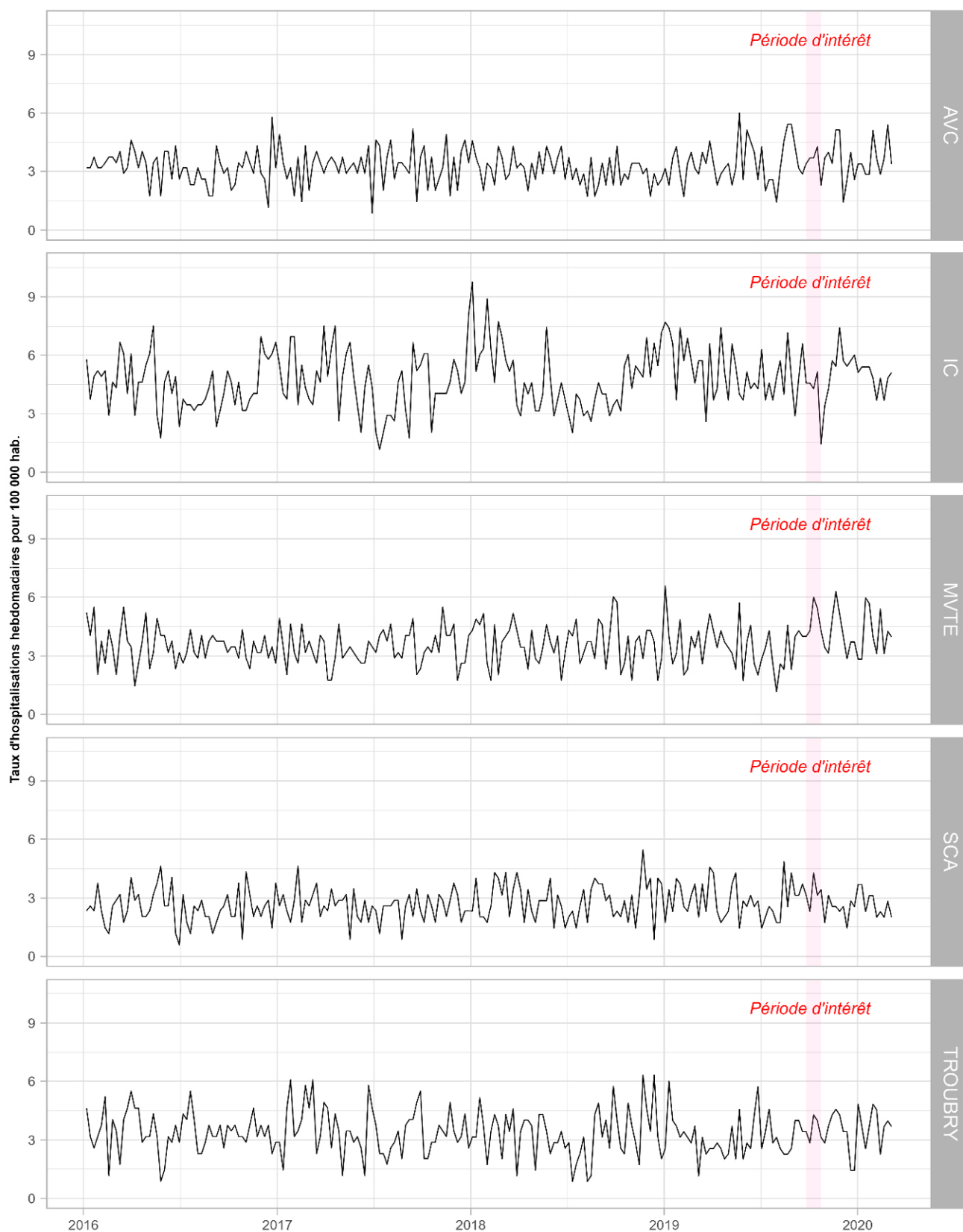


FIGURE 3 | Évolution du taux hebdomadaire d'hospitalisations pour accident vasculaire cérébral (AVC), insuffisance cardiaque (IC), maladie veineuse thromboembolique (MVTE), syndrome coronarien aigu (SCA) et troubles du rythme cardiaque (TROUBRY) pour 100 000 habitants sur la période d'étude (janvier 2016 – mars 2020)



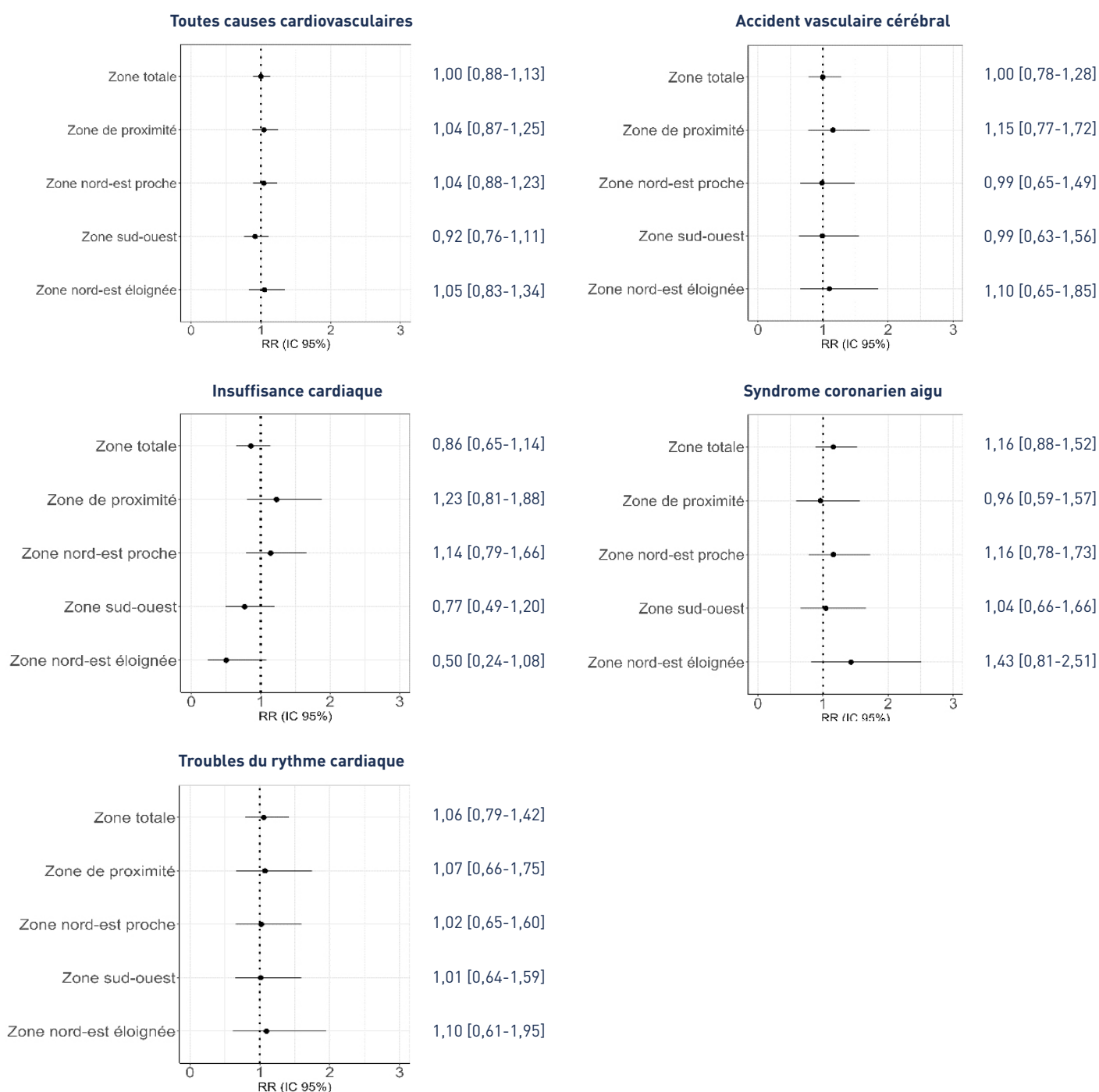
MODÉLISATION STATISTIQUE

Maladies cardiaques et AVC

Les résultats de la modélisation statistique ne montrent pas d'augmentation significative des taux hebdomadaires d'hospitalisation pendant la période d'intérêt par rapport

au reste de la période d'étude dans la zone exposée à l'incendie et les différentes sous-zones pour l'ensemble des indicateurs suivis. C'est-à-dire que les rapports d'incidence (IRR) sont centrés autour de 1 et les intervalles de confiance incluent systématiquement la valeur 1 (Figure 4).

FIGURE 4 | Rapports d'incidence observée / attendue ajustés pour les différents indicateurs cardiovasculaires et leur intervalle de confiance à 95 %



Maladie veineuse thromboembolique (MVTE)

Les résultats de la modélisation statistique montrent que les taux hebdomadaires d'hospitalisations sont plus élevés pendant la période d'intérêt, qu'elle soit de cinq ou de douze semaines par rapport au reste de la période d'étude, dans la zone totale exposée à l'incendie (Figure 5a et 5b). Cependant, l'intervalle de confiance à 95 % est large et le rapport d'incidence (IRR) est proche de 1 : IRR = 1,27 [IC95 % : 1,02-1,60] pour la période d'intérêt de cinq semaines. Autrement dit, le taux moyen ajusté est augmenté de 27 % par rapport aux taux attendus estimés par le modèle sur le reste de la période d'étude, avec un intervalle de confiance compris entre 2 et 60 %. De même pour la période d'intérêt de douze semaines, l'IRR est de 1,21 [IC95 % : 1,02-1,43].

En analysant par sous-zone, les résultats des modèles sur cinq semaines montrent une augmentation significative du taux dans la sous-zone nord-est éloignée mais avec une incertitude forte (intervalle de confiance large) du fait des faibles effectifs. Une augmentation du taux d'hospitalisations est également observée dans la sous-zone de proximité pour la période d'intérêt de douze semaines mais pas pour celle de cinq semaines. Pour les autres sous-zones, tous les taux sont supérieurs à l'attendu mais non significatifs.

DISCUSSION

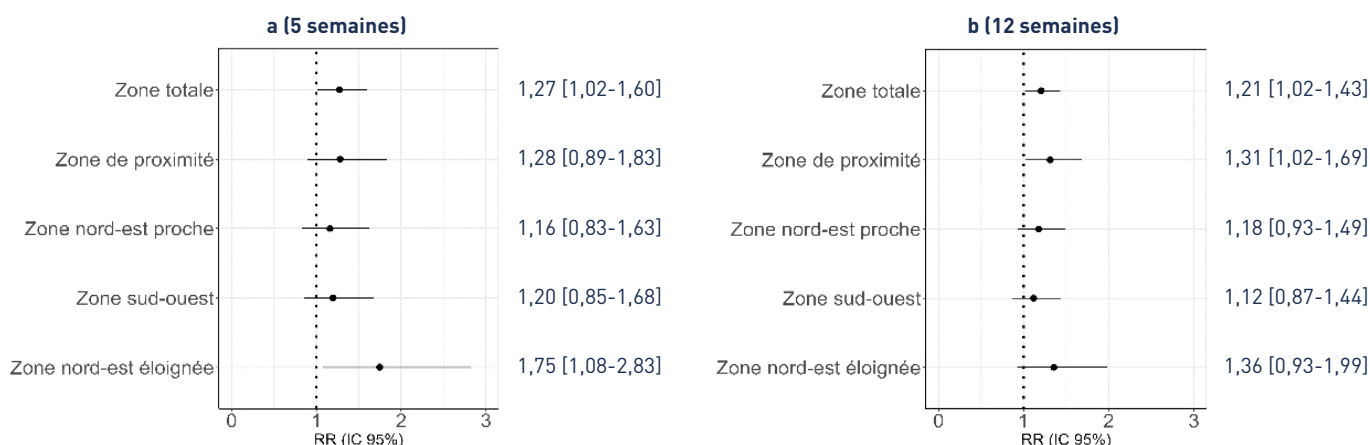
PRINCIPAUX RÉSULTATS ET MISE EN PERSPECTIVE

La surveillance épidémiologique mise en place à la suite de l'incendie avait pour objectifs de suivre les évolutions temporelles d'indicateurs de santé cardiovasculaire, construits à partir des données d'hospitalisations issues du PSY au sein du SNDS et de détecter d'éventuels signaux sanitaires. Une analyse a pu être menée pour la zone exposée aux conséquences de l'incendie et par sous-zones. Des sous-analyses par classes d'âge ou sexe n'ont pas pu être menées compte tenu des effectifs trop faibles et ce, même pour la zone d'étude totale.

Dans les cinq semaines après le 26 septembre 2019, aucune augmentation des hospitalisations pour toutes causes cardiovasculaires et pour quatre des causes spécifiques étudiées (accident vasculaire cérébral, insuffisance cardiaque, syndrome coronarien aigu et troubles du rythme) n'a été observée, quelle que soit la zone géographique considérée.

La littérature met en évidence des liens à court terme entre une exposition aux particules fines de l'air ambiant, et les indicateurs de santé cardiovasculaire, notamment la survenue de syndrome coronarien aigu [5-8, 23, 24]. Cependant, la nature, l'intensité et la durée de l'exposition générée par l'incendie sont différentes des situations décrites dans ces travaux. Par ailleurs, les facteurs de stress reconnus comme pouvant déclencher des événements cardiovasculaires

FIGURE 5 | Rapports d'incidence observée / attendue ajustés pour maladies veineuses thromboemboliques et leur intervalle de confiance à 95 %



(perte de bien, déplacement de population, décès...) n'ont pas été rencontrés lors de cet événement [25]. Cela pourrait contribuer à expliquer l'absence d'augmentation des hospitalisations. À noter qu'une étude menée par le CHU de Rouen sur les coronarographies réalisées dans les trois mois suivant l'incendie n'avait également pas mis en évidence de résultat significatif [26].

Une augmentation des hospitalisations pour MVTE a été mesurée, aussi bien sur la période de cinq semaines que sur celle de douze semaines suivant l'incendie. Cette augmentation est retrouvée au niveau de la zone d'étude totale et dans la sous-zone nord-est éloignée sur la période des cinq semaines et dans la zone de proximité sur la période de 12 semaines. Cependant, plusieurs éléments incitent à interpréter ce résultat avec prudence :

- Les revues de littérature concluent que le niveau de preuve est insuffisant pour établir un lien entre pollution atmosphérique et MVTE. Bien que certains des mécanismes physiopathologiques avancés soient similaires à ceux évoqués pour les AVC ou les SCA, peu d'études ont montré une augmentation du risque avec une exposition aiguë à la pollution [5]. Il serait donc peu cohérent d'observer un effet isolé sur les MVTE, sans effet sur d'autres indicateurs cardiovasculaires. Cependant, nous n'avons pas identifié d'études portant simultanément sur les MVTE et d'autres indicateurs cardiovasculaires et pouvant ainsi le vérifier ;
- Les séries temporelles montrent une plus forte baisse des hospitalisations au cours de l'été 2019 que les autres années, suivie d'une remontée notable, ce qui rend l'interprétation difficile même par la modélisation. Il est possible que l'augmentation constatée, qui reste dans les fluctuations hautes de la période précédant l'incendie, soit liée à un report d'hospitalisation ;
- Les taux restent élevés bien au-delà de la période d'intérêt, y compris jusqu'à la fin de 2021, ce qui dépasse le délai plausible d'un effet potentiel de l'incendie ;
- Des comparaisons avec des zones non exposées à l'incendie n'ont pas permis d'interpréter ces évolutions atypiques, les évolutions des incidences des différentes zones n'étant pas corrélées, que ce soit avant et après l'incendie (Annexe 3) ;
- À l'échelle nationale, l'incidence des MVTE a augmenté entre 2010 et 2022, notamment de 30 % pour les embolies pulmonaires, ce qui peut contribuer aux tendances observées localement [21]. Entre 2016 et 2021, l'augmentation sur la zone exposée a été de 28 % ;
- La sous-zone où une augmentation a été observée (nord-est éloignée) est la moins exposée aux conséquences de l'incendie et la moins peuplée, induisant

des effectifs faibles et donc une fluctuation plus grande. Nous aurions dû retrouver un résultat similaire dans une zone plus touchée ou observé un gradient d'effets, ce qui n'est pas le cas. Pour la période des douze semaines, l'augmentation est significative sur la zone de proximité mais là aussi, elle est très faible.

De plus, afin de comprendre ces fluctuations, des vérifications complémentaires ont été réalisées mais n'ont pas permis de trouver une explication. Aucun changement de codage ou de pratique médicale n'a été rapporté au CHU de Rouen, où la majorité des MVTE ont été prises en charge. Une baisse de l'activité du service pendant l'été est cependant plausible. Les principaux facteurs de risque (cancer, hospitalisations prolongées dans les douze semaines précédentes) ne sont pas susceptibles de varier rapidement, ce qui limite leur implication dans ces fluctuations. Enfin, les MVTE regroupant des diagnostics variés, une étude plus fine par type de MVTE a été envisagée. En restreignant l'indicateur aux embolies pulmonaires, la série temporelle était similaire, compte tenu de leur prédominance, en hospitalisation. Il n'a pas été considéré comme pertinent d'aller plus loin dans l'analyse. Concernant les MVTE liées à une grossesse, les effectifs étaient trop faibles pour les analyser.

Ainsi, compte tenu de tous ces éléments, bien qu'une augmentation du taux d'hospitalisations pour MVTE soit observée après l'incendie, il apparaît peu probable qu'elle soit une conséquence de ce dernier.

FORCES ET LIMITES

L'utilisation des données du SNDS pour construire les indicateurs de santé présente de nombreux avantages. Elle permet d'identifier les hospitalisations de toute la population de la zone exposée à l'incendie, sans perte de participation tout au long de la période d'étude. Ce suivi permet de limiter les biais de sélection en identifiant également les personnes hospitalisées dans un autre département mais résidant dans la zone d'étude. Le diagnostic de l'hospitalisation, sur lequel repose la construction de l'indicateur, est codé par un médecin.

Il convient toutefois de noter certaines limites. Le SNDS couvre des données de recours aux soins mais toutes les informations cliniques ne sont pas disponibles (facteurs de risque, résultats de l'examen du malade par le médecin, de biologie médicale ou d'imagerie médicale...). La prise en charge hospitalière concerne surtout les pathologies

aiguës (AVC, SCA) mais également les complications ou décompensations des autres pathologies cardiovasculaires. Bien que le non-recours aux soins pour une pathologie cardiaque soit plutôt faible, la prise en charge de certaines pathologies chroniques (insuffisance cardiaque chronique, maladies veineuses thromboemboliques et troubles du rythme notamment) se fait principalement en ville mais les diagnostics posés par les médecins de ville ne sont pas renseignés dans le SNDS. Dans d'autres cas, certains événements cardiovasculaires peuvent engendrer une mortalité précoce avant la prise en charge hospitalière (embolie pulmonaire, infarctus du myocarde) [27]. Les données de mortalité pour ces deux pathologies ne présentent pas d'augmentation après l'incendie (données non présentées ici). Malgré ces limites, la part des hospitalisations dans l'incidence de la maladie variant peu d'une année sur l'autre, l'utilisation de la même définition des indicateurs sur toute la période d'étude, que ce soit avant ou après l'incendie, limite l'impact de ces biais potentiels.

La définition d'un cas incident reposait sur le choix d'un délai entre deux hospitalisations pour un même événement. Des analyses de sensibilité ont donc été réalisées en faisant varier ce délai et les résultats ne différaient pas de ceux obtenus précédemment.

De plus, les informations sur les facteurs de risques individuels, comme le tabagisme ou l'obésité, n'ont pas été prises en compte. Cependant, à l'échelle d'une population et de la durée de la période d'étude choisie, ces facteurs ne sont pas susceptibles d'évoluer de façon notable.

Globalement, du fait de l'utilisation de la même définition des indicateurs sur toute la période d'étude, les erreurs de mesure de la survenue des pathologies sont identiques et ne sont donc pas de nature à biaiser les différences estimées.

Enfin, afin de pallier l'étendue importante de la zone d'étude et des différences vraisemblables de niveaux d'exposition ainsi que de l'hétérogénéité de densité de population, différents découpages ont été définis avec un équilibre entre un nombre suffisant de personnes et le fait d'avoir été plus ou moins exposé. Cependant, ce découpage entraîne une baisse d'effectifs et donc une perte de puissance statistique pour mettre en évidence des différences entre la période avant et après l'incendie. Pour les zones peu peuplées, le faible effectif limite l'interprétation des données. De même, des analyses par âge et sexe n'ont pu être menées pour les mêmes raisons de puissance statistique.

CONCLUSION

La surveillance épidémiologique mise en place à la suite de l'incendie avait pour objectifs de suivre les évolutions temporelles d'indicateurs de santé cardiovasculaire, construits à partir des données d'hospitalisations issues du PMSI au sein du SNDS et de détecter d'éventuels signaux sanitaires.

Cette surveillance n'a pas mis en évidence de différences dans l'évolution des hospitalisations pour des causes cardiovasculaires, dans les cinq semaines après le 26 septembre 2019 et dans la zone impactée par l'incendie.

Une hausse isolée du taux d'hospitalisations pour maladies veineuses thromboemboliques a été mesurée. Cependant, le lien avec l'incendie est très peu probable au regard de l'absence de résultats similaires pour les autres indicateurs cardiovasculaires, des fluctuations antérieures et postérieures de ce taux ainsi que de l'absence de cohérence avec les résultats observés dans les zones les plus exposées.

La surveillance épidémiologique sera poursuivie et d'autres indicateurs de santé (en particulier, de la santé périnatale et de la santé respiratoire) seront étudiés, comme cela a été défini dans le protocole de l'étude. Les différents résultats feront l'objet de documents de restitution, au fur et à mesure de leur production. ●

ANNEXES

ANNEXE 1 : DESCRIPTION DES POPULATIONS

TABLEAU 2 | Description des patients ayant eu une hospitalisation pour différentes pathologies cardiovasculaires (effectif ou médiane), pendant la période d'intérêt (26 septembre au 30 octobre 2019) et le reste de la période d'étude (7 janvier 2016 au 11 mars 2020)

	Intérêt	Période d'étude hors intérêt	p-valeur
Toutes causes cardiovasculaires	N = 598	N = 24 517	
Âge médian (Q1 ; Q3)	74 (63 ; 85)	75 (63 ; 85)	0,7
Sexe (n, %)			> 0,9
Homme	335 (56 %)	13 719 (56 %)	
Femme	263 (44 %)	10 798 (44 %)	
Sous-zone (n, %)			> 0,9
De proximité	214 (36 %)	8 387 (34 %)	
Nord-Est proche	244 (41 %)	9 789 (40 %)	
Sud-Ouest	232 (39 %)	9 695 (40 %)	
Nord-Est éloignée	122 (20 %)	5 033 (21 %)	
AVC	N = 61	N = 2 424	
Âge médian (Q1 ; Q3)	73 (65 ; 84)	76 (63 ; 85)	0,8
Sexe (n, %)			0,3
Homme	26 (43 %)	1 187 (49 %)	
Femme	35 (57 %)	1 237 (51 %)	
Sous-zone (n, %)			0,8
De proximité	24 (39 %)	895 (37 %)	
Nord-Est proche	25 (41 %)	1 072 (44 %)	
Sud-Ouest	22 (36 %)	869 (36 %)	
Nord-Est éloignée	14 (23 %)	483 (20 %)	
IC	N = 70	N = 3 525	
Âge médian (Q1 ; Q3)	85 (76 ; 90)	84 (75 ; 90)	0,8
Sexe (n, %)			0,6
Homme	30 (43 %)	1 634 (46 %)	
Femme	40 (57 %)	1 891 (54 %)	
Sous-zone (n, %)			0,07
De proximité	32 (46 %)	1 156 (33 %)	
Nord-Est proche	35 (50 %)	1 333 (38 %)	
Sud-Ouest	27 (39 %)	1 486 (42 %)	
Nord-Est éloignée	8 (11 %)	706 (20 %)	

	Intérêt	Période d'étude hors intérêt	p-valeur
MVTE	N = 84	N = 2 637	
Âge médian (Q1 ; Q3)	68 (54 ; 80)	69 (57 ; 81)	0,4
Sexe (n, %)			0,5
Homme	37 (44 %)	1 252 (47 %)	
Femme	47 (56 %)	1 385 (53 %)	
Sous-zone (n, %)			0,4
De proximité	32 (38 %)	997 (38 %)	
Nord-Est proche	33 (39 %)	1 141 (43 %)	
Sud-Ouest	32 (38 %)	1 053 (40 %)	
Nord-Est éloignée	19 (23 %)	443 (17 %)	
SCA	N = 57	N = 1 983	
Âge médian (Q1 ; Q3)	64 (59 ; 77)	70 (59 ; 82)	0,2
Sexe (n, %)			0,6
Homme	40 (70 %)	1 325 (67 %)	
Femme	17 (30 %)	658 (33 %)	
Sous-zone (n, %)			0,8
De proximité	15 (26 %)	659 (33 %)	
Nord-Est proche	23 (40 %)	771 (39 %)	
Sud-Ouest	20 (35 %)	784 (40 %)	
Nord-Est éloignée	14 (25 %)	428 (22 %)	
Troubles du rythme cardiaque	N = 62	N = 2 495	
Âge médian (Q1 ; Q3)	79 (67 ; 87)	75 (65 ; 84)	0,2
Sexe (n, %)			0,4
Homme	37 (60 %)	1 341 (54 %)	
Femme	25 (40 %)	1 154 (46 %)	
Sous-zone (n, %)			> 0,9
De proximité	22 (35 %)	835 (33 %)	
Nord-Est proche	27 (44 %)	1 065 (43 %)	
Sud-Ouest	22 (35 %)	901 (36 %)	
Nord-Est éloignée	13 (21 %)	529 (21 %)	

Q1 : 1^{er} quartile soit 25 % des personnes se situent en dessous de cette valeur
Q3 : 3^e quartile soit 75 % des personnes se situent en dessous de cette valeur
p-valeur : test de Wilcoxon-Mann-Whitney ; test du khi-deux d'indépendance ; test exact de Fisher
Source : SNDS, 2024

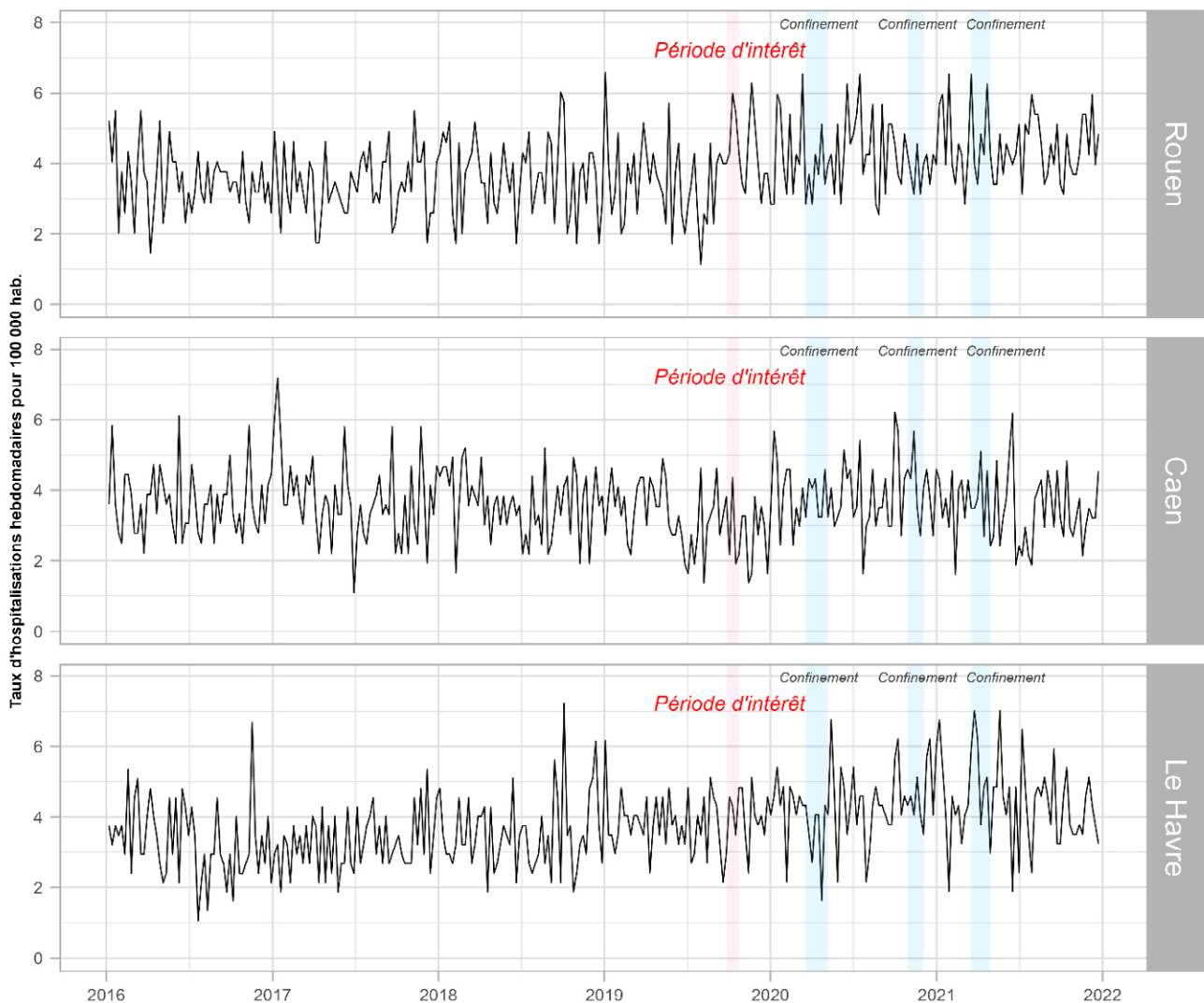
ANNEXE 2 : ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Pour l'indicateur des MVTE, la série temporelle des taux d'hospitalisations hebdomadaires pour 100 000 habitants a été tracée jusqu'à fin 2021 pour en étudier l'évolution après la période d'étude. Elle continuait de présenter une augmentation modérée et constante (Figure 6).

De plus, afin d'identifier si ces évolutions étaient similaires dans des zones non exposées, les séries temporelles de l'indicateur ont été tracées pour la zone du Havre et ses environs et pour celle de Caen et ses environs.

Globalement, les séries temporelles présentent également de fortes fluctuations mais les séries n'évoluent pas de la même manière, ce qui rend les comparaisons non interprétables. Dans la zone du Havre, une tendance à long terme à l'augmentation est observée depuis fin 2016. Pour Caen et ses environs, une très légère tendance à long terme à la diminution est observable sur la période d'étude avant une stabilisation de cette dernière. Aucune tendance saisonnière n'est observée. Une nette diminution des hospitalisations est aussi observée à l'été 2019, avant une ré-augmentation mais plus progressive et sur une plus longue période.

FIGURE 6 | Évolution du taux hebdomadaire d'hospitalisations pour maladie veineuse thromboembolique pour 100 000 habitants sur la période d'étude (janvier 2016 – décembre 2021)



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Golliot F., Blanchard M., Empereur-Bissonnet P., Le Lay E., Richard J.B., Moisan F., *et al.* Évaluation de l'impact sanitaire de l'incendie industriel survenu à Rouen. Dispositif d'études « Santé post-incendie 76 ». Environ Risque Santé. 2021;20:164-70.
- [2] Santé publique France. Incendie industriel du 26 septembre 2019 à Rouen [En ligne]. : 2021. [modifié le ; cité le 21/09/2022]. Disponible : <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/normandie/articles/incendie-industriel-du-26-septembre-2019-a-rouen>
- [3] Empereur-Bissonnet P, Perrine A-L, Pédrone G, El Haddad M, Zeghnoun A, Richard J-B, *et al.* Incendie industriel de Rouen de septembre 2019. Présentation du dispositif d'études « Santé Post-Incendie 76 » et premiers résultats. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2024. 12 p. Disponible : http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/SPF00005360
- [4] Blanchard M, Pédrone G, Vigneron C, Atiki N, Richard J-B, Bonaldi C, *et al.* Santé post-incendie 76. Surveillance épidémiologique à la suite de l'incendie industriel survenu à Rouen en 2019 : étude des délivrances de médicaments psychotropes. Synthèse. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2023. 26 p. Disponible : http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf___internet_recherche/SPF00004888
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (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>
- [8] Mannucci PM, Harari S, Franchini M. Novel evidence for a greater burden of ambient air pollution on cardiovascular disease. *Haematologica*. 2019;104(12):2349-57.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Lagraauw HM, Kuiper J, Bot I. Acute and chronic psychological stress as risk factors for cardiovascular disease: Insights gained from epidemiological, clinical and experimental studies. *Brain Behav Immun*. 2015;50:18-30.
- [13] Dimsdale JE. Psychological stress and cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(13):1237-46.
- [14] Bhattacharyya MR, Steptoe A. Emotional triggers of acute coronary syndromes: strength of evidence, biological processes, and clinical implications. *Prog Cardiovasc Dis*. 2007;49(5):353-65.
- [15] Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, Baccarelli AA, Brook RD, Donaldson K, *et al.* Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2015;36(2):83-93b.
- [16] Franchini M, Mengoli C, Cruciani M, Bonfanti C, Mannucci PM. Association between particulate air pollution and venous thromboembolism: A systematic literature review. *Eur J Intern Med*. 2016;27:10-3.
- [17] Renzi M, Stafoggia M, Michelozzi P, Davoli M, Forastiere F, Solimini AG. Short-term exposure to PM(2.5) and risk of venous thromboembolism: A case-crossover study. *Thromb Res*. 2020;190:52-7.
- [18] Hantrakool S, Sriwichai M, Shaengkhamngang B, Leetrakool N, Niprapan P, Kawichai S, *et al.* The effects of ambient particulate matter air pollution on platelets and hemostasis. *Front Public Health*. 2024;12:1410406.
- [19] Société Française de Cardiologie. Chapitre 19 – Item 226 : Thrombose veineuse profonde et embolie pulmonaire [En ligne]. France : Société Française de Cardiologie ; 2024. [modifié le 14/11/2025 ; cité le 04/11/2025]. Disponible : <https://www.sfcardio.fr/publication/chapitre-19-item-226-thrombose-veineuse-profonde-et-embolie-pulmonaire/>
- [20] Gabet A, Blacher J, Pousset F, Grave C, Lailier G, Tuppin P, *et al.* Épidémiologie de l'insuffisance cardiaque en France. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2025(HS):39-50.
- [21] Gabet A, Blacher J, Tuppin P, Lailier G, Grave C, Sanchez O, *et al.* Épidémiologie de la maladie veineuse thromboembolique en France en 2022. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2025(HS):69-80.
- [22] Grave C, Gabet A, Danchin N, Iliou M-C, Lailier G, Tuppin P, *et al.* Épidémiologie des cardiopathies ischémiques en France. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 2025(HS):6-22.
- [23] Evans KA, Hopke PK, Utell MJ, Kane C, Thurston SW, Ling FS, *et al.* Triggering of ST-elevation myocardial infarction by ambient wood smoke and other particulate and gaseous pollutants. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2017;27(2):198-206.

[24] Gardner B, Ling F, Hopke PK, Frampton MW, Utell MJ, Zareba W, *et al.* Ambient fine particulate air pollution triggers ST-elevation myocardial infarction, but not non-ST elevation myocardial infarction: a case-crossover study. *Part Fibre Toxicol.* 2014;11:1.

[25] Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi). Incendie sur deux sites industriels aux zones d'entreposage mitoyennes 26 septembre 2019. Rouen et Petit-Quevilly (Seine-Maritime) France. Paris : Ministère de la Transition écologique/Direction générale de la prévention des risques ; Septembre 2020. 10 p. [consulté le 21/10/2021]. Disponible : https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/1600432442FD_Lubrizol_publication.pdf

[26] 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.

[27] Supplément. Le Système national des données de santé (SNDS). Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2025(HS):117-23.

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET SÉCURITÉ DES DONNÉES

Les données du SNDS utilisées sont pseudonymisées*. Santé publique France traite ces données au sein d'un espace spécifique du portail du SNDS de la Cnam. Seules des données agrégées non identifiantes ont été extraites du portail.

* La pseudonymisation est un procédé qui consiste à remplacer les données directement identifiantes (nom, prénoms, etc.) d'un jeu de données par des données indirectement identifiantes (alias, numéro séquentiel, etc.). Il permet ainsi de traiter les données d'individus sans pouvoir les identifier (en savoir plus sur le site internet de la Cnil).

AUTEURS

Chloé Vigneron¹, Myriam Blanchard¹, Christophe Bonaldi²

1. Santé publique France, direction des régions-Cellule Normandie
2. Santé publique France, Direction Appui, Traitements et Analyses de données

RELECTEURS

Mélanie Martel, Ami Yamada, Clémence Grave

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement :

- Les membres du Comité d'appui technique (CAT) pour l'ensemble des échanges tout au long de cette surveillance ;
- Le professeur Miranda, médecin interniste et vasculaire, Maître de conférences des Universités – praticien hospitalier au CHU de Rouen, pour ses conseils sur les maladies veineuses thromboemboliques ;
- Valérie Olié, Amélie Gabet, Lisa Cahour, Nadège Marguerite et Michel Vernay pour leur appui à ce projet ;
- La Caisse nationale de l'Assurance maladie pour la mise à disposition des données du Système national des données de santé (SNDS).

MOTS CLÉS :

SANTÉ POST-INCENDIE 76
INCENDIE INDUSTRIEL ROUEN 2019
CELLULE NORMANDIE
PATHOLOGIES CARDIOVASCULAIRES
SURVEILLANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE
SNDS (SYSTÈME NATIONAL DES DONNÉES DE SANTÉ)
HOSPITALISATIONS
MALADIES VEINEUSES THROMBOEMBOLIQUES (MVTE)
POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
STRESS OXYDATIF
ZONES D'EXPOSITION
MODÉLISATION STATISTIQUE