

MARS 2026
ÉTUDES ET ENQUÊTES

**Étude écologique de morbidité
autour du bassin industriel de Lacq
(Pyrénées-Atlantiques).
Période 2010-2023**

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

Résumé

Étude écologique de morbidité autour du bassin industriel de Lacq (Pyrénées-Atlantiques). Période 2010-2023

Le bassin industriel de Lacq (Pyrénées-Atlantiques) rassemble depuis soixante ans de nombreuses activités chimiques et pétrochimiques. En réponse à une saisine d'octobre 2015 du ministère chargé de la santé concernant l'opportunité d'une surveillance épidémiologique et l'évaluation de l'impact sanitaire du site sur les populations riveraines, Santé publique France a mis en place plusieurs études, dont une étude de morbidité présentée dans ce rapport. Cette dernière a pour objectif d'évaluer l'incidence ou la prévalence des pathologies possiblement associées à des expositions industrielles chez les populations riveraines du bassin industriel de Lacq.

Les pathologies respiratoires (asthme et bronchopneumopathie chronique obstructive), les pathologies cardio-neuro-vasculaires (adultes), le diabète traité, les troubles thyroïdiens, la morbidité périnatale et les troubles de la sphère autistique (enfants) ont été étudiés à partir d'indicateurs issus du Système national des données de santé (hospitalisations, remboursements de soins, affections longue durée) et les cancers pédiatriques à partir des données des registres nationaux.

L'analyse portait sur 99 communes regroupées en trois zones suivant un gradient d'exposition décroissant sur la période 2010-2023. Des indices comparatifs de morbidité (ICM) ont été calculés pour chacun des indicateurs et leur relation avec les zones d'exposition a été étudiée à partir d'une analyse écologique de corrélation spatiale à l'échelle de la commune par régression de Poisson ajustée sur différents facteurs de confusion potentiels.

Sur la période d'étude, aucun excès de morbidité significatif pour les différents indicateurs étudiés n'a été observé pour la zone la plus exposée du bassin industriel de Lacq par rapport à la population prise comme référence. Pour les indicateurs présentant un potentiel gradient d'exposition, les rapports de risque entre les différentes zones n'étaient pas significatifs. À l'inverse, des sous-morbidités ont été observées pour les maladies respiratoires obstructives, plusieurs maladies cardio-vasculaires et les troubles de la sphère autistique.

Ces résultats globalement rassurants portent sur les quatorze dernières années qui se sont caractérisées par des réductions d'émissions polluantes sur le bassin industriel de Lacq. Néanmoins, ces résultats peuvent souffrir de certaines limites liées à ce type d'approche écologique ne prenant notamment pas en compte les caractéristiques individuelles des populations (données agrégées à la commune) et à l'utilisation d'indicateurs pouvant être liés au contexte local de recours aux soins et aux pratiques médicales. Ces résultats devront être confrontés aux résultats de l'ensemble des études épidémiologiques et environnementales menées localement mais également à ceux des études nationales menées autour des bassins industriels.

MOTS-CLÉS : ÉTUDE DE MORBIDITÉ, ÉTUDE ÉCOLOGIQUE, BASSINS INDUSTRIELS, SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Citation suggérée : Castor C, Chatignoux É, Roudier C, Coquet S, Serra D. Étude écologique de morbidité autour du bassin industriel de Lacq (Pyrénées-Atlantiques). Période 2010-2023. Saint-Maurice : Santé publique France, 2026. 55 p. www.santepubliquefrance.fr

ISSN : 2609-2174 / ISBN-NET 978-2-37986-062-1 / RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / DÉPÔT LÉGAL : MARS 2026

Abstract

Ecological study of morbidity around the Lacq industrial basin (Pyrénées-Atlantiques)

The Lacq industrial area (Pyrénées-Atlantiques) has been the site of numerous chemical and petrochemical activities over the past 60 years. Following a referral by the Ministry of Health in October 2015 concerning the opportunity for epidemiological surveillance and an assessment of the site's health impact on the local population, Santé publique France has set up several studies, including a morbidity study presented in this report. This report aims to assess the incidence or prevalence of diseases potentially associated with industrial exposure in the populations living near the Lacq industrial area.

Respiratory diseases (asthma and chronic obstructive pulmonary disease), cardiovascular and neurological diseases (adults), treated diabetes, thyroid disorders, perinatal morbidity, and autism spectrum disorders (children) were studied using indicators from the National Health Data System (hospitalizations, healthcare reimbursements, long-term conditions). Pediatric cancers were evaluated using data from national registries.

The analysis covered 99 municipalities grouped into three zones according to a decreasing exposure gradient over the period 2010-2023. Comparative morbidity indices (CMI) were calculated for each indicator and their relationship with the exposure zones was studied using a spatial ecological correlation analysis at the municipality level by Poisson regression adjusted for various potential confounding factors.

Over the study period, no significant excess morbidity for the various indicators studied was observed in the most exposed area of the Lacq industrial area compared to the reference population. For indicators with a potential exposure gradient, the risk ratios between the different areas were not significant. However, reduced levels were observed for obstructive respiratory diseases, several cardiovascular diseases, and autism spectrum disorders.

These generally reassuring results relate to a 15 years period, characterized by reduced pollutant emissions in the Lacq industrial area. Nevertheless, these results may be subject to certain limitations associated with this type of ecological approach, which does not take into account the individual characteristics of populations (data aggregated at the municipal level) and the use of indicators that may be linked to the use of healthcare and local medical practices. These results should be compared with the results of a series of local studies, as well as national studies on industrial basins.

KEY WORDS: MORBIDITY SURVEY, ECOLOGICAL SURVEY, INDUSTRIAL ZONE, ENVIRONMENTAL HEALTH

Abréviation

AASQA : Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
ALD : Affection de longue durée
APL : Accessibilité potentielle localisée (indicateur)
ARS : Agence régionale de sante
ATC (classification) : classification Anatomique Thérapeutique et Chimique
AVC : Accident vasculaire cérébral
BIS : Bassins industriels et santé (étude)
BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive
CAT : Comité d'appui thématique
CE-SET : Comité d'experts en santé environnement travail
CIM 10 : 10^e révision de la classification internationale des maladies
Circ : Centre international de recherche sur le cancer
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
CS8 : Certificat de santé des 8 jours après la naissance
CSS : Commission de suivi de site
DCIR : Datamart de consommation interrégimes
DGS : Direction générale de la Santé
DP : Diagnostic principal
DR : Diagnostic relié
Dreal : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ERS-Z : Évaluation des risques sanitaires de zone
ERI : Excès de risque individuel
FDep : Facteur de défavorisation sociale
HCSP : Haut Conseil de la sante publique
HTA : Hypertension artérielle
ICM : Indice comparatif de mortalité / morbidité
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
Ifop : Institut français d'opinion publique
IFT : Indice de fréquence de traitement (phytosanitaire)
Ineris : Institut national de l'environnement industriel et des risques
Insee : Institut national de la statistique et des études économiques
Isped : Institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement
MCO : Médecine-Chirurgie-Obstétrique
PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information
RIM-P : Recueil d'informations médicalisé pour la psychiatrie
RNHE : Registre national des hémopathies malignes de l'enfant
RNTSE : Registre national des tumeurs solides de l'enfant
RR : Rapport de risque
RUM : Résumé d'unité médicale
SNDS : Système national des données de santé
Sniiram : Système national d'information interrégimes de l'assurance maladie
TSA : Trouble de la sphère autistique
ZI : Zone industrielle

Équipe Projet

Christine Castor	Direction des régions, Santé publique France Nouvelle-Aquitaine
Édouard Chatignoux	Direction appui, traitement et analyse des données, Santé publique France
Candice Roudier	Direction santé environnement travail, Santé publique France
Sandrine Coquet	Direction des régions, Santé publique France Nouvelle-Aquitaine
Delphine Serra	Direction appui, traitements et analyses des données, Santé publique France

Comité d'appui thématique

Stéphanie Goujon	Inserm UMR 1153 EPICEA, épidémiologie des cancers de l'enfant et de l'adolescent
Julien Giraud	Observatoire régional de santé Nouvelle-Aquitaine

Personnes ayant contribué à l'étude

Lisa Cahour	Direction appui, traitements et analyses des données, Santé publique France
Francis Chin	Direction appui, traitements et analyses des données, Santé publique France
Joël Costes	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France
Marie-Christine Delmas	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France
Sandrine Fosse	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France
Clémence Grave	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France
Valérie Olié	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France
Nolwenn Regnault	Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France

Relecteurs :

Fleur Delva	Service Santé Travail Environnement, centre Artémis, CHU de Bordeaux
Franck Golliot	Direction des régions, Santé publique France Occitanie
Laurent Filleul	Direction des régions, Santé publique France Nouvelle-Aquitaine

Recommandations émises par le comité d'experts en santé environnement (CE-SET)

Le protocole de cette étude a été soumis à la relecture d'un comité d'experts le 25 mai 2023 ; celui-ci a fait un certain nombre de recommandations qui l'ont fait évoluer. Le CE-SET sera de nouveau sollicité en 2026 dans le cadre des recommandations qui devront être formulées à l'issue des différentes études mises en place sur le site industriel de Lacq (notamment l'étude de morbidité et l'étude participative de santé). Les membres du CE-SET ayant participé à la relecture du protocole sont : Philippe Glorennec, Marcel Calvez, Maria Ruiz Castell, Christophe Demattei, Christine Barul, Francelyne Marano, Francesca Mancini, Fabrice Leray, Radu Duca et Jean Simos.

Sommaire

1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE	7
1.1. Présentation du bassin industriel.....	7
1.2. Historique de la surveillance sanitaire et environnementale sur le bassin de Lacq	7
2. OBJECTIFS.....	11
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	12
3.1. Schéma d'étude	12
3.2. Zone et période d'étude.....	12
3.2.1 Zone d'étude.....	12
3.2.2. Période d'étude.....	13
3.3. Population d'étude.....	14
3.4. Les données.....	14
3.4.1. Indicateurs de morbidité	14
3.4.2. Données sociodémographiques	21
3.4.3. Facteurs potentiels de confusion	21
3.5. Analyses statistiques.....	23
3.5.1. Analyse descriptive	23
3.5.2. Analyse de corrélation écologique spatiale.....	23
3.6. Aspects réglementaires	24
4. RÉSULTATS	25
4.1. Description de la population d'étude.....	25
4.2. Maladies cardio-vasculaires	27
4.3. Maladies respiratoires non cancéreuses (asthme et BPCO).....	28
4.4. Morbidité périnatale et troubles de la sphère autistique	29
4.5. Diabète.....	30
4.6. Pathologies thyroïdiennes	31
4.7. Cancers de l'enfant	32
4.8. Synthèse des principaux résultats	33
5. DISCUSSION - CONCLUSION.....	34
6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	37
7. ANNEXES	41

1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

1.1. Présentation du bassin industriel

Le bassin industriel de Lacq se situe au nord-ouest de Pau dans le département des Pyrénées-Atlantiques. Il s'est développé à la fin des années 1950 après la découverte du plus grand gisement de gaz naturel en France et rassemble depuis soixante ans de nombreuses activités chimiques et pétrochimiques ainsi que des activités cosmétiques et pharmaceutiques depuis le début des années 1980. Il se compose de quatre plateformes industrielles, situées sur les communes de Mont (fabrication de matières plastiques), Lacq (chimie du soufre), Mourenx (chimie fine) et Pardies (valorisation des produits et sous-produits du gaz naturel et de la chimie). En 2023, la zone industrielle de Lacq comportait environ 200 entreprises, dont une cinquantaine d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et parmi elles 14 classées « Seveso seuil haut » et 7 « Seveso seuil bas »¹.

1.2. Historique de la surveillance sanitaire et environnementale sur le bassin de Lacq

Dans le cadre du premier Plan Régional de la Qualité de l'Air en Aquitaine commencé à la fin des années quatre-vingt-dix, le bassin industriel de Lacq a fait l'objet d'une étude épidémiologique en 2001, sous la forme d'une étude exploratoire fondée sur des comparaisons géographiques de la mortalité, menée par le laboratoire santé, travail, environnement de l'Université de Bordeaux [1]. Cette étude écologique géographique, portant sur la période de 1968 à 1998, a mis en évidence une surmortalité dans la zone à proximité du complexe industriel vis-à-vis de zones témoins plus distantes, chez les personnes âgées de moins de 65 ans pour toutes causes confondues et par cancers. Les auteurs précisait que ces résultats « *ne permettent toutefois pas de conclure en termes de causalité par rapport aux émissions de polluants. Ils constituent une hypothèse que sous-tendent des arguments toxicologiques et épidémiologiques. Ils évoquent l'hypothèse d'un possible impact de l'activité industrielle développée dans la zone de Lacq sur la population résidant à proximité du site. Cependant pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, des travaux ou études complémentaires seraient nécessaires.* »

Cette première analyse épidémiologique a été complétée, en 2003, par une évaluation des risques sanitaires de zone (ERS-Z)² réalisée par le bureau d'études Burgeap, dont l'objectif était de quantifier l'impact sanitaire des rejets atmosphériques des installations industrielles présentes dans le bassin de Lacq sans tenir compte des activités connexes [2]. Seuls les polluants primaires ont été considérés. Le trafic routier, les émissions du secteur tertiaire ainsi que les émissions urbaines à l'origine d'émissions de particules de NOx, de benzène n'ont pas été retenus, selon la méthodologie des ERS suivie par Burgeap. Cette évaluation, dont l'objectif était d'identifier et de hiérarchiser les risques relatifs aux émissions polluantes, a permis de recenser 250 sources ponctuelles d'émission rejetant 140 substances différentes, dont 5 pour lesquelles le niveau de risque modélisé s'avérait « préoccupant » au regard de la grille d'interprétation proposée par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) [3] (dépassement de la valeur repère ou proche de la valeur repère³ avec des

¹ La directive 2012/18/UE du 4 juillet 2012 dite directive SEVESO 3 relative aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, définit deux types d'installations : celles classées Seveso seuil bas (site où la quantité de substances dangereuses susceptible d'être présente dépasse un premier seuil réglementaire) et celles classées Seveso seuil haut (site où la quantité de substances dangereuses susceptible d'être présente dépasse un deuxième seuil, plus élevé). L'objectif principal de cette réglementation est de limiter les risques d'accidents majeurs pour la population, l'environnement et les travailleurs, en imposant des mesures adaptées selon le niveau de dangerosité du site.

² Une évaluation des risques sanitaires de zone, est une démarche qui consiste à identifier, analyser et quantifier les risques pour la santé des populations exposées à divers polluants ou agents dangereux sur une zone géographique. Elle prend en compte l'ensemble des sources de pollution (ici industrielles) afin de hiérarchiser les substances, leurs sources, et les voies d'exposition.

³ Une valeur repère est un seuil quantitatif fixé pour interpréter le danger d'une exposition à une substance sur la santé humaine. Elle sert de référence lors de l'analyse des résultats pour juger si un risque est « acceptable », « préoccupant », ou « inacceptable » selon qu'il est inférieur ou supérieur à cette valeur.

incertitudes) : le dioxyde de soufre, l'oxyde d'éthylène, le benzène, l'acétaldéhyde et le dichlorométhane [2]. La publication des résultats finalisés en 2007 a été accompagnée d'un plan de gestion des émissions. La mise à jour de l'ERS-Z en 2016 a fait état d'une forte réduction du flux d'émission des substances préoccupantes identifiées en 2003, mais observait une augmentation des émissions de benzène [4]. De nouvelles substances potentiellement délétères pour la santé humaine ont également été caractérisées : l'acroléine, le cyanure d'hydrogène, le tétrachlorométhane et l'acrylonitrile. Les conclusions des évaluations de 2007 et 2016 sont présentées en annexe 1.

En avril 2015, la Cour des comptes a rendu public un référé sur la gestion publique de la mutation industrielle du bassin de Lacq dans lequel était émise notamment une recommandation de « *mieux encadrer la sécurité sanitaire des sites industriels dont les activités exposent les populations et les travailleurs à des pollutions anciennes ou nouvellement identifiées* ». Par la suite, diverses associations et élus ont également fait part au Ministère en charge de la santé de leurs préoccupations sanitaires.

Fin juillet 2015, une étude exploratoire en population a été mise en place par Santé publique France en région Aquitaine pour répondre à une sollicitation de l'Agence régionale de la santé (ARS) afin d'évaluer et caractériser les symptômes ressentis par des riverains de la plateforme industrielle de Lacq se plaignant d'odeurs inhabituelles. Les résultats de cette étude, portant sur 20 plaignants, ont montré qu'il s'agissait principalement de symptômes irritatifs affectant les sphères oto-rhino-laryngologiques (ORL), cutanée, ophtalmologique et respiratoire [5]. Outre cette vingtaine de signalements, plusieurs centaines de signalements d'odeurs et nuisances sont parvenues à la plateforme Odo gérée par l'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) Nouvelle-Aquitaine. Ces signalements, qui ont été cartographiés, sont majoritairement localisés dans les communes proches des plateformes industrielles du bassin de Lacq (annexe 2).

En octobre 2015, la Direction Générale de la Santé (DGS) a saisi Santé publique France en l'interrogeant sur l'opportunité et la faisabilité de réaliser une surveillance épidémiologique autour du bassin de Lacq (annexe 3). En réponse, Santé publique France a mis en place en 2016 une approche mixte quali-quantitative par le biais de différentes études :

- **Une analyse qualitative des attentes et du contexte local**, publiée en mai 2019, dont l'objectif était d'identifier les perceptions, les interrogations et attentes de différents acteurs locaux à l'égard des liens entre santé et environnement autour du site industriel [6]. Pour établir ce rapport, Santé publique France s'est appuyée sur une étude qualitative par entretiens semi-directifs menés par l'Institut français d'opinion publique (Ifop) auprès de différentes catégories de parties prenantes (administrations de l'État, élus locaux, acteurs industriels, salariés, professionnels de santé, associations locales, riverains).
- **Une étude géographique de mortalité à l'échelle de la commune**, publiée en novembre 2021 [7]. La stratégie d'analyse de l'étude, portant sur la période 1999-2014, a pris en compte les dernières évolutions industrielles et les données d'exposition issues des modélisations des rejets atmosphériques réalisées lors d'évaluations de risque sanitaire de zone. Ainsi, la zone d'étude (99 communes) a été découpée en trois zones selon un gradient d'exposition. Les analyses de mortalité toutes causes, tous cancers, cancers spécifiques, pathologies respiratoire et circulatoire, se sont appuyées sur un modèle multivarié à l'échelle de la commune de résidence prenant en compte d'éventuels facteurs de confusion (niveau socio-économique, ruralité, densité de population). Les conclusions étaient les suivantes : il n'était pas observé d'excès de risque de décès global dans la zone la plus exposée, ainsi que dans les autres zones, par rapport à la population de référence (région Aquitaine). Une sous-mortalité tous cancers significative était observée dans la zone la plus exposée (ICM= 0,81 ; IC95 % [0,72-0,93]). Des excès de risque de décès par pathologies non cancéreuses des appareils respiratoire et circulatoire étaient observés dans la zone d'exposition intermédiaire (respectivement ICM=1,21 ; IC95 % [1,04-1,42] et ICM= 1,14 IC95 % [1,04-1,25]), sans que le gradient d'exposition ne soit respecté. Ces résultats, utilisant des données agrégées à l'échelle de la commune, ont apporté des informations sur les associations statistiques à l'échelle de la commune et non au niveau de

l'individu. Malgré la prise en compte de plusieurs potentiels facteurs de confusion, les facteurs individuels n'ont pu être considérés. Les excès retrouvés au niveau de la zone intermédiaire soulèvent des hypothèses sur des différences entre zones d'exposition (expositions professionnelles, mobilité des résidents, recours aux soins, facteurs individuels tels que les consommations de tabac et d'alcool), qui pourront en partie être examinées dans l'enquête individuelle de santé par questionnaire (voir infra, étude participative de santé). Ces signaux sanitaires sont également explorés dans l'enquête écologique de morbidité.

- **Une étude géographique de morbidité à l'échelle communale comportant deux volets.**

Le premier volet, publié en novembre 2021, avait pour objectif d'évaluer la faisabilité d'une étude de morbidité au niveau des populations résidant sur le bassin industriel de Lacq et en particulier d'identifier les pathologies d'intérêt et les sources de données permettant leur étude [8].

Les pathologies d'intérêt à inclure dans l'étude de morbidité ont été identifiées à la suite de la réalisation :

- d'une revue de la littérature d'études de morbi-mortalité autour de sites industriels chimiques, pétrochimiques ou mixtes ;
- d'une analyse toxicologique des 9 substances d'intérêts identifiées lors des ERS-Z de 2007 et 2016.

Sur les 62 articles étudiés, 42 mettaient en évidence des associations significatives entre les pathologies et l'exposition à des émissions industrielles du même type que le bassin industriel de Lacq et 8 substances sur 9 présentaient des effets délétères sur la santé. Parmi celles-ci, deux étaient classées comme agents cancérigènes avérés (l'oxyde d'éthylène et le benzène), selon la classification du Centre international de recherche sur le cancer (Circ).

Le choix des pathologies a été priorisé à l'issue de l'étude qualitative des attentes et du contexte local et d'une étude mesurant la perception de sur-risque des différentes pathologies par les professionnels de santé locaux [8].

Pour chaque pathologie d'intérêt retenue, les indicateurs disponibles ont été identifiés ainsi que leur déclinaison spatio-temporelle et leurs limites (fiabilité, puissance nécessaire).

En conclusion de cette phase exploratoire, les pathologies respiratoires aiguës et chroniques chez l'adulte et l'enfant, dont l'asthme, pouvaient être étudiées à partir du système national des données de santé (SNDS) ainsi que certaines pathologies cardiovasculaires et le diabète traité (données d'hospitalisation, remboursements de médicaments, affections de longue durée (ALD)). La morbidité périnatale et certaines pathologies thyroïdiennes pouvaient être étudiées sous réserve d'effectifs suffisants. En l'absence actuelle de données spécifiques, certaines pathologies digestives ou du système nerveux ne pouvaient pas être retenues ainsi que les cancers de l'adulte en l'absence de registre couvrant la zone d'étude (les pathologies digestives et le cancer de l'adulte ont été cependant étudiés dans le cadre de l'étude de mortalité). Les cancers de l'enfant, pour lesquels un registre national est disponible, pouvaient être étudiés de manière descriptive seulement, en raison d'un faible nombre de cas attendus.

Le deuxième volet porte sur la réalisation de la partie analytique de l'étude de morbidité pour chacune des pathologies sélectionnées et fait l'objet de ce rapport.

- **Une étude participative de santé** a également débuté en 2021 pour caractériser la santé perçue de la population résidant dans le bassin de Lacq afin de décrire l'état de santé et la qualité de vie de ces populations et d'évaluer leur association avec l'exposition perçue aux activités industrielles. Cette étude par questionnaire individuel est complémentaire des études engagées sur le bassin de Lacq car elle prend en compte des aspects de la santé que la population riveraine ressent au quotidien (gênes, symptômes, incapacités, troubles psychologiques, etc.) qui ne sont pas nécessairement médicalisés ou consignés dans les systèmes d'information sanitaire, mais qui sont susceptibles d'altérer la qualité de vie et le bien-être du point de vue des intéressés eux-mêmes. Cette étude permettra également de documenter des paramètres individuels sur les déterminants de santé (alcool, tabac, poids-taille, niveau socio-économique, emploi, etc.) qui ne peuvent pas être pris en compte dans les études écologiques.

L'ensemble des études quantitatives et qualitatives menées sur la zone industrielle de Lacq permettra d'apporter une description épidémiologique globale de l'état de santé des populations et de mettre en place le cas échéant des mesures de gestion pour limiter les expositions ou une surveillance sanitaire spécifique.

Dans le cadre de la saisine de 2015, la DGS avait également interrogé Santé publique France sur l'opportunité d'associer la médecine du travail pour compléter la surveillance épidémiologique et soulevait de ce fait la question de la santé des travailleurs du site industriel. Dans sa réponse, Santé publique France avait explicité les éléments suivants : *« la problématique de santé publique soulevée dans le contexte de Lacq, les disparités entre la population générale et la population active (structure démographique, sélection et suivi médical des travailleurs) et les différences entre expositions environnementales et professionnelles (en nature, intensité, fréquence et durée) font qu'il n'est pas opportun, au plan méthodologique, d'associer la médecine du travail pour assurer une surveillance épidémiologique portant sur la santé des populations riveraines du bassin de Lacq. Il pourrait s'avérer cependant utile, pour les besoins des études à mener, de recueillir des informations auprès des médecins du travail des entreprises de la zone industrielle »*. De fait, les médecins du travail ont bien été interrogés dans le cadre de l'étude de contexte locale [6]. En résumé, les médecins interrogés rapportaient percevoir un excès de pathologies variées, respiratoires, digestives, hématologiques, thyroïdiennes avec des niveaux de gravité différents, allant de la rhinite allergique aux cancers. Les syndicats et les médecins du travail percevaient un excès de tumeurs solides et de leucémies chez les salariés du bassin industriel et rapportaient également une sous-déclaration de pathologies par les salariés, craignant de perdre leur emploi.

Pour mener à bien le volet analytique de l'étude de morbidité, l'équipe projet s'est appuyée sur :

- Un comité d'appui thématique (CAT), chargé de conseiller l'équipe projet interne dans l'élaboration du protocole d'étude et d'apporter un avis scientifique extérieur à Santé publique France ;
- Un comité d'interface, commun aux différentes études épidémiologiques menées autour du bassin industriel de Lacq. Celui-ci avait pour objectif d'échanger sur les avancées des différents travaux, d'assurer la communication entre les parties prenantes et la préparation à la communication externe. Ce comité d'interface, composé des membres de l'administration, des collectivités territoriales, de riverains et associations, des salariés, des exploitants et des personnes qualifiées, a été confié au bureau de la commission de suivi de site (CSS) ; dont la présidence est assurée par un élu local et le secrétariat par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) de Nouvelle-Aquitaine
- Un comité d'experts en santé-environnementale et travail (CE SET) animé par Santé publique France, composé de scientifiques externes à Santé publique France, chargé d'apporter des recommandations méthodologiques dans l'élaboration du protocole d'étude.

2. OBJECTIFS

L'étude écologique de morbidité a pour objectif d'évaluer, selon un gradient d'exposition, l'incidence ou la prévalence des pathologies possiblement associées à des expositions industrielles chez les populations riveraines du bassin industriel de Lacq.

Il s'agit de décrire dans chaque zone d'exposition la morbidité pour :

- les pathologies respiratoires chez l'adulte et l'enfant (hors cancers) ;
- les pathologies cardio-neuro-vasculaires chez l'adulte (hors cancers) ;
- le diabète traité chez l'adulte et l'enfant ;
- les hyperthyroïdies et les hypothyroïdies de l'adulte et de l'enfant ;
- la morbidité périnatale et les troubles de la sphère autistique (TSA) ;
- les cancers pédiatriques.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. Schéma d'étude

L'étude mise en place est une étude écologique géographique⁴ à l'échelle de la commune de type exposé / non exposé.

3.2. Zone et période d'étude

3.2.1 Zone d'étude

La zone d'étude comprend 99 communes situées autour des quatre plateformes du bassin industriel, réparties en trois zones concentriques suivant un gradient décroissant d'exposition (Figure 1).

Dans un souci de cohérence du faisceau d'études commencées depuis 2016 autour du bassin industriel de Lacq, le zonage utilisé pour la présente étude correspond à celui établi dans l'étude écologique de mortalité qui a classé les 99 communes autour du bassin industriel de Lacq en trois zones qui suivent un gradient d'exposition [7]. Lors de la réalisation de l'étude de mortalité sur la période 1968-2014, une révision du zonage précédemment établi par l'Université de Bordeaux en 2001 [1] avait été effectuée afin de prendre en compte les modifications d'implantation et de procédés qui ont eu lieu depuis lors (localisation et hauteur des cheminées, nature des polluants émis, etc.) ainsi que les résultats des modélisations de dispersion atmosphérique réalisées à l'occasion de l'ERS-Z publiée en 2007. Tout en préservant l'idée de disposer de trois zones d'exposition permettant l'analyse de tendance spatiale, ces réflexions ont conduit à redéfinir les zones d'exposition utilisées dans l'étude de l'Université de Bordeaux. Un classement des communes a été effectué selon trois critères, en gardant comme échelle d'évaluation les trois classes d'équivalence de niveaux d'exposition A-B-C :

1. Le « dire d'expert » (Direction santé-environnement de l'ARS Nouvelle-Aquitaine, Dreal Nouvelle-Aquitaine, Santé publique France en région Nouvelle-Aquitaine et Atmo Nouvelle-Aquitaine) sur la connaissance du milieu, des émissions et des populations ;
2. Les calculs d'indice de risque issus de l'ERS-Z de 2007 (estimation des excès de risques individuels : ERI Moyen $> 10^{-5}$, compris entre 10^{-5} et 10^{-6} , $< 10^{-6}$) ;
3. Les travaux du groupe d'expertise de Santé publique France à partir d'une estimation moyenne des concentrations dans l'air de 59 molécules issues de l'ERS-Z de 2007 (moyennement et fortement exposée : concentrations modélisées de 10 à 100 fois supérieures aux communes peu exposées) et la modélisation de la dispersion atmosphérique d'un polluant traceur de pollution industriel tel que le SO_2 ($[\text{SO}_2] > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comprise entre 2 et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou le benzène ($[\text{Benzène}] > 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La définition des zones d'exposition s'appuie donc sur des calculs de risque chronique à long terme issus de l'ERS-Z mais également sur la modélisation de dispersion du SO_2 . Ce travail de définition des zones d'exposition est commun à l'ensemble des études épidémiologiques conduites sur le bassin industriel de Lacq par Santé publique France depuis 2016.

Chaque commune a été classée selon l'évaluation de critère la plus défavorable. Le classement en trois zones A, B et C a été défini comme suit (annexe 4) :

Zone A : communes de résidence les plus exposées.

Ont été classées en zone A, toutes les communes classées parmi les plus exposées par au moins l'un des trois critères (12 communes).

⁴ Une étude écologique géographique analyse les relations entre la répartition géographique d'une maladie et celle de facteurs de risque, en comparant des groupes de population plutôt que des individus. Elle permet de mettre en relation un niveau moyen d'exposition environnementale et une fréquence de maladie à l'échelle de zones géographiques, grâce à des données agrégées.

Zone B : communes de résidence d'exposition intermédiaire.

Ont été classées dans cette zone toutes les communes non classées parmi les plus exposées (zone A) et pour lesquelles au moins un des critères donnait une estimation de l'exposition comme « moyennement exposée » (45 communes).

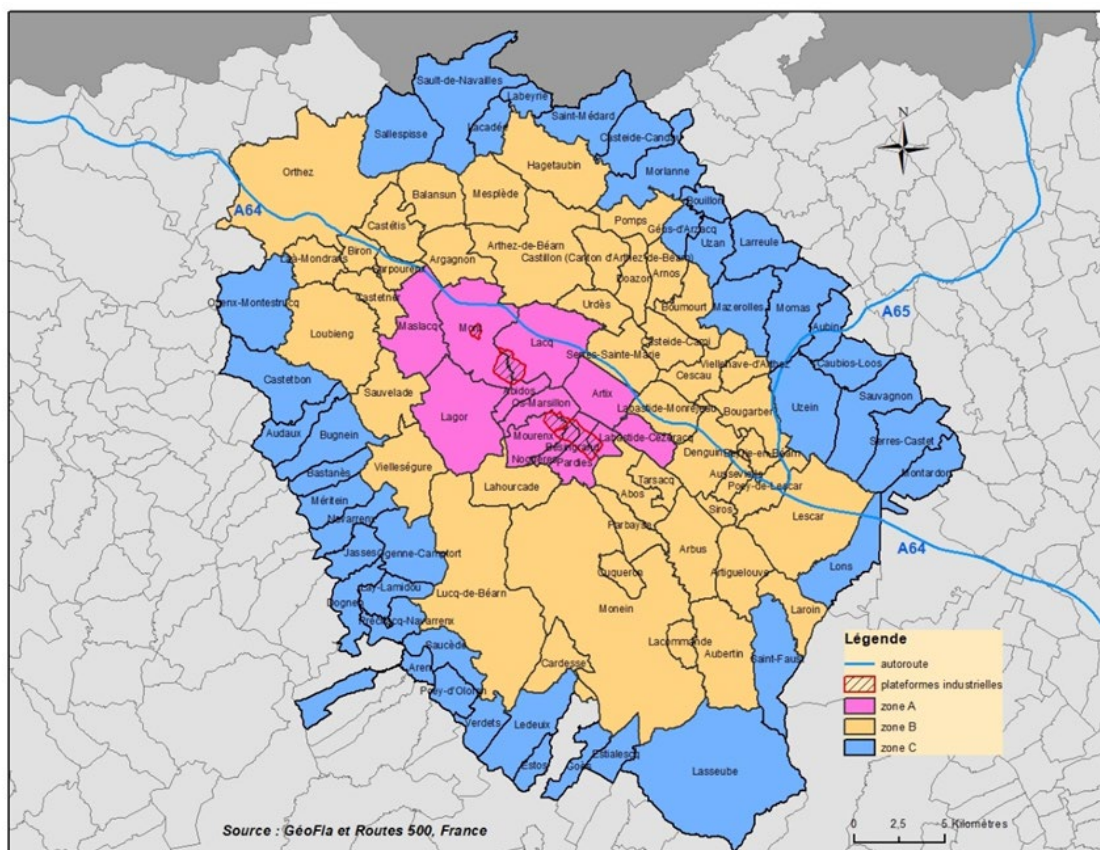
Zone C : communes peu ou pas exposées aux activités industrielles du bassin de Lacq.

Ont été classées en zone C, toutes les communes qui sont considérées peu ou pas exposées par chacun des critères (42 communes).

Il est à noter que, compte tenu de sa situation géographique, la commune d'Orthez, précédemment exclue du périmètre d'étude défini en 2001 par l'Université de Bordeaux (en raison notamment de son caractère urbain), a été incluse dans la zone d'étude révisée (le statut rural/urbain des communes pouvant être pris en compte dans les études géographiques de morbi-mortalité conduites par Santé publique France). Sur la base des résultats de l'ERS-Z conduite en 2007, la commune d'Orthez a été classée en zone B.

De plus, fondée sur l'évaluation de l'exposition aux nuisances et pollutions industrielles, tenant compte notamment du relief et des vents, la zone d'étude est étirée vers le nord-ouest et le sud-est (Figure 1, annexe 5).

Figure 1. Définition des trois zones d'exposition autour du bassin industriel de Lacq, 2019



3.2.2. Période d'étude

Celle-ci est liée à l'historique du site industriel dont l'activité a débuté dans les années cinquante mais est principalement guidée par la disponibilité des données à l'échelon communal.

La période d'étude porte donc globalement sur les 14 dernières années (2010-2023), les données disponibles pour les années antérieures n'étant pas exploitables de manière fiable.

À noter cependant que la période d'étude varie selon les indicateurs disponibles dans le SNDS et qui ont été validés sur les périodes décrites. Les périodes utilisées sont précisées pour chaque indicateur dans le paragraphe portant sur les données (§ 3.4.1).

Pour les données issues des registres nationaux des cancers de l'enfant, où un faible nombre de cas est attendu, l'ensemble de l'historique des données disponibles a été analysé, à savoir : 1990-2020 pour les hémopathies malignes et 2000-2020 pour les tumeurs solides.

3.3. Population d'étude

La population d'étude se répartit sur 99 communes autour du bassin industriel de Lacq, soit près de 105 000 habitants d'après le recensement de 2015, année centrale de la période d'étude.

Le nombre de personnes-année a été calculé pour chaque zone d'exposition en fonction de la période d'analyse disponible des différents indicateurs sanitaires d'intérêt à partir des données de recensements annuels de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee).

3.4. Les données

3.4.1. Indicateurs de morbidité

Comme cela a été étudié dans le premier volet de l'étude de morbidité portant sur la faisabilité, les pathologies d'intérêt ont tout d'abord été identifiées à partir de quatre sources de données [8] :

- une revue bibliographique des études menées autour des bassins industriels ;
- l'étude de zone menée autour de la ZI de Lacq ;
- une enquête auprès des professionnels de santé ;
- l'étude qualitative d'analyse du contexte local de Lacq.

Néanmoins, les deux dernières sources étant basées sur des données déclaratives, les principales pathologies d'intérêt à retenir dans les analyses sont issues des deux premières sources (les critères minimaux d'inclusion sont les suivants : au moins un article de la revue bibliographique établissant un lien avec la pathologie d'intérêt et une exposition à un site industriel et/ou au moins une substance avec un effet avéré de la revue toxicologique sur la pathologie d'intérêt) ; elles ont été priorisées en fonction des préoccupations locales.

En regard des pathologies d'intérêt précédemment identifiées, les indicateurs sanitaires disponibles ont été recherchés à partir de différentes sources de données (SNDS, registres, Oscour®), évalués et décrits (type, source, stratification disponible, limite et fiabilité).

Dans le cadre de cette étude, seul l'indicateur portant sur les cancers pédiatriques se basera sur les données issues du registre des cancers de l'enfant. Les autres indicateurs sont issus du SNDS qui rassemble des données pour l'ensemble des personnes résidant en France depuis plus de trois mois et affiliées à un régime de l'Assurance maladie (plus de 99 % de la population) depuis 2006. Les principales données, disponibles par âge, sexe et commune de résidence sont les suivantes :

- Remboursements des soins réalisés en ville (Datamart de consommation interrégimes (DCIR)) dont la délivrance de médicaments codés selon la classification Anatomique, Thérapeutique et Chimique (ATC) ;
- Les données hospitalières du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) des établissements publics et privés avec tous les séjours hospitaliers comprenant entre autres les diagnostics (principaux, reliés et associés) des pathologies codées selon la 10^e révision de la classification internationale des maladies (CIM-10) ;
- Les prises en charge à 100 % de tous les soins réalisés pour une ALD codées selon la CIM-10 ;
- Les causes médicales de décès codées selon la CIM-10.

Dans le cadre d'un groupe de travail transversal à Santé publique France sur l'utilisation d'indicateurs sanitaires issus du SNDS dans le cadre d'étude de morbidité autour de sites et sols pollués, des échanges ont eu lieu entre différentes directions de l'Agence (Directions Santé environnement travail, Régions, Maladies non transmissibles et traumatismes) afin de statuer sur la possibilité d'utiliser des algorithmes pertinents et adaptés à cette problématique.

Les algorithmes ou indicateurs présentés ci-dessous sont donc basés sur un consensus, certains présentant des limites dont il sera tenu compte dans l'interprétation des résultats. Quels que soient les types d'indicateurs étudiés, les facteurs individuels tels que les habitudes de vie ou la profession peuvent influencer la survenue de certaines pathologies et ne peuvent être pris en compte dans le cadre de ce type d'étude.

- **Maladies cardio-neuro-vasculaires non cancéreuses**

D'après les revues bibliographique et toxicologique, les pathologies cardio-vasculaires ont été identifiées comme des pathologies d'intérêt à étudier en priorité dans le contexte du bassin industriel de Lacq [8].

Pour ces pathologies, les indicateurs issus du SNDS sont pour la majorité d'entre eux de bonne qualité et ont déjà été exploités par Santé publique France [9, 10]. Ils recouvrent des pathologies relativement fréquentes, présentées dans le tableau 1, permettant de limiter les problèmes de puissance statistique.

Pour les patients hospitalisés, les algorithmes d'identification des cas sont construits à partir des diagnostics principaux (DP) ou reliés (DR), du résumé d'unité médicale (RUM) ou du séjour hospitalier. L'utilisation de taux d'incidence annuel, pour ce type d'étude et d'indicateurs a été privilégiée.

Il est difficile d'estimer l'incidence de l'HTA qui est une maladie qui peut être longtemps asymptomatique et non diagnostiquée ou traitée. Cependant on peut estimer la prévalence de l'HTA traitée grâce aux délivrances de traitements antihypertenseurs qui vont être délivrés régulièrement et sur le long cours (un cas prévalent correspondant à plusieurs remboursements dans l'année).

Tableau 1. Description des indicateurs des maladies cardio-neuro-vasculaires issus du SNDS, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Patients adultes (≥ 15 ans) hospitalisés pour toutes maladies cardio-neuro-vasculaires (hors HTA)	SNDS PMSI	Incidence annuelle (CIM 10 : I00-I99)	2013-2022	Ensemble hétérogène, bon reflet de l'incidence des maladies cardio-neuro-vasculaires
Patients adultes (≥15 ans) hospitalisés pour AVC <i>(AIT non retenu car changement de définition clinique sur la période, problème de codage)</i>	SNDS PMSI	Incidence annuelle (CIM 10 : I60-I64)	2013-2022	Bon reflet de l'incidence car hospitalisation systématique en cas d'AVC (hors décès sans hospitalisation)
Patients adultes (≥15 ans) hospitalisés pour SCA	SNDS PMSI	Incidence annuelle (CIM 10 : I20.0, I21-I24)	2013-2022	Bon reflet de l'incidence car hospitalisation systématique (hors décès sans hospitalisation)
Patients adultes (≥ 15 ans) hospitalisés pour IC	SNDS PMSI	Incidence annuelle * (CIM 10 : I50, I110, I130, I139, J132, J81, K761)	2013-2022	Bon reflet de l'incidence, des décompensations d'IC. IC chronique stable (non hospitalisé) non identifié par l'algorithme.
Patients adultes (≥ 15 ans) hospitalisés pour MVTE	SNDS PMSI	Incidence annuelle (CIM 10 : I26, I80-I82, O222-223, O870-871, O882)	2013-2022	Sous-estimation des cas non hospitalisés (une partie des thromboses veineuses profondes)
Adultes traités pour HTA (≥ 15 ans)	SNDS-DCIR	Prévalence annuelle Au moins 3 délivrances traitement antihypertenseur (classes ATC : C02, C03, C07-C09)	2013-2022	Prévalence de l'HTA non traitée et non connue non prise en compte. Faible proportion des personnes traitées par hypertenseurs pour autre indication que l'HTA.

AVC : accident vasculaire cérébral - AIT : accident ischémique transitoire - SCA : syndrome coronaire aigu – IC : insuffisance cardiaque – MVTE : maladie veineuse thromboembolique - Classe ATC : anatomique, thérapeutique et chimique

* Diagnostic principal (DP) ou relié (DR) =: I50, I110, I130, I132 ou J81 Et DP ou DR = J81, I139, K761 si dans le même séjour le Diagnostic associé (DA) =I50, I110, I130, I132.

- **Maladies respiratoires non cancéreuses**

D'après les revues bibliographique et toxicologique, et comme rapporté par les professionnels de santé localement, les pathologies respiratoires aiguës et chroniques ont été identifiées comme des pathologies d'intérêt, à étudier en priorité dans le contexte du bassin industriel de Lacq [8]. Les pathologies respiratoires d'intérêt dans le contexte de cette étude sont principalement l'asthme et la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), les cancers broncho-pulmonaires ayant déjà été étudiés dans le cadre de l'étude de mortalité. Il s'agit ici de se focaliser sur l'asthme et la BPCO et de ne pas utiliser un algorithme trop global « toutes maladies respiratoires » qui inclurait des pathologies infectieuses. L'indicateur retenu porte sur les données de remboursements avec au moins 3 délivrances annuelles (critère retenu dans d'autres études menées sur l'asthme à Santé publique France) (tableau 2).

Afin de mieux identifier les cas d'asthme, une analyse porte plus spécifiquement sur les moins de 40 ans, cette population ayant peu de risque d'être atteint de BPCO.

Tableau 2. Description des indicateurs pour morbidité respiratoire chronique et asthme chez les moins de 40 ans issus du SNDS, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Patients traités par des médicaments pour syndromes obstructifs des voies aériennes (classe ATC* R03) tous âges et chez les moins de 40 ans.	SNDS – DCIR	Prévalence Patients ayant eu ≥3 délivrances dans l'année	2010-2021	Médicaments non spécifiques de l'asthme/BPCO mais spécificité améliorée en augmentant le nombre de délivrances annuelles. Stratification sur l'âge (BPCO rare avant 40 ans). Prévalence du traitement influencée par les pratiques médicales et la compliance du patient au traitement.

- **Morbidité périnatale et trouble de la sphère autistique**

D'après la revue bibliographique, la morbidité périnatale a été identifiée comme pertinente à étudier en priorité dans le contexte du bassin industriel de Lacq. Les études identifiaient plus particulièrement des excès de risque de naissance prématurée, de faible poids de naissance, de malformations congénitales ou de mortinatalité [8]. L'utilisation d'un algorithme global de morbidité périnatale permettant de potentiellement s'affranchir d'un faible nombre de cas n'a pu être développé (dénominateurs différents : accouchements ou grossesses ou enfants morts/vivants). De ce fait les algorithmes seront étudiés individuellement (petits poids de naissance, prématurité, morbidité périnatale) (tableau 3). Dans le volet faisabilité de l'étude de morbidité, il avait été envisagé d'exploiter le fichier national de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) portant sur les premiers certificats de santé des 8 jours après la naissance (CS8) et de certaines données d'affections périnatales. Une des limites identifiées de cette base nationale est l'existence d'une hétérogénéité départementale du taux de recueil de ces certificats. Ainsi, dans le rapport de la Drees portant sur les données de 2017, le taux de couverture des CS8 par rapport au nombre de naissances dans les Pyrénées-Atlantiques est particulièrement faible (< 53 %) et ne permet donc pas d'exploiter ces données [11].

En raison d'une situation spécifique sur le site industriel de Lacq liée à l'identification, en 2018, de rejets de valproate de sodium de la part d'une usine produisant de la Dépakine®, les données portant sur les troubles du spectre autistique (TSA) ont été également évaluées chez les moins de 20 ans (tableau 4). En l'absence d'un registre dans le département, une estimation à partir des données du SNDS a pu être réalisée à une échelle infradépartementale.

Tableau 3. Description des indicateurs de morbidité périnatale issus du SNDS, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Hospitalisation pour prématurité (< 37 semaines, vivants ou morts)	SNDS-PMSI	Incidence. Dénominateur : naissances totales. Estimation à partir des séjours des mères	2013-2022	Bonne fiabilité Possible problème d'identification du code géographique pour les communes rurales
Hospitalisation pour petit poids de naissance (nouveau-nés vivants ou morts) pour l'âge gestationnel	SNDS-PMSI	Incidence. Calculée selon courbes prenant en compte, l'âge gestationnel, le sexe et le poids à la naissance	2013-2022	Bonne fiabilité Possible problème d'identification du code géographique pour les communes rurales
Hospitalisation pour mortinatalité périnatale (décès induits, spontanés à J6)	SNDS-PMSI	Incidence. À partir des données de la mère (CIM 10 : Z3710, Z3730, Z3760, Z3740, Z3770, Z3711, Z3731, Z3761, Z3741, Z3771) et sur séjours des nouveau-nés	2013-2022	Bonne fiabilité Faible nombre de cas Possible problème d'identification du code géographique pour les communes rurales

Tableau 4. Description de l'indicateur trouble de la sphère autistique (moins de 20 ans) issus du SNDS, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Troubles de la sphère autistique moins de 20 ans	SNDS- ALD-PMSI MCO et RIM-P	Prévalence annuelle Au moins une hospitalisation MCO* ou RIM-P** (CIM 10 : F84) ou un acte en ambulatoire en RIM-P (F84) ou ALD active (F84)	2011-2023	Diagnostic de l'autisme en moyenne à 7 ans. Possible sous-estimation avant 7 ans

* MCO : Médecine-Chirurgie-Obstétrique - ** RIM-P : Recueil d'informations médicalisé pour la psychiatrie

- **Diabète**

D'après la revue bibliographique, le diabète et les autres pathologies endocriniennes ont peu ou pas été étudiés dans le cadre d'expositions industrielles. Ces pathologies ressortaient néanmoins dans la revue toxicologique et dans l'enquête menée localement auprès des professionnels de santé [8].

Pour cette pathologie, deux indicateurs issus du SNDS sont disponibles : le taux de diabète traité de l'enfant et de l'adulte (tous types de diabète) et le diabète de type 1 chez les moins de 15 ans (tableau 5). Il s'agit d'indicateurs de bonne qualité qui ont déjà été exploités par Santé publique France [12, 13]. Il existe une prévalence et un taux d'incidence annuel (pas de traitement au cours des deux années précédentes). Dans cette étude, la prévalence est privilégiée car elle permet de disposer d'une meilleure puissance statistique.

Tableau 5. Description des indicateurs de diabète issus du SNDS, étude de morbidité du bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Diabète traité (tous âges)	SNDS-DCIR	Prévalence. Remboursement pour un médicament antidiabétique (classe A0 de l'ATC) à au moins 3 dates différentes sur une année ou 2 dates si grand conditionnement	2010-2021	Tous types de diabète Bonne fiabilité (spécificité, sensibilité) Diabète non traité non pris en compte
Diabète traité type 1 (enfant < 15 ans)	SNDS-DCIR	Prévalence stable	2010-2017	Faible nombre de cas. Bonne fiabilité au niveau départemental et infra départemental

- **Pathologies thyroïdiennes**

D'après la revue bibliographique, les pathologies thyroïdiennes (hors cancer) ont peu ou pas été étudiées dans le cadre d'expositions industrielles. Ces pathologies ressortaient néanmoins dans la revue toxicologique et dans l'enquête menée localement auprès des professionnels de santé [8]. Seuls des algorithmes portant sur les hyperthyroïdies et les hypothyroïdies ont été développés par Santé publique France et pourront être analysés indépendamment dans cette étude (tableau 6).

Tableau 6. Description des indicateurs des pathologies thyroïdiennes issus du SNDS, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Algorithme	Historique	Forces et limites
Patients traités ou hospitalisés pour hyperthyroïdie (tous âges)	SNDS-DCIR/PMSI	Prévalence à partir des hospitalisations (code CIM-10 : E05) et actes (thyroïdectomie, traitement iode 131) et/ou au moins 3 remboursements d'un traitement antithyroïdien sur une année (code ATC : H03B)	2013-2023	Bonne spécificité de l'indicateur, stable au cours des années
Patients traités pour hypothyroïdie (tous âges)	SNDS-DCIR/PMSI	Prévalence avec au moins 3 remboursements pour prescription d'hormone thyroïdienne (code ATC : H03AA)	2014-2023	Moindre spécificité de l'indicateur en raison de possibles prescriptions de lévothyroxine en l'absence de signes d'hypothyroïdie.

- **Cancers de l'enfant**

Si aucun cluster de cancers pédiatriques n'a été porté à la connaissance des autorités sanitaires sur le bassin de Lacq jusqu'à ce jour, les professionnels de santé localement ont fait part de leur questionnement quant à l'incidence des cancers d'une manière générale [8]. En raison des attentes locales, des données de la littérature et de l'existence de données fiables à l'échelon infra-départemental, les données de cancers de l'enfant (registre national des hémopathies malignes de l'enfant RNHE et registre national des tumeurs solides de l'enfant RNTSE) ont été analysées à titre descriptif compte tenu du faible nombre de cas attendus (tableau 7).

Tableau 7. Description des indicateurs de cancers de l'enfant de moins de 15 ans issus des registres des cancers pédiatriques, étude de morbidité bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Source	Historique	Limites
Nombre de cas observés d'hémopathies malignes (incidence)	Registre national des cancers de l'enfant (RNHE)	1990-2020	Faible nombre de cas
Nombre de cas observés de tumeurs solides (incidence)	Registre national des cancers de l'enfant (RNTSE)	2000-2020	Faible nombre de cas
Nombre de cas observés tous cancers (incidence)	RNHE et RNTSE	2000-2020	Faible nombre de cas

3.4.2. Données sociodémographiques

Les données sociodémographiques des personnes résidant dans les communes incluses dans la zone d'étude ont été utilisées afin d'obtenir des dénominateurs pour le calcul des taux d'incidence et/ou de la prévalence, et de les standardiser sur l'âge et le sexe. Elles sont issues des recensements menés par l'Insee de 2010 à 2022.

Le nombre de personnes-année sur cette période par sexe et par tranche d'âge quinquennale a été calculé pour les communes de la zone d'étude et pour la population de référence (Aquitaine).

3.4.3. Facteurs potentiels de confusion

Un certain nombre de facteurs autres que l'exposition aux polluants du site peuvent être associés à la maladie (ou au recours aux soins) d'une part et à l'exposition d'autre part et ainsi générer des biais de confusion dans l'analyse. Plusieurs facteurs de confusion à prendre en compte dans les analyses ont été identifiés :

- **Le facteur de défavorisation sociale de la commune (FDep).** L'association entre désavantage social, mesuré au travers d'indices agrégés, et mortalité a été plusieurs fois démontrée [14]. Le FDep est un indicateur spatial de disparité économique élaboré par l'Inserm qui est adapté au contexte français [15]. Disponible à l'échelle de la commune, il prend en compte à partir des données collectées par l'Insee : le revenu médian par ménage, le pourcentage de bacheliers chez les plus de 15 ans, le pourcentage d'ouvriers dans la population active et le taux de chômage. Plusieurs années sont disponibles : 2008, 2009, 2013 et 2015. Le FDep de l'année 2015 a été retenu pour les analyses car il s'agit des données les plus récentes sur la période d'étude
- **Le statut rural ou urbain de la commune** peut également être associé à la mortalité ou la morbidité [14]. Cet indicateur se base sur la nouvelle classification établie en 2017 par l'Insee qui se répartit en 6 modalités (rural autonome très peu dense, rural autonome peu dense, rural sous faible influence d'un pôle, rural sous forte influence d'un pôle, urbain densité intermédiaire, urbain dense). Il est construit à partir de données démographiques, sociales, économiques et physiques, dont certaines peuvent être communes avec celles utilisées pour le Fdep. La colinéarité entre l'indicateur de ruralité et de Fdep sera vérifiée pour leur utilisation simultanée dans le modèle. Dans le cas d'une colinéarité, l'indicateur de densité moyenne de population pourra être utilisé à la place de l'indicateur de ruralité.
- **La densité moyenne de population communale** qui permettra notamment de prendre en compte les facteurs de confusion tels que ceux liés à l'offre de soins. La moyenne des données des années 2014 et 2020 sera utilisée (dernières données annuelles disponibles). Cet indicateur ne sera utilisé que si le statut urbain/rural de la commune ne peut être utilisé.
- **L'indicateur d'accessibilité potentielle localisée (APL)** par commune a été développé par la Drees et l'Institut de recherche et de documentation en économie de la santé (Irdes) pour mesurer l'adéquation spatiale entre l'offre et la demande de soins de premier recours à un échelon géographique fin [16]. Il vise à améliorer les indicateurs usuels d'accessibilité aux soins (distance d'accès, densité par bassin de vie ou département...). Il mobilise pour cela les données du Système national d'information inter-régimes de l'assurance maladie (SNIIRAM) ainsi que les données de population de l'Insee. L'APL est un indicateur local, disponible au niveau de chaque commune, qui tient compte de l'offre et de la demande de soins issues des communes environnantes. Calculé à l'échelle communale, l'APL met en évidence des disparités d'offres de soins qu'un indicateur usuel de densité, calculé sur des mailles beaucoup plus larges (bassins de vie, départements...), aura tendance à masquer. L'APL tient également compte du niveau d'activité des professionnels de santé en exercice ainsi que de la structure par âge de la population de chaque commune qui influence les besoins en soins. La méthode de calcul de l'APL a été refondue en 2015, dans une logique d'utilisation opérationnelle de l'indicateur pour la construction de zonages des professionnels de santé. Il est disponible pour toutes les années de 2015 à 2022. L'APL médecins généralistes sera utilisé en calculant la moyenne des années 2015 à 2021. L'APL correspond au nombre de

consultations/visites accessibles par habitant standardisé. Sa colinéarité avec la densité de population sera vérifiée avant d'être intégré dans le modèle d'analyse.

- **Un indicateur communal de pollution atmosphérique** élaboré par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) sur l'ensemble du territoire métropolitain et la Corse a été privilégié pour évaluer la pollution du trafic routier [17]. La pollution atmosphérique en lien avec le trafic routier peut effectivement représenter un facteur de risque pour les pathologies respiratoires telles que l'asthme ou la BPCO [18-21], certaines maladies cardio-neuro-vasculaires [20, 22-27], la morbidité périnatale [28-34], les troubles de la sphère autistique [35-37] et certaines pathologies endocriniennes (diabète, troubles de la thyroïde) [38-45]. Les polluants cartographiés par l'Ineris sont le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃), les particules PM₁₀ à partir de l'année 2000 et les particules PM_{2.5} à partir de l'année 2009. La méthode développée par l'Ineris permet de calculer des indicateurs statistiques, comparables sur une longue période, à partir de plusieurs paramètres. Les observations sont issues des sites de mesures fixes réglementaires opérés sur le territoire national par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Seules les stations rurales, urbaines et péri-urbaines sont retenues. Les concentrations sont simulées sur l'ensemble du territoire national à l'aide du modèle numérique de qualité de l'air CHIMERE, co-développé depuis 2001 par le Centre National de la recherche Scientifique (CNRS) et l'Ineris. La résolution du modèle est de 4 km pour la période 2000-2017, raffinée à 2 km pour les années après 2018, ce qui permet de simuler finement les niveaux « de fond »⁵. Afin d'évaluer l'impact du trafic routier plus spécifiquement, nous avons recueilli les niveaux de NO₂. En effet, la pollution par les NO_x est provoquée à 49 % par le trafic routier contre 9 % pour les PM_{2.5} et PM₁₀, l'O₃ étant quant à lui fortement corrélé à la chaleur [46]. En raison de modification des règles de mesure après 2016, il a été retenu d'utiliser la moyenne des années 2012, 2014 et 2016 afin d'avoir une meilleure représentation de ces niveaux sur notre période d'étude. Sa colinéarité avec la densité de population sera vérifiée avant d'être intégré dans le modèle d'analyse.

- **Prise en compte de l'activité agricole et d'une éventuelle exposition aux pesticides.** L'exposition aux pesticides a également été documentée dans le domaine de la santé comme pouvant être un facteur de risque dans la survenue de certaines pathologies non cancéreuses avec des niveaux de preuve plus ou moins importants, notamment pour l'asthme et la BPCO et les troubles thyroïdiens [47]. Pour évaluer cette exposition à l'échelle communale, l'indice de fréquence de traitement phytosanitaire (IFT) communal de 2020 a été utilisé. L'IFT est une estimation du niveau d'utilisation des pesticides pour chaque commune française sur la base de l'assolement de la commune, du type de pratique (conventionnelle ou bio) et des IFT régionaux de référence issus de données statistiques ou locales [48]. Il renseigne sur le niveau moyen d'utilisation des pesticides en agriculture à l'échelle d'une commune et peut être décomposé par types de produits (herbicides, insecticides, fongicides...) à partir des données parcellaires du Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2020. Dans cette étude un IFT global prenant en compte tous les types de cultures et tous les types de produits sanitaires a été retenu. Sa valeur correspond au nombre de doses de produits phytopharmaceutiques appliquées par hectare pendant une campagne culturale.

- **Prise en compte du tabagisme.** Il s'agit d'un facteur de confusion important pour évaluer les pathologies respiratoires et cardio-vasculaires. S'il existe à Santé publique France des algorithmes élaborés à partir des données du SNDS, ceux-ci doivent encore être validés. Le taux de mortalité par cancer pulmonaire et des voies aéro-digestives supérieures sur la période et par commune pourrait être utilisé comme proxy du tabagisme. Néanmoins, les temps de latence longs de ces pathologies (supérieurs à 20 ans) risquent de mal refléter les proxys du tabagisme sur notre période d'étude. Le FDep qui prend en compte les hétérogénéités socio-économiques spatiales peut en partie être un proxy du tabagisme. En effet, Rey G *et al.* ont mis en évidence des associations entre le FDep et certaines causes de mortalité évitable en lien avec des comportements à risque et ciblées par la prévention primaire. Ces associations sont notamment retrouvées pour les maladies du système digestif, endocriniennes, respiratoires, cardio-vasculaires et de manière plus importante chez les moins de 65 ans [14].

⁵ La modélisation ne permet pas d'obtenir une représentation précise des niveaux de pollution à proximité de sources locales spécifiques d'émissions (zones de trafic routier dense, zones industrielles).

3.5. Analyses statistiques

L'unité écologique d'analyse choisie pour cette étude est celle de la commune, qui est le niveau d'agrégation le plus fin pour lequel des données de morbidité sont disponibles. Les analyses ont été réalisées en regroupant les 99 communes selon les trois zones d'exposition A, B et C.

3.5.1. Analyse descriptive

Des indices comparatifs de morbidité (ICM) standardisés sur l'âge (tranche d'âge de 5 ans) et le sexe ont été calculés pour chaque indicateur par standardisation indirecte en prenant la population aquitaine comme référence. Le choix de cette population est motivé par une stabilité des taux et il s'agit également de la population de référence utilisée dans les études de mortalité de 2001 et 2021. Les ICM (nombre observé sur Lacq / nombre attendu en Aquitaine) seront calculés pour chacune des trois zones d'exposition (A, B et C) et seront présentés avec des intervalles de confiance à 95 % afin de prendre en compte les incertitudes statistiques entourant leurs estimations.

3.5.2. Analyse de corrélation écologique spatiale

Les relations entre les différents indicateurs sanitaires (ICM) et les indicateurs d'expositions (zone A, B ou C) seront étudiées par une analyse de corrélation géographique par régression de Poisson ajustée sur les différents facteurs de confusion agrégés à la commune. Des ICM lissés et ajustés seront présentés avec des intervalles de confiance à 95 %.

Les covariables introduites dans le modèle pour expliquer les variations spatiales de l'incidence sont *a priori* insuffisantes pour rendre compte de toutes les variations géographiques. Il est aussi probable que la variabilité des observations autour des moyennes prédites par le modèle soit plus importante que celle attendue sous une loi de Poisson. Afin de tenir compte de cette variabilité extra-poissonnienne, des effets aléatoires seront introduits dans le modèle. Ces effets aléatoires peuvent par ailleurs être spatialement structurés (e.g. reflet de facteurs de risques spatialement structurés non pris en compte dans le modèle) [49]. Aussi, il est intéressant de tenir compte d'une structure spatiale de ces résidus, afin de décrire plus finement la variation des ICM sur le territoire. Nous opterons aussi pour une formulation du modèle dans un cadre bayésien hiérarchique, où les effets aléatoires seront introduits selon le modèle proposé par Besag, York et Mollié [50], paramétré selon Riebler [51]. Brièvement, ce modèle sépare la variation extra-poissonnienne en deux composantes. La première composante prend en compte la surdispersion non structurée spatialement, appelée l'hétérogénéité. La deuxième composante prend en compte la surdispersion structurée spatialement. Cette dernière composante spatiale suppose que les unités spatiales proches géographiquement tendent à avoir des risques relatifs similaires.

Pour chaque indicateur sanitaire, deux modèles sont évalués :

- Un premier modèle est ajusté sur la zone d'exposition (A, B ou C) à laquelle appartient la commune j et sur un effet aléatoire spatial. Ce modèle permet de mieux rendre compte de la variabilité (surdispersion) des observations et de fournir des intervalles de confiance des rapports de risque d'incidence (IRR) plus juste que ceux calculés à partir d'une hypothèse de distribution de Poisson avec les données brutes. Les résultats de ces modèles sont présentés dans les colonnes « ICM lissé » des tableaux de résultats.
- Un second modèle complète ce premier modèle en introduisant des facteurs de confusion potentiellement liés à des gradients sanitaires entre les zones et pouvant moduler les IRR associés aux zones A, B et C. Compte tenu du nombre limité d'unités géographiques incluses dans l'analyse (i.e. 99 communes) et des fortes corrélations entre les différentes variables (voir annexe 6), seuls des modèles parcimonieux ont été ajustés. Les covariables retenues sont ainsi l'indice de défaveur sociale (Fdep), la densité de population (à l'échelle log) et l'indice de traitement phytosanitaire (IFT) pour l'asthme et les pathologies thyroïdiennes. Ces covariables, continues, sont introduites sous forme linéaire dans les modèles.

Au final, en notant, pour une pathologie donnée, N_j le nombre de cas observé, E_j le nombre de cas attendu (standardisation indirecte) et θ_j l'ICM de la commune j , le modèle prend la forme suivante :

$$\begin{cases} N_j | \theta_j \sim P(E_j \theta_j) \\ \log(\theta_j) = \alpha z(j) + c_j & (\text{M} - \text{lissé}) \\ \log(\theta_j) = \alpha z(j) + c_j + X_j \beta & (\text{M} - \text{ajusté}) \end{cases}$$

où $z(j)$ dénote la zone (A, B ou C) à laquelle appartient la commune j , c_j est un effet aléatoire, X_j le vecteur des covariables de la commune et β un vecteur de coefficients estimés par le modèle. Les estimations des effets fixes des modèles complets sont synthétisées en annexe 7. Les estimations de la variance des effets aléatoires des modèles complets sont présentées en annexe 8.

Pour les indicateurs sanitaires présentant un possible gradient d'exposition, des rapports de risques (RR) seront calculés entre zones (zone A vs C et zone B vs C) ; ils seront présentés avec des intervalles de confiance à 95 % afin de prendre en compte les incertitudes statistiques entourant leurs estimations.

Les analyses ont été conduites avec le logiciel R.

3.6. Aspects réglementaires

Cette étude, mise en œuvre en réponse à une saisine de Santé publique France par la DGS, n'a pas recours au traitement de données individuelles. L'étude sera donc menée exclusivement à partir des données issues du SNDS et des registres de cancer de l'enfant, conformément aux accès permanents conférés par la réglementation à Santé publique France (R.1461-13 et suivants du code de la santé publique).

4. RÉSULTATS

4.1. Description de la population d'étude

La description de la population d'étude est synthétisée dans les tableaux 8 et 9. La zone A, par rapport aux zones B et C, se caractérise par une proportion un peu plus élevée de personnes de plus de 65 ans (23 % vs 20 %). La zone A se caractérise également par un niveau de défavorisation sociale beaucoup plus élevé, 42 % des communes se situant dans le dernier quintile de défavorisation contre 13 et 21 % pour les zones B et C. En revanche, l'offre de soins en médecine générale y est plus importante. La zone A se distingue également par une part plus importante de communes impactées par des niveaux de NO₂ ou de fréquence de traitement phytosanitaire plus élevée ainsi que par une plus forte densité de population. La zone C semble plus rurale que les deux autres zones.

Tableau 8. Caractéristiques des populations selon les zones d'exposition A, B et C, recensement Insee 2015, bassin industriel de Lacq

	Zone A	Zone B	Zone C	Total
Nb commune	12	45	42	99
Pop. Légale 2015	16 384	49 674	38 537	104 595
Pop. communale moyenne	1 365	1 104	918	1 057
Pop. communale 1^{er} quartile	452	288	175	216
Pop. communale 2^e quartile	793	535	262	506
Pop. communale 3^e quartile	1 130	787	720	873
Pop. ≤ 15 ans	2 899 (18 %)	8 780 (18 %)	7 112 (18 %)	18 791 (18 %)
Pop. > 15 ans	13 485 (82 %)	40 894 (82 %)	31 425 (82 %)	85 804 (82 %)
Pop. 15-39 ans	4 253 (26 %)	12 444 (25 %)	10 005 (26 %)	26 702 (26 %)
Pop. 40-64 ans	5 541 (34 %)	18 407 (37 %)	13 984 (36 %)	37 932 (36 %)
Pop. 65 ans et plus	3 690 (23 %)	10 044 (20 %)	7 436 (19 %)	21 170 (20 %)
Homme	7 928 (48 %)	24 479 (49 %)	19 042 (49 %)	51 449 (49 %)
Femme	8 456 (52 %)	25 195 (51 %)	19 495 (51 %)	53 146 (51 %)

Tableau 9. Répartition des populations selon les différents facteurs de confusion et par zones d'exposition A, B et C, bassin industriel de Lacq

Indicateurs	Valeur moyenne	Zone A		Zone B		Zone C	
		n	%	n	%	n	%
Fdep 2015 (min : -3,3 ; max : 2,8)							
Quintile 1 (avantagé)	-1,6	0	0,0	8	17,8	11	26,2
Quintile 2	-0,8	0	0,0	13	28,9	7	16,7
Quintile 3	-0,2	3	25,0	11	24,4	6	14,3
Quintile 4	0,2	4	33,3	7	15,6	9	21,4
Quintile 5 (désavantagé)	1,0	5	41,7	6	13,3	9	21,4
APL moyen 2015-2021							
Quartile 1 (faible)	2,3	0	0,0	13	28,9	12	28,6
Quartile 2	3,00	0	0,0	9	20,0	16	38,1
Quartile 3	3,8	5	41,7	12	26,7	7	16,7
Quartile 4 (forte)	4,6	7	58,3	11	24,4	7	16,7
NO ₂ moyen 2012-2016							
Quartile 1 (faible)	7,4	0	0,0	5	11,1	21	50,0
Quartile 2	7,7	0	0,0	13	28,9	12	28,6
Quartile 3	8,2	4	33,3	12	26,7	7	16,7
Quartile 4 (fort)	8,9	8	66,7	15	33,3	2	4,8
IFT 2020							
Quartile 1 (faible)	7,4	0	0,0	5	11,1	21	50,0
Quartile 2	7,7	0	0,0	13	28,9	12	28,6
Quartile 3	8,2	4	33,3	12	26,7	7	16,7
Quartile 4 (fort)	8,9	8	66,7	15	33,3	2	4,8
Densité de population moyen 2014_2022							
Quartile 1 (faible)	23,1	0	0,0	11	24,4	14	33,3
Quartile 2	41,6	1	8,3	8	17,8	16	38,1
Quartile 3	67,2	6	50,0	14	31,1	4	9,5
Quartile 4 (fort)	262,1	5	41,7	12	26,7	8	19,0
Ruralité communale							
Rural autonome très peu dense		0	0,0	4	8,9	4	9,5
Rural autonome peu dense		3	25,0	10	22,2	18	42,9
Rural sous faible influence d'un pôle		6	50,0	10	22,2	8	19,0
Rural sous forte influence d'un pôle		2	16,7	16	35,6	6	14,3
Urbain densité intermédiaire		1	8,3	5	11,1	5	11,9
Urbain dense		0	0,0	0	0,0	1	2,4

4.2. Maladies cardio-vasculaires

De 2013 à 2022 (10 ans), le nombre de personnes traitées tous âges pour l'ensemble des maladies cardio-neuro-vasculaires était de 10 980 sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq. Au niveau de la zone A, la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement par rapport à la population aquitaine ainsi que pour les zones B et C (tableau 10). Aucun excès de risque n'était également retrouvé sur la zone A et sur les zones B et C pour les AVC, les cardiopathies ischémiques, les maladies veineuses thromboemboliques, l'insuffisance cardiaque et l'HTA. En revanche, on observait une sous-incidence ou prévalence significative pour les cardiopathies ischémiques et l'HTA dans la zone A et les zones B et C par rapport à la population aquitaine. Le potentiel gradient de risque en fonction de l'exposition pour les AVC de la zone A vers la zone C (RR=1,10 – IC 95 % : 0,90 – 1,35) n'était pas significatif.

Tableau 10. Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) chez les 15 ans et plus pour maladies cardio-neuro-vasculaires dans les zones A, B et C à ceux de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2013-2022

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Toutes maladies cardio-neuro-vasculaires					
Zone A	1 917	1 870	1,02 (0,98 ; 1,07)	1,02 (0,97 ; 1,08)	1,00 (0,93 ; 1,08)
Zone B	5 117	5 292	0,97 (0,94 ; 0,99)	0,96 (0,93 ; 1,00)	0,97 (0,93 ; 1,00)
Zone C	3 687	3 818	0,97 (0,93 ; 1,00)	0,97 (0,93 ; 1,01)	0,98 (0,94 ; 1,02)
Accident vasculaire cérébral					
Zone A	346	334	1,04 (0,93 ; 1,15)	1,05 (0,93 ; 1,21)	1,13 (0,95 ; 1,34)
Zone B	933	927	1,01 (0,94 ; 1,07)	1,00 (0,92 ; 1,08)	1,01 (0,92 ; 1,10)
Zone C	657	658	1,00 (0,92 ; 1,08)	1,01 (0,92 ; 1,11)	1,02 (0,92 ; 1,13)
Cardiopathie ischémique					
Zone A	296	324	0,91 (0,81 ; 1,02)	0,87 (0,74 ; 1,01)	0,75 (0,62 ; 0,91)
Zone B	796	935	0,85 (0,79 ; 0,91)	0,84 (0,76 ; 0,91)	0,82 (0,75 ; 0,89)
Zone C	552	683	0,81 (0,74 ; 0,88)	0,79 (0,71 ; 0,88)	0,78 (0,70 ; 0,87)
Maladie veineuse thrombo-embolique					
Zone A	353	385	0,92 (0,82 ; 1,02)	0,91 (0,81 ; 1,02)	0,86 (0,73 ; 1,01)
Zone B	949	1 092	0,87 (0,81 ; 0,93)	0,86 (0,80 ; 0,93)	0,87 (0,80 ; 0,94)
Zone C	653	790	0,83 (0,76 ; 0,89)	0,83 (0,76 ; 0,91)	0,84 (0,76 ; 0,93)
Insuffisance cardiaque					
Zone A	426	379	1,12 (1,02 ; 1,24)	1,09 (0,94 ; 1,25)	1,04 (0,88 ; 1,23)
Zone B	1 074	1 038	1,03 (0,97 ; 1,10)	1,02 (0,94 ; 1,11)	1,06 (0,97 ; 1,14)
Zone C	685	708	0,97 (0,90 ; 1,04)	1,00 (0,91 ; 1,11)	1,04 (0,94 ; 1,14)
HTA traitée					
Zone A	6 549	7 101	0,92 (0,90 ; 0,95)	0,92 (0,84 ; 1,00)	0,87 (0,79 ; 0,95)
Zone B	18 391	20 794	0,88 (0,87 ; 0,90)	0,92 (0,88 ; 0,96)	0,92 (0,89 ; 0,96)
Zone C	13 330	15 473	0,86 (0,85 ; 0,88)	0,88 (0,84 ; 0,92)	0,89 (0,85 ; 0,93)

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale et la densité de population-

4.3. Maladies respiratoires non cancéreuses (asthme et BPCO)

De 2010 à 2021 (12 ans), le nombre de personnes traitées tous âges pour asthme ou BPCO était de 16 878 sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq. Au niveau de la zone A, la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement par rapport à la population aquitaine (tableau 11), mais au contraire une sous-prévalence significative, comme dans les zones B et C, moins exposées.

Si l'on s'intéresse aux moins de 40 ans, peu susceptibles de présenter une BPCO, il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement pour l'asthme sur la zone A ainsi que sur les autres zones par rapport à la population aquitaine (tableau 12)

Tableau 11. Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) tous âges pour asthme et BCPO dans les zones A, B et C à celui de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2010-2021

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Zone A	2 780	3 025	0,92 (0,88 ; 0,95)	0,89 (0,81 ; 0,96)	0,78 (0,67 ; 0,91)
Zone B	8 238	8 885	0,93 (0,91 ; 0,95)	0,92 (0,88 ; 0,96)	0,88 (0,79 ; 0,98)
Zone C	5 860	6 843	0,86 (0,83 ; 0,88)	0,88 (0,84 ; 0,93)	0,86 (0,78 ; 0,94)

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation social, la densité de population et l'IFT

Tableau 12. Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) chez les moins de 40 ans pour asthme dans les zones A, B et C à celui de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2010-2021

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Zone A	1 102	1 259	0,87 (0,82 ; 0,93)	0,85 (0,75 ; 0,97)	0,83 (0,66 ; 1,03)
Zone B	3 335	3 604	0,92 (0,89 ; 0,96)	0,89 (0,83 ; 0,94)	0,92 (0,79 ; 1,07)
Zone C	2 451	2 934	0,83 (0,80 ; 0,87)	0,78 (0,73 ; 0,84)	0,82 (0,71 ; 0,93)

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale, la densité de population et l'IFT

4.4. Morbidité périnatale et troubles de la sphère autistique

De 2010 à 2022 (13 ans), le nombre d'enfants nés prématurés était de 893 sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq. Il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement sur la zone A, la plus exposée, ni sur les autres zones B et C (tableau 13). Sur cette période, le nombre d'enfants nés avec un petit poids de naissance était de 1 092 sur la zone d'étude. Sur la zone A, on n'observait pas d'excès de risque significatif après ajustement, tout comme dans les zones B et C (tableau 13). Il n'était également pas observé de surmortalité à la naissance sur les zones A, B et C par rapport à la population aquitaine. En raison des faibles effectifs (73 décès observés contre 82 attendus) et d'un manque de puissance statistique, des analyses complémentaires ne permettaient pas de fournir des résultats fiables et précis sur un éventuel excès de cas sur les zones d'exposition.

Sur la période 2010-2022, le nombre d'enfants de moins de 20 ans ayant présenté un TSA était de 1 165 sur l'ensemble de la zone d'étude. Il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement sur la zone A, tout comme sur les autres zones mais au contraire une sous-incidence significative dans les 3 zones par rapport à l'Aquitaine (tableau 14).

Tableau 13 : Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) pour prématurité, petit poids de naissance et mortalité dans les zones A, B et C à ceux de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2010-2022

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Prématurité					
Zone A	106	106	1,00 (0,82 ; 1,21)	0,98 (0,78 ; 1,23)	0,85 (0,61 ; 1,17)
Zone B	297	301	0,99 (0,88 ; 1,10)	0,99 (0,87 ; 1,12)	0,98 (0,85 ; 1,14)
Zone C	220	257	0,86 (0,75 ; 0,98)	0,85 (0,72 ; 1,00)	0,84 (0,70 ; 1,02)
Petit poids de naissance					
Zone A	200	177	1,13 (0,98 ; 1,30)	1,10 (0,92 ; 1,30)	0,99 (0,78 ; 1,24)
Zone B	481	509	0,94 (0,86 ; 1,03)	0,92 (0,82 ; 1,02)	0,93 (0,82 ; 1,04)
Zone C	411	432	0,95 (0,86 ; 1,05)	0,96 (0,85 ; 1,08)	0,98 (0,85 ; 1,12)
Mortalité					
Zone A	18	13	1,38 (0,82 ; 2,19)		
Zone B	33	37	0,89 (0,61 ; 1,25)		
Zone C	22	32	0,70 (0,44 ; 1,05)		

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale et la densité de population

Tableau 14 : Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) pour troubles de la sphère autistique chez les moins de 20 ans dans les zones A, B et C à ceux de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2010-2022

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Trouble de la sphère autistique					
Zone A	202	302	0,67 (0,58 ; 0,77)	0,37 (0,18 ; 0,73)	0,22 (0,10 ; 0,48)
Zone B	470	932	0,50 (0,46 ; 0,55)	0,25 (0,17 ; 0,37)	0,27 (0,18 ; 0,38)
Zone C	493	727	0,68 (0,62 ; 0,74)	0,55 (0,37 ; 0,80)	0,58 (0,39 ; 0,83)

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale et la densité de population

4.5. Diabète

De 2010 à 2021 (12 ans) le nombre de personnes traitées tous âges pour un diabète de type 1 ou de type 2 était de 6 773 sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq. Au niveau de la zone A, la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement par rapport à la population aquitaine (tableau 15). Dans les zones B et C, moins exposées, une sous-prévalence significative après ajustement était observée. Le potentiel gradient de risque en fonction de l'exposition de la zone A vers la zone C (RR=1,04 – IC 95 % : 0,89 -1,22) n'était pas significatif.

De 2010 à 2017 (8 ans), le nombre d'enfants de moins de 16 ans traités pour un diabète de type 1 sur l'ensemble de la zone d'étude était de 32 contre 26 attendus. Si sur la zone A, on observait près de deux fois plus de cas, cet excès n'était pas significatif (tableau 15). En raison du faible nombre de cas et d'un manque de puissance statistique, des analyses complémentaires ne permettent pas de fournir des résultats fiables et précis sur un éventuel excès de risque sur les zones d'exposition.

Tableau 15 : Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) tous types de diabète, tous âges (2010-2021) et des taux de morbidité de diabète de type 1 chez les moins de 15 ans (2010-2017) dans les zones A, B et C à ceux de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Diabète de type 1 et 2 tous âges					
Zone A	1 384	1 233	1,12 (1,06 ; 1,18)	1,01 (0,89 ; 1,15)	0,92 (0,81 ; 1,04)
Zone B	3 144	3 598	0,87 (0,84 ; 0,90)	0,88 (0,82 ; 0,94)	0,89 (0,84 ; 0,95)
Zone C	2 245	2 682	0,84 (0,80 ; 0,87)	0,87 (0,80 ; 0,94)	0,88 (0,82 ; 0,95)
Diabète de type 1 chez les moins de 16 ans					
Zone A	8	4	2,00 (0,87 ; 3,95)		
Zone B	19	12	1,57 (0,94 ; 2,45)		
Zone C	5	10	0,52 (0,17 ; 1,21)		

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale et la densité de population

4.6. Pathologies thyroïdiennes

De 2013 à 2023 (11 ans), le nombre de personnes ayant été traitées pour une hyperthyroïdie était de 838 sur l'ensemble de la zone d'étude. Il n'était pas observé d'excès de risque significatif après ajustement dans la zone A, la plus exposée, tout comme sur les autres zones B et C (tableau 16). Le potentiel gradient de risque en fonction de l'exposition de la zone A vers la zone C (RR = 1,31 - IC 95 % : 0,93 ; 1,86) n'était pas significatif tout comme celui de la zone B vers la C (RR=1,17 IC 95 % - 0,95 ; 1,45).

De 2014 à 2023 (10 ans), le nombre de personnes ayant été traitées pour une hypothyroïdie était de 9 220 sur l'ensemble de la zone d'étude. Il n'était pas observé d'excès significatif d'hypothyroïdie sur la zone A par rapport à la population aquitaine après ajustement, tout comme sur les zones B et C (tableau 16).

Tableau 16 : Comparaison brute, lissée et ajustée des indices comparatifs de morbidité (ICM) tous âges pour hyperthyroïdie et hypothyroïdie dans les zones A, B et C à ceux de l'Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2013-2023 et 2014-2023

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)	ICM lissé (IC95 %)	ICM ajusté* (IC95 %)
Hyperthyroïdie					
Zone A	163	117	1,40 (1,19 ; 1,63)	1,39 (1,13 ; 1,71)	1,42 (0,88 ; 2,26)
Zone B	411	344	1,19 (1,08 ; 1,32)	1,22 (1,08 ; 1,39)	1,26 (0,89 ; 1,77)
Zone C	264	257	1,03 (0,91 ; 1,16)	1,03 (0,88 ; 1,21)	1,08 (0,78 ; 1,46)
Hypothyroïdie					
Zone A	1 557	1 327	1,17 (1,12 ; 1,23)	1,13 (1,03 ; 1,23)	1,07 (0,90 ; 1,28)
Zone B	4 341	3 928	1,10 (1,07 ; 1,14)	1,09 (1,04 ; 1,14)	1,08 (0,95 ; 1,22)
Zone C	3 322	2 944	1,13 (1,09 ; 1,17)	1,09 (1,03 ; 1,15)	1,08 (0,98 ; 1,20)

* ICM ajusté sur le facteur de défavorisation sociale, la densité de population et l'indice de fréquence de traitement phytosanitaire

4.7. Cancers de l'enfant

Entre 1990 et 2020 (31 ans), le nombre d'enfants de moins de 15 ans domiciliés sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq ayant souffert d'une hémopathie maligne était de 43. Sur la zone A la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de risque significatif ainsi que sur les autres zones moins exposées (tableau 17).

Entre 2000 et 2020 (21 ans), le nombre d'enfants de moins de 15 ans domiciliés sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq ayant souffert d'une tumeur solide était de 20. Sur la zone A la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de cas significatif ni même sur les autres zones.

Entre 2000 et 2020, le nombre d'enfants de moins de 15 ans domiciliés sur l'ensemble de la zone d'étude de Lacq et ayant souffert d'un cancer (tumeurs solides ou hémopathies malignes) était de 47. Sur la zone A la plus exposée, il n'était pas observé d'excès de cas significatif ainsi que sur les autres zones moins exposées.

En raison du faible nombre de cas et d'un manque de puissance statistique, des analyses complémentaires ne permettraient pas de fournir des résultats fiables et précis sur un éventuel excès de risque sur les zones d'exposition.

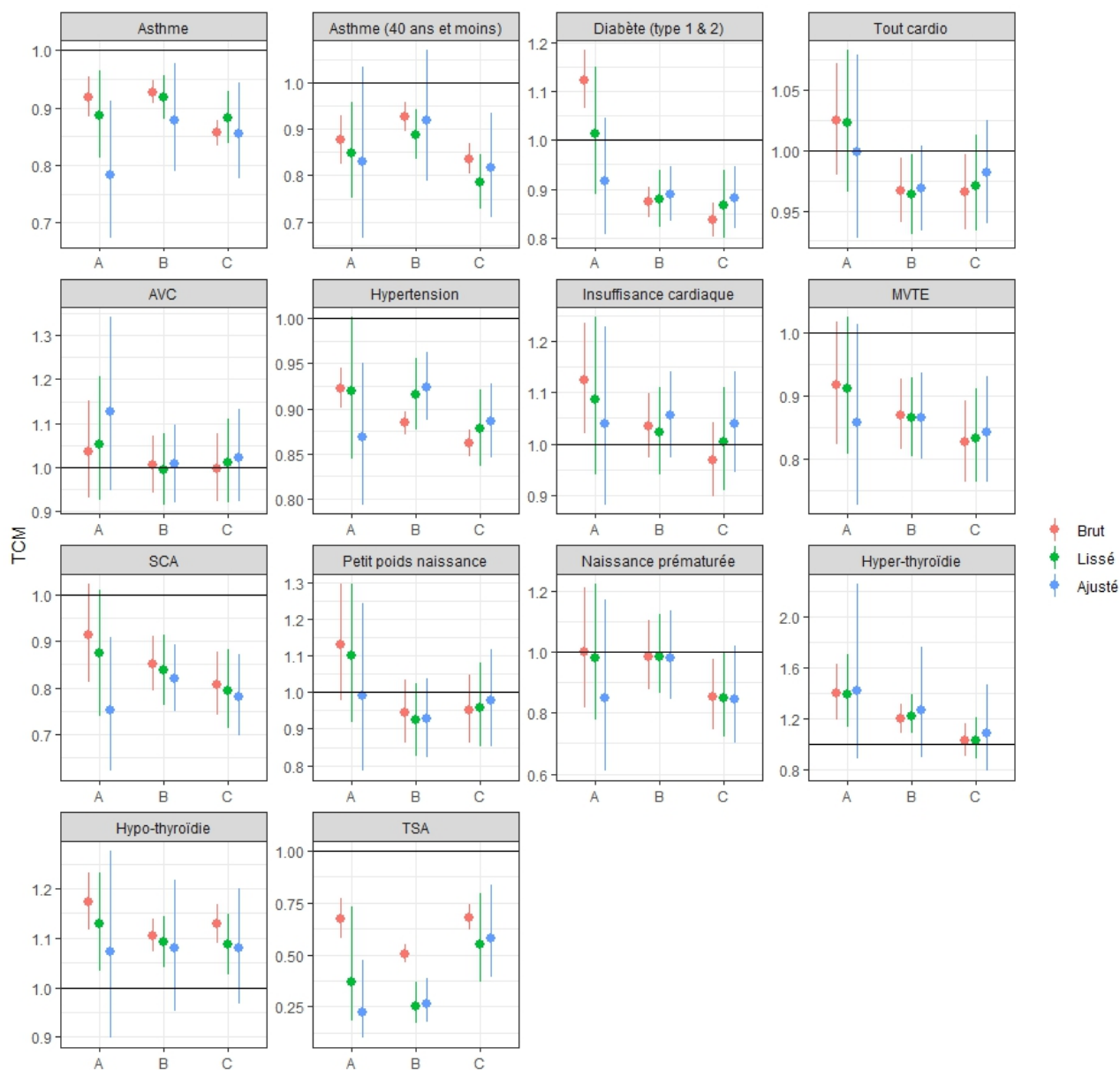
Tableau 17 : Comparaison brute des indices comparatifs de morbidité (ICM) chez les enfants de moins de 15 ans pour hémopathies malignes (1990-2020), tumeurs solides (2000-2020) et tous cancers (2000-2020) dans les zones A, B et C aux taux de morbidité en Aquitaine, bassin industriel de Lacq, 2010-2022

Zones	Observés	Attendus	ICM Brut (IC95 %)
Hémopathies malignes (1990-2020)			
Zone A	10	6	1,67 (0,80 ; 3,06)
Zone B	17	16	1,06 (0,62 ; 1,70)
Zone C	16	13	1,23 (0,70 ; 2,00)
Tumeurs solides (2000-2020)			
Zone A	3	6	0,5 (0,10 ; 1,46)
Zone B	7	16	0,4 (0,17 ; 0,90)
Zone C	10	13	0,8 (0,37 ; 1,41)
Tous cancers (2000-2020)			
Zone A	8	10	0,8 (0,34 ; 1,58)
Zone B	18	28	0,6 (0,38 ; 1,02)
Zone C	21	22	1,0 (0,59 ; 1,46)

4.8. Synthèse des principaux résultats

La figure ci-dessous présente une synthèse des résultats obtenus pour les différents indicateurs étudiés en fonction des trois zones d'exposition. Pour chaque indicateur, sont présentés les ICM bruts, lissés et ajustés et leur intervalle de confiance.

Figure 2 : Synthèse des principaux résultats, ICM bruts, lissés et ajustés et leur intervalle de confiance à 95 % selon les trois zones d'exposition A, B et C, bassin industriel de Lacq ; 2010-2023



5. DISCUSSION - CONCLUSION

Principaux résultats

Entre 2010 et 2023, il n'a pas été observé d'excès de morbidité significatif après avoir pris en compte les différents facteurs d'ajustement sur la zone la plus exposée de Lacq pour les pathologies respiratoires et cardio-neuro-vasculaires non cancéreuses, pour la morbidité périnatale et les troubles de la sphère autistique, pour les pathologies thyroïdiennes ainsi que pour le diabète. On observe à l'inverse des sous-morbidités notables par rapport à la population de référence (aquitaine) pour l'asthme et/ou la BPCO (près de 20 % pour la zone A), les cardiopathies ischémiques (25 % pour la zone A), les maladies veineuses thrombo-emboliques (environ 15 %), l'HTA traitée (plus de 10 % pour la zone A) et les troubles de la sphère autistique (près de 80 % pour la zone A) et ce quelle que soit la zone d'exposition.

Pour l'hyperthyroïdie, on observe des excès de risque sur la zone A qui semblent décroître avec le niveau d'exposition. Après ajustement sur la défavorisation sociale, la densité de population et l'IFT, ces excès ne sont plus significatifs, tout comme le gradient d'exposition de la zone A (plus exposée) vers la zone C (moins exposée) et de la zone B vers la zone C. Les incertitudes entourant les estimations sont importantes (e.g. les différences entre les zones ne sont pas significatives) et majeures lorsque les facteurs de confusion sont introduits dans les modèles.

Pour les cancers de l'enfant, la mortalité et le diabète de type 1 de l'enfant, les analyses restent essentiellement descriptives, en raison du faible nombre de cas. Aucun excès de cas significatif n'est relevé.

Comparaison des résultats avec l'étude de mortalité de Lacq et la revue de la littérature

La revue de la littérature réalisée dans le cadre de l'étude de faisabilité pour explorer la morbidité [8], montrait que plusieurs études, majoritairement par le biais d'études écologiques, identifiaient un lien entre exposition à des pollutions industrielles et pathologies respiratoires et circulatoires non cancéreuses, avec la mise en évidence d'augmentation des risques d'hospitalisations ou de mortalité chez les populations riveraines de sites industriels de type chimique ou pétrochimique. Concernant le site de Lacq, l'étude de mortalité publiée en 2021 portant sur la population riveraine du bassin industriel avait mis en évidence un excès de mortalité pour les pathologies non cancéreuses de l'appareil respiratoire et circulatoire entre 1999 et 2014 essentiellement pour les personnes résidant sur la zone d'exposition intermédiaire (zone B) [7]. Ces analyses avaient été ajustées sur les facteurs de défavorisation sociale, la densité de population et le statut rural ou urbain des communes. Les résultats de l'étude présentée ici et portant cette fois-ci sur la morbidité et une période plus récente (2010-2021 pour l'asthme et la BPCO et 2013-2022 pour les pathologies circulatoires), ne mettent toutefois pas en évidence d'excès de risque de ces maladies et ce quelle que soit la zone d'exposition considérée.

En ce qui concerne les pathologies thyroïdiennes et le diabète celles-ci n'avaient pas été identifiées dans la revue de la littérature mais dans l'analyse toxicologique des substances caractérisées comme préoccupantes avec l'identification d'effets critiques essentiellement pour le cyanure d'hydrogène sur la glande thyroïde (hypertrophie de la thyroïde, altération de la fixation de l'iode) et des effets sur le système endocrine sans précisions. Ces pathologies ont également été identifiées par les professionnels de santé localement comme semblant être en nombre important sur le bassin industriel de Lacq, ce qui semble être confirmé dans le cadre de cette étude sans que cette surincidence ne soit significative après prise en compte de facteurs de confusions potentiels. Ces pathologies n'avaient pas été étudiées dans l'étude de mortalité de 2021. Pour les troubles thyroïdiens des excès significatifs de l'ordre de 40 % sur la zone A et de 20 % sur la zone B sont

observés avant ajustement sur les facteurs de confusion. Pour rappel, l'hyperthyroïdie est une maladie caractérisée par une production excessive d'hormones thyroïdiennes (T3, T4) par la glande thyroïde, entraînant un état de thyrotoxicose. L'hyperthyroïdie est liée à trois causes principales : la maladie auto-immune de Graves, largement la plus fréquente, le goitre multinodulaire toxique et l'adénome toxique et la thyroïdite [52]. Comme d'autres maladies auto-immunes, l'hyperthyroïdie résulte d'une interaction entre le patrimoine génétique, les facteurs environnementaux et individuels (habitudes alimentaires avec les apports en iode ou sélénium, le tabagisme, le sexe féminin, l'ethnie...) et le système immunitaire [53], facteurs qui n'ont pu être pris en compte dans nos analyses compte tenu du design de l'étude. En France, une étude portant sur l'hyperthyroïdisme infantile (moins de 18 ans) sur la période 2008-2017 a montré une augmentation linéaire de plus de 30 % de l'incidence au cours de cette période ainsi qu'une importante hétérogénéité spatiale au niveau des départements (risques relatifs plus élevés en Île-de-France, départements méditerranéens de Sud et du nord de la France métropolitaine, Martinique et Guadeloupe) [54]. Pour expliquer ces disparités, les auteurs n'ont pas soutenu l'hypothèse de disparités ou d'évolution en termes de supplémentation en iode. En raison de l'exposition croissante de la population à de multiples substances chimiques, notamment les perturbateurs endocriniens, dont certains agissent comme des perturbateurs thyroïdiens, les auteurs suggèrent de mener des études complémentaires pour comprendre les mécanismes de ces tendances. Une importante étude de cohorte menée au Royaume-Uni sur l'incidence et la prévalence des maladies auto-immunes en population générale (adultes et enfants) met également en évidence une augmentation de la maladie de Graves (IRR 2017-19 vs 2000-02 : 2,07 [1,92 ; 2,22] avec des hétérogénéités géographiques laissant suggérer le rôle des facteurs environnementaux dans la pathogenèse de ces maladies [55].

Forces et limites de l'étude

Cette étude écologique de morbidité vient compléter le faisceau d'études menées autour du bassin industriel de Lacq et notamment l'étude écologique de mortalité en s'appuyant sur des indicateurs issus du SNDS qui ont fait l'objet d'une évaluation préalable en termes de fiabilité, puissance statistique, spécificité et sensibilité. L'utilisation du SNDS a permis d'estimer les incidences ou prévalences d'un certain nombre de pathologies difficiles à explorer en l'absence de registres spécifiques et de les comparer entre zones d'exposition sur la base de méthodes statistiques rigoureuses prenant en compte différents facteurs d'ajustement. Les indicateurs sanitaires d'intérêt ont été sélectionnés en amont, dans le cadre du volet sur la faisabilité de l'étude à partir notamment des revues bibliographique et toxicologique. La définition des zones d'exposition s'est appuyée sur une méthodologie exigeante prenant en compte les modifications d'implantation et de procédés qui ont eu lieu au cours des dernières décennies (localisation et hauteur des cheminées, nature des polluants émis, etc.) ainsi que les résultats des modélisations de dispersion atmosphérique réalisées à l'occasion de l'ERS-Z de 2007.

Les études écologiques sont souvent utilisées dans le champ des relations entre la santé et l'environnement et notamment dans le cadre d'études portant sur les impacts sanitaires liés à la pollution de l'air autour d'importants sites industriels [56]. Elles se distinguent des études épidémiologiques classiques par l'unité de recueil des informations qui n'est pas individuelle mais agrégée à une unité géographique (ici la commune) et en particulier pour les variables d'intérêt que sont l'évènement de santé et l'exposition. Ainsi, les résultats observés entre les effets sanitaires et les niveaux d'expositions sont interprétables à un niveau populationnel et ne permettent pas de conclure sur un lien de causalité entre une exposition et la survenue de maladies.

Les études écologiques présentent un certain nombre de biais, dits écologiques, spécifiquement liés à l'analyse de données agrégées et à la non-prise en compte de certains facteurs de confusion individuels qui peuvent varier au sein des unités géographiques ou entre unités géographiques, d'autant plus que les facteurs de risques des pathologies étudiées peuvent être multifactorielles [57]. De plus, l'évaluation de l'exposition ne prend pas en compte la durée réelle de celle-ci, les mobilités éventuelles entre zones d'exposition au cours de la période d'étude, ou la date de survenue de la maladie par rapport à la période d'exposition et les expositions professionnelles. La mesure de l'exposition peut également souffrir d'une mauvaise évaluation, basée dans un certain nombre

d'études uniquement sur la distance au site industriel. Dans notre étude, les expositions aux émissions industrielles se sont appuyées sur des évaluations plus fines à partir notamment des données de métrologie à l'échelle communale réalisées dans le cadre des ERS-Z, ce qui a permis de considérer les zones selon un gradient d'exposition.

Lors des analyses, l'impact de ces biais peut être quelque peu diminué par des stratifications et par la prise en compte d'un certain nombre de facteurs de confusion agrégés à l'échelon géographique retenu, dans le cadre d'une analyse multivariée, ce qui a été réalisé dans le cadre de cette étude.

De plus, les indicateurs sanitaires utilisés dans cette étude sont principalement issus du SNDS à partir d'algorithmes basés sur les consommations médicamenteuses, les hospitalisations et les ALD. Ces algorithmes, utilisés régulièrement dans les travaux de Santé publique France, peuvent présenter des limites plus ou moins importantes, dont les plus problématiques sont celles liées à de possibles disparités de prescriptions médicales, de compliance au traitement, de prise en charge ou de recours aux soins qui peuvent varier d'un territoire à l'autre.

D'une manière générale, le nombre important de limites liées à ce type d'étude écologique localisée autour d'une source d'exposition permettant difficilement de conclure à un lien entre une exposition et un indicateur de santé, milite pour la mise en place d'études multicentriques autour de sites présentant les mêmes caractéristiques d'émission afin notamment de pallier le défaut de puissance statistique et de limiter le biais écologique [57]. Un projet est en cours au sein de Santé publique France et porte sur 52 bassins industriels identifiés en France dont celui de Lacq [58]. Parallèlement à cette étude multicentrique, Santé publique France a réalisé l'étude Bassins industriels et Santé (BIS) en partenariat avec l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) autour des bassins à forte densité industrielle. Plusieurs indicateurs de santé sont étudiés (asthme de l'enfant, mortalité toutes causes, maladies obstructives des voies respiratoires de l'adulte et morbidité périnatale) et les résultats sont attendus pour fin 2025.

Si les études écologiques de morbidité ou de mortalité réalisées localement semblent moins coûteuses et plus rapides à mettre en place, elles ont principalement une visée exploratoire et doivent être confrontées aux autres études épidémiologiques de type individuel, multi-centrique ou de contexte local. Dans le contexte du bassin industriel de Lacq, les résultats des deux études écologiques de mortalité et de morbidité seront confrontés aux résultats de l'étude participative de santé portant sur un échantillon de 2 000 personnes résidant sur la zone d'étude de Lacq. Cette dernière étude, qui interroge directement les populations afin de recueillir des données individuelles de santé sur des symptômes ou pathologies ainsi que sur les habitudes de vie et professionnelles, permettra d'apporter des résultats plus robustes, qui viendront compléter pour certains indicateurs, les résultats de l'étude écologique de morbidité. De même, les résultats des études nationales multicentriques permettront certainement d'apporter des éléments de compréhension complémentaires.

Conclusion

Cette étude écologique de morbidité autour du bassin industriel de Lacq portait sur les quatorze dernières années qui se sont caractérisées par des améliorations au niveau des process industriels afin de limiter les émissions polluantes. Sur cette période, les résultats de l'étude sont globalement rassurants, aucun excès significatif de morbidité n'ayant été observé. Ces résultats, qui peuvent être discutables en raison des différentes limites inhérentes à ce type d'approche écologique, devront être confrontés à ceux des autres études menées à Lacq et en France.

Les résultats de l'ensemble des études menées autour du bassin de Lacq seront présentés auprès d'un comité d'experts en santé environnement externe à Santé publique France afin d'envisager les préconisations nécessaires et les suites à donner dans le contexte du bassin industriel.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Filleul L, Cantagrel A, Baldi I, Brochard P. Étude géographique du risque sanitaire autour du site industriel de Lacq. 2002.
- [2] Burgeap. Évaluation des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques de la ZI de Lacq. internet ; 2007. Disponible: https://www.pyrenees-atlantiques.gouv.fr/contenu/telechargement/2670/17245/file/RBx467-4-version_definitive.pdf
- [3] Haut Conseil de la sante publique. Évaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone. Utilité, lignes méthodologiques et interprétation. Paris : Haut Conseil de la sante publique; 2010. Disponible: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=190>
- [4] Burgeap. Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires dans la zone industrielle de Lacq (partie 1). 2016. Disponible: https://www.pyrenees-atlantiques.gouv.fr/contenu/telechargement/18540/122217/file/ERS-Lacq_1.pdf
- [5] Charron M, Rolland P. Rapport de l'enquête exploratoire de plaintes de riverains de la zone industrielle de Lacq sur des odeurs inhabituelles. Institut de Veille sanitaire, cellule régionale Aquitaine; 2015. Disponible: https://www.pyrenees-atlantiques.gouv.fr/contenu/telechargement/20525/135259/file/annexe_CR.pdf
- [6] Perrey C, Coquet S, Le Barbier M. Analyse des attentes et du contexte local autour du bassin industriel de Lacq : Rapport d'analyse qualitative. Saint-Maurice : Santé publique France; 2019. 34 p.
- [7] Germonneau P, Castor C, Coquet S. Étude de mortalité dans la population riveraine du bassin industriel de Lacq (Pyrénées-Atlantiques) de 1968 à 2014. Rapport final. Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 45 p.
- [8] Castor C, Coquet S, Chatignoux É, Roudier C. Faisabilité d'une étude de morbidité autour du bassin industriel de Lacq (Pyrénées-Atlantiques). Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 74 p.
- [9] Gabet A, Danchin N, Olie V. Infarctus du myocarde chez la femme : évolutions des taux d'hospitalisation et de mortalité, France, 2002-2013. Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire. 2016(7-8):100-8.
- [10] Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, Grimaud O, Woimant F, Giroud M, *et al.* L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire. 2017(5):84-94.
- [11] Drees. Le premier certificat de santé de l'enfant - Certificat du 8^e jour (CS8) - 2017. Drees; 2020. Disponible: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2020-10/DD52%20Sources%20et%20methodes-CS8.pdf>
- [12] Fosse-Edorh S, Mandereau-Bruno L, Piffaretti C. Le poids du diabète en France en 2016. Synthèse épidémiologique. Saint-Maurice : Santé publique France; 2018. 8 p.
- [13] Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, *et al.* Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. International journal of public health. 2019;64:441-50.
- [14] Rey G, Jouglu E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997 - 2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health. 2009;9:33.

- [15] Rey G, Rican S, Jouglu E. Mesure des inégalités de mortalité par cause de décès. Approche écologique à l'aide d'un indice de désavantage social. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire. 2011(8-9):87-90.
- [16] Drees. L'indicateur d'accessibilité potentielle localisée (APL) [En ligne] : 2020. [Disponible: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sources-outils-et-enquetes/lindicateur-daccessibilite-potentielle-localisee-apl>]
- [17] Ineris. La qualité de l'air en France métropolitaine cartographiée de 2000 à aujourd'hui par l'Ineris [En ligne]. Disponible: <https://www.ineris.fr/fr/recherche-appui/risques-chroniques/mesure-prevision-qualite-air/qualite-air-france-metropolitaine>
- [18] Achakulwisut P, Brauer M, Hystad P, Anenberg SC. Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO₂ pollution: estimates from global datasets. The Lancet Planetary Health. 2019;3(4):e166-e78.
- [19] 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. Environment international. 2017;100:1-31.
- [20] Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and health impacts of air pollution: a review. Frontiers in public health. 2020;8:14.
- [21] Park J, Kim H-J, Lee C-H, Lee CH, Lee HW. Impact of long-term exposure to ambient air pollution on the incidence of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. Environmental Research. 2021;194:110703.
- [22] Beckerman BS, Jerrett M, Finkelstein M, Kanaroglou P, Brook JR, Arain MA, *et al.*. The association between chronic exposure to traffic-related air pollution and ischemic heart disease. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. 2012;75(7):402-11.
- [23] Bourdrel T, Bind M-A, Béjot Y, Morel O, Argacha J-F. Cardiovascular effects of air pollution. Archives of cardiovascular diseases. 2017;110(11):634-42.
- [24] Ljungman PL, Mittleman MA. Ambient air pollution and stroke. Stroke. 2014;45(12):3734-41.
- [25] Shah AS, Lee KK, McAllister DA, Hunter A, Nair H, Whiteley W, *et al.*. Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis. bmj. 2015;350.
- [26] Yang B-Y, Qian Z, Howard SW, Vaughn MG, Fan S-J, Liu K-K, *et al.*. Global association between ambient air pollution and blood pressure: a systematic review and meta-analysis. Environmental pollution. 2018;235:576-88.
- [27] Yang Y-s, Pei Y-h, Gu Y-y, Zhu J-f, Yu P, Chen X-h. Association between short-term exposure to ambient air pollution and heart failure: An updated systematic review and meta-analysis of more than 7 million participants. Frontiers in public health. 2023;10:948765.
- [28] Arroyo V, Díaz J, Salvador P, Linares C. Impact of air pollution on low birth weight in Spain: An approach to a National Level Study. Environmental research. 2019;171:69-79.
- [29] Ju L, Li C, Yang M, Sun S, Zhang Q, Cao J, *et al.*. Maternal air pollution exposure increases the risk of preterm birth: Evidence from the meta-analysis of cohort studies. Environmental Research. 2021;202:111654.

- [30] Li C, Yang M, Zhu Z, Sun S, Zhang Q, Cao J, *et al.*. Maternal exposure to air pollution and the risk of low birth weight: a meta-analysis of cohort studies. *Environmental research*. 2020;190:109970.
- [31] Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, Aguilera I, Andersen A-MN, Ballester F, *et al.*. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *The lancet Respiratory medicine*. 2013;1(9):695-704.
- [32] Siddika N, Balogun HA, Amegah AK, Jaakkola JJ. Prenatal ambient air pollution exposure and the risk of stillbirth: systematic review and meta-analysis of the empirical evidence. *Occupational and environmental medicine*. 2016;73(9):573-81.
- [33] Stieb DM, Chen L, Eshoul M, Judek S. Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environmental research*. 2012;117:100-11.
- [34] Zhang H, Zhang X, Wang Q, Xu Y, Feng Y, Yu Z, *et al.*. Ambient air pollution and stillbirth: an updated systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Environmental Pollution*. 2021;278:116752.
- [35] Dutheil F, Comptour A, Morlon R, Mermillod M, Pereira B, Baker JS, *et al.*. Autism spectrum disorder and air pollution: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*. 2021;278:116856.
- [36] Imbriani G, Panico A, Grassi T, Idolo A, Serio F, Bagordo F, *et al.*. Early-life exposure to environmental air pollution and autism spectrum disorder: A review of available evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(3):1204.
- [37] Volk HE, Lurmann F, Penfold B, Hertz-Picciotto I, McConnell R. Traffic-related air pollution, particulate matter, and autism. *JAMA psychiatry*. 2013;70(1):71-7.
- [38] Balti EV, Echouffo-Tcheugui JB, Yako YY, Kengne AP. Air pollution and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;106(2):161-72.
- [39] Eze IC, Hemkens LG, Bucher HC, Hoffmann B, Schindler C, Künzli N, *et al.*. Association between ambient air pollution and diabetes mellitus in Europe and North America: systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*. 2015;123(5):381-9.
- [40] Janghorbani M, Momeni F, Mansourian M. Systematic review and metaanalysis of air pollution exposure and risk of diabetes. *European journal of epidemiology*. 2014;29:231-42.
- [41] Kim H-J, Kwon H, Yun JM, Cho B, Park J-H. Association between exposure to ambient air pollution and thyroid function in Korean adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2020;105(8):e2912-e20.
- [42] Li Y, Xu L, Shan Z, Teng W, Han C. Association between air pollution and type 2 diabetes: an updated review of the literature. *Therapeutic advances in endocrinology and metabolism*. 2019;10:2042018819897046.
- [43] Liu J, Zhao K, Qian T, Li X, Yi W, Pan R, *et al.*. Association between ambient air pollution and thyroid hormones levels: A systematic review and meta-analysis. *Science of the Total Environment*. 2023;904:166780.
- [44] Yang B-Y, Fan S, Thiering E, Seissler J, Nowak D, Dong G-H, *et al.*. Ambient air pollution and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Environmental research*. 2020;180:108817.
- [45] Zorena K, Jaskulak M, Michalska M, Mrugacz M, Vandenbulcke F. Air pollution, oxidative stress, and the risk of development of type 1 diabetes. *Antioxidants*. 2022;11(10):1908.

- [46] Ademe. La pollution de l'air en 10 questions. Ademe; 2023. Disponible: <https://bibliothèque.ademe.fr/ged/7434/guide-pollution-air-10-questions.pdf>
- [47] Baldi I, Jérémie B, Chevrier C, Coumoul X, Elbaz A, Goujon S, *et al.*. Pesticides et effets sur la santé: Nouvelles données : Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM); 2021.
- [48] Solagro. Carte Adonis d'utilisation des pesticides en France. Indice de fréquence de traitement phytosanitaire des surfaces agricoles 2020-2022. Consulté le 01/03/2024.
- [49] Wakefield J. Disease mapping and spatial regression with count data. *Biostatistics*. 2007;8(2):158-83.
- [50] Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*. 1991;43(1):1-20.
- [51] Riebler A, Sørbye SH, Simpson D, Rue H. An intuitive Bayesian spatial model for disease mapping that accounts for scaling. *Stat Methods Med Res*. 2016;25(4):1145-65.
- [52] De Leo S, Lee SY, Braverman LE. Hyperthyroidism. *Lancet*. 2016;388(10047):906-18.
- [53] Marinò M, Latrofa F, Menconi F, Chiovato L, Vitti P. Role of genetic and non-genetic factors in the etiology of Graves' disease. *J Endocrinol Invest*. 2015;38(3):283-94.
- [54] Le Moal J, Chesneau J, Gorla S, Boizeau P, Haigneré J, Kaguelidou F, *et al.* Spatiotemporal variation of childhood hyperthyroidism: a 10-year nationwide study. *Eur J Endocrinol*. 2022;187(5):675-83.
- [55] Conrad N, Misra S, Verbakel JY, Verbeke G, Molenberghs G, Taylor PN, *et al.* Incidence, prevalence, and co-occurrence of autoimmune disorders over time and by age, sex, and socioeconomic status: a population-based cohort study of 22 million individuals in the UK. *Lancet*. 2023;401(10391):1878-90.
- [56] Pascal M, Pascal L, Bidondo ML, Cochet A, Sarter H, Stempfelet M, *et al.* A review of the epidemiological methods used to investigate the health impacts of air pollution around major industrial areas. *J Environ Public Health*. 2013;2013:737926.
- [57] Gorla S, Le Tertre A. Les études locales autour d'un point source. Les différentes méthodes statistiques, leurs avantages et leurs inconvénients. *Note méthodologique*. 2010:8 p.
- [58] Roudier C, Ben Raies J, Hardy P, Andriamboavonjy T, Gorla S, Bidondo M-L, *et al.* Surveillance épidémiologique autour des grands bassins industriels : description des bassins industriels et des données disponibles pour caractériser l'exposition des populations. Saint-Maurice : Santé publique France; 2024. 91 p. Disponible: http://portaildocumentaire.santepubliquefrance.fr/exl-php/vue-consult/spf_internet_recherche/SPF00005419

7. ANNEXES

Annexe 1 : conclusions EQRS 2007 et 2016 (Burgeap)

8 Conclusion générale et perspectives de l'étude

BURGÉAP a réalisé une étude de risques sanitaires globale sur les rejets atmosphériques de la Zone Industrielle de Lacq. Cette étude a comporté plusieurs phases validées par le comité de pilotage (COPIL) constitué d'industriels, de la Communauté des Communes du Pays de Lacq et de représentants de l'état (DRIRE, DDASS, CIRE). Cette étude est novatrice et tend à se généraliser sur d'autres zones industrielles en France ; elle a nécessité 3 ans de travail et de collaboration avec les industriels.

Le cadre méthodologique de l'étude a été présenté lors d'un S3PI¹ (S3PI Lacq du 27 juin 2006). La démarche de l'étude de risques sanitaires a pour objectif d'identifier et de hiérarchiser les risques relatifs aux émissions atmosphériques de la Zone Industrielle de Lacq.

Un inventaire des émissions atmosphériques, sur les 19 sites industriels concernés par l'étude, a été établi en effectuant une analyse critique des données qui nous a conduits à compléter les données d'émission. 250 sources et 140 substances chimiques différentes ont été recensées. Une base de données des émissions atmosphériques a été donc élaborée. Cette base de données consolidée reste évolutive et servira aux futures mises à jour de l'étude.

Le domaine d'étude a été défini par modélisation en se basant sur les flux les plus élevés (émissions de SO₂) et sur des critères toxicologiques (polluants les plus toxiques). Une comparaison (modèle/mesure) sur le paramètre SO₂ a montré un écart relatif entre concentrations modélisées et concentrations mesurées de l'ordre de 15 % au maximum ; ce qui a validé le choix de notre modèle de dispersion.

Une enquête populationnelle sur l'ensemble du domaine d'étude a permis d'une part de construire des scénarios d'exposition réalistes et d'autre part d'ajuster au mieux les paramètres d'exposition aux caractéristiques comportementales de la population riveraine. Un scénario global a été retenu de façon à tenir compte de toutes les typologies d'exposition et de consommation sur la zone d'étude.

L'identification des effets toxiques nous a permis dans un premier temps d'écarter les substances considérées comme non toxiques dans les bases de données consultées, pour lesquelles il n'existe pas de phrase de risque pour la voie d'exposition considérée et pour lesquelles il n'y a pas de VTR disponible. Dans un second temps, cette étape a permis de sélectionner des « traceurs de pollution » représentant d'un ensemble de composés. Ensuite, nous avons effectué un choix de « traceur du risque » en comparant les substances entre elles et en tenant compte à la fois des quantités émises (en flux annuel) et de la toxicité des composés. Au final, 52 polluants ont été retenus pour réaliser l'étude des risques sanitaires. Enfin, les niveaux d'exposition ont été évalués à partir de la modélisation et leur comparaison avec les valeurs repères (VTR et VG) a été réalisée et a permis, dans le cas des VTR, la caractérisation du risque.

En l'état actuel de nos connaissances sur les effets sanitaires des polluants émis dans l'environnement, les résultats globaux de cette étude sont les suivants :

- Des polluants "non préoccupants" dont les niveaux de risque sont inférieurs ou très inférieurs aux valeurs repères (liste de 47 polluants). L'analyse des incertitudes pour ces polluants n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions.

La liste des polluants "non préoccupants" est présentée ci-après.

¹ S3PI : Secrétariat Permanent de Prévention de la Pollution Atmosphérique

RBx467-4/A12977/CBx050258	
JSu-CLD-CLy-AB	
04/05/07	Page : 102

Liste des polluants non préoccupants
NOx
Acétate de vinyle monomère
poussières
H ₂ S
toluène
acroléine
HCN
nickel
HCl
HF
chrome
hexane
NH ₃
tétrahydrofurane
dioxines et furanes
mercure
arsenic
cobalt
antimoine
plomb
cuivre
cadmium
zinc
manganèse
fluorène
phénantrène
pyrène
dioxane
formaldéhyde
SiO ₂
chlorure de vinyl
pentachlorophénol
tétrachloroéthylène
Tétrachlorométhane
hexachlorobenzène
benzo(a)pyrène
acénaphène
anthracène
benzo(b) fluoranthène
benzo(a) anthracène
benzo(k) fluoranthène
chrysène
fluoranthène
Naphtalène
2-éthoxyéthanol
n/methyl 2 pyrrolidone
diméthylformamide

RBx467-4/A12977/CBxA050258
JSu-CLD-CLy-AB
04/05/07 Page : 103

13.Conclusion

Le deuxième plan régional santé environnement (PRSE2) 2009-2013 prévoyait dans sa fiche action n°13 : Réduire l'impact des activités humaines sur la santé – Points noirs environnementaux, l'identification et la gestion des zones susceptibles de présenter une surexposition à des substances toxiques.

L'une des mesures à entreprendre pour réaliser l'action concernait la zone de Lacq (64) :

- Communication publique de l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés aux rejets atmosphérique de la zone de Lacq réalisée en 2007,
- Bilan des actions induites et de la surveillance de l'environnement,
- Actualisation de l'ERS,
- Actualisation des plans de gestion environnementaux et sanitaires.

L'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés aux rejets atmosphériques de la zone de Lacq réalisée en 2007 (rapport BURGEAP RBx0467-4/A12977/CBxA050258), a été présenté au SPPPI de la zone de Lacq le 24 septembre 2010 avec le bilan des actions induites et de la surveillance de l'environnement.

Cette première étude portait sur les rejets atmosphériques de 19 sites industriels avec comme année de référence 2003. De nettes évolutions ont eu lieu, tant du point de vue des flux à l'émission que des sources. Afin de poursuivre la démarche entreprise, il a été décidé de mettre à jour cette étude initiale, avec pour objectif d'assurer le suivi des substances initialement identifiées comme « substances d'intérêt sanitaire » et de s'assurer qu'aucune nouvelle substance ne pourrait poser problème pour la santé des populations vivant sur la zone d'étude et soumises à l'exposition de diverses sources de pollution considérées.

La mise à jour de l'étude continue à s'appuyer sur les documents de référence de l'INERIS et de l'InVS et a été menée dans le respect des recommandations de l'INERIS mentionnées dans le « Guide pour la conduite d'une étude de zone, DRC-11-115717-01555B » qui combinent les méthodes d'Interprétation d'Etat des Milieux (IEM) et d'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS). Cette démarche intégrée est par ailleurs reprise dans la nouvelle circulaire DGPR/DGS du 9 Aout 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

L'année de référence de la présente étude est 2011, avec toutefois une **analyse supplémentaire sur l'année 2014** permettant de tenir compte des évolutions les plus récentes sur la ZI.

Concernant la population, peu de modifications ont eu lieu sur ces communes d'un point de vue habitat. Les nouveaux projets sont majoritairement orientés vers les activités dites commerciales, tertiaires, artisanales et PME. La communauté de communes de Lacq aménage EUROLACQ 2, une zone d'activités de 29 hectares qui s'étend sur les communes d'Artix, de Labastide-Cézéracq et de Labastide-Monréjau. Le projet EUROLACQ 2 aura vocation à accueillir des entreprises non liées à la chimie, plutôt issues du secteur tertiaire. En ce qui concerne les activités industrielles de la ZI, cinq nouveaux sites se sont ou vont s'installer sur la zone ; il s'agit de ABENGOA (2007), COFELY (2014), OP SYSTEMES (2014), SMTB (avant 2011), SNET (présent). Deux sites ont cessé leurs activités : CELANESE (avant 2011) et TEPF (2013).

Depuis l'étude initiale, certains industriels se sont installés et d'autres ont ou vont augmenter leur production. Ces évolutions significatives génèrent une augmentation significative des flux de certains composés ou l'apparition de nouvelles substances telles que :

- L'acroléine, avec l'installation d'ABENGOA et de COFELY (en 2014) ;
- L'acrylonitrile avec la mise en service de la ligne de fabrication du Polyacrylonitrile (PAN) par TORRAY CFE en 2014 ;
- Le tétrachlorure de carbone (ou tétrachlorométhane) lié à l'activité d'ARKEMA Mont.

Hormis pour le benzène, les flux des substances d'intérêt sanitaires ont, quant à eux, considérablement diminués.

RACISO01027-06/ CACISO111804	
CV - CLD - CLY	
17/02/2016	Page : 106

BGP200/5

Par ailleurs, la modification des données toxicologiques et des VTR intervenues depuis l'étude initiale reste sans impact sur les substances retenues.

Dans le cadre de l'étude de risque sanitaire initiale menée sur la zone de Lacq, aucune mesure environnementale n'a été mise en œuvre, de façon à caractériser la pollution dite « historique » liée au fonctionnement passé de la ZI surtout en ce qui concerne les polluants « particuliers ». La méthodologie mise en œuvre à l'heure actuelle pour mener à bien les évaluations des risques sanitaires tend désormais vers une approche IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux. Ainsi, les mesures disponibles, auprès d'Airaq pour la qualité de l'air ou de la DREAL pour la qualité des sols, ont permis de caractériser l'état des milieux. Des investigations complémentaires ont été réalisées sur les sols afin de pallier à certains manques. L'interprétation des mesures disponibles a été faite par une comparaison successive à :

- l'état naturel de l'environnement, celui-ci se décomposant d'un bruit de fond géochimique et d'un bruit de fond anthropique lié à l'activité humaine non spécifique au site ;
- les valeurs réglementaires pour la gestion pertinente des milieux.

Au vu de l'ensemble des données disponibles sur la zone, aucune anomalie marquée n'a été mise en évidence. Les calculs de risques réalisés à l'issue de l'IEM sur le milieu sol ont conclu sur la compatibilité entre l'état des milieux et les usages identifiés.

En ce qui concerne la qualité de l'air, les mesures réalisées ne peuvent pas couvrir toutes les substances et l'ensemble de la zone. Il a, par conséquent, été décidé d'utiliser les résultats issus de la modélisation atmosphérique pour estimer l'exposition des populations et les risques inhérents aux rejets atmosphériques « actuels ».

En l'état actuel des connaissances sur les effets sanitaires des polluants émis dans l'environnement, les résultats globaux de cette étude sont les suivants pour les substances d'intérêt sanitaire retenues :

SO₂ :

Les concentrations modélisées au droit des stations de mesures AIRAQ restent inférieures à l'objectif de qualité de l'air de 50 µg/m³ en moyenne annuelle. La station la plus impactée reste celle de Lacq, ainsi que celle de Landresse.

La diminution des flux en 2014 entraîne une nette diminution des concentrations en moyenne annuelle (comprise entre 80 et 90 %). Les stations les plus impactées restent celles de Lacq et de Landresse, mais les concentrations modélisées sont désormais toutes inférieures à la valeur guide de l'OMS en moyenne journalière.

Malgré une nette diminution des flux de SO₂ émis, les dépassements de valeurs de référence sont encore présents sur la zone de Lacq (en percentiles horaires). On peut toutefois noter que cette nette diminution des flux prévue en 2014 se fait particulièrement ressentir au niveau des percentiles horaires sur la zone de Lacq. Seule la station de Landresse pourrait rester impactée.

La valeur réglementaire journalière de 125 µg/m³ est désormais respectée.

Oxyde d'éthylène :

L'oxyde d'éthylène présente un ERI de 1,2.10⁻⁵ soit dans le domaine de **vigilance active** défini par le HCSP. En effet, la diminution des flux pour ce composé est contrebalancée par la VTR retenue pour les effets cancérogènes.

L'oxyde d'éthylène reste donc une substance d'intérêt sanitaire à surveiller sur la ZI de Lacq.

Benzène :

Le benzène bien qu'émis près de 5 fois plus que lors de la précédente étude, ne présente pas de niveau de risque significatif. Le benzène était émis précédemment de façon surfacique. Il sera dans le futur émis par une source canalisée haute, pour laquelle la dispersion est favorisée.

La surveillance environnementale mise en place sur la ZI de Lacq permettra de s'assurer que les concentrations mesurées restent bien inférieures aux valeurs toxicologiques de référence.

Acétaldéhyde et Dichlorométhane :

Les indicateurs de risque passent dans la zone de conformité. La diminution des indicateurs de risque pour ces substances d'intérêt sanitaire identifiées lors de l'étude initiale est en cohérence avec la diminution des flux (99 % pour l'acétaldéhyde et 75% pour le dichlorométhane).

Acroléine :

L'acroléine présente un QD de 0,08 dans le domaine de conformité défini par le HCSP.

Les risques sont estimés à partir de données de la littérature, source d'incertitude difficilement maîtrisable. Des mesures à l'émission après la mise en fonctionnement du projet Biolacq permettra de confirmer les hypothèses retenues.

HCN :

L'HCN présente un QD de 0,06 dans le domaine de conformité défini par le HCSP.

Tétrachlorure de carbone :

Le QD estimé est de 0,03 pour les effets cancérigènes et de 0,01 pour les autres effets toxiques à seuil.

La campagne de mesures environnementales mise en œuvre par ARKEMA Mont montre que les concentrations mesurées sont bien inférieures aux valeurs toxicologiques de référence.

Acrylonitrile :

L'acrylonitrile présente un QD de 0,12 et un ERI de 7.10^{-6} . Les indicateurs de risques sont dans la zone de conformité définie par le HCSP.

Le benzène et le SO₂ sont émis par les industriels étudiés, mais sont également traceurs des activités tels que le trafic routier ou l'habitat. ***Ces composés font actuellement l'objet d'une surveillance accrue sur la zone de Lacq.*** Il est conseillé de poursuivre cette surveillance au vu des nouvelles sources industrielles et de la multiplicité des sources. En effet, la réduction de la part liée aux émissions des industriels dans les concentrations environnementales mesurées augmente la part relative liée aux autres activités. Il sera donc nécessaire de considérer la présence de ce type de source dans la réalisation de la surveillance environnementale de ces composés.

L'acroléine fait également partie des composés émis par plusieurs sources : les industries, le trafic et l'habitat. A l'heure actuelle, les techniques d'échantillonnage ne permettent pas toujours d'atteindre des limites de quantification suffisamment basses pour conclure sur les niveaux d'exposition et de risque associé. Il s'agira néanmoins de s'assurer que les concentrations environnementales restent aussi faibles que possibles au regard de la toxicité de la substance et de la multiplicité des sources.

Les polluants organiques persistants ainsi que les composés bioaccumulables ne montrent pas d'anomalie marquée nécessitant un suivi en continu. Il s'agira dans le futur de s'assurer que les niveaux d'émission restent suffisamment faibles pour conserver des concentrations environnementales qui ne présentent pas d'impact pour les usagers de la zone.

RACISO01027-06/ CACISO111804	
CV - CLD - CLY	
17/02/2016	Page : 108

BGP200/5

Annexe 2 : Cartographie des signalements Odo, campagne 2021, Atmo Nouvelle-Aquitaine

Données issues du rapport de Atmo-Nouvelle-Aquitaine sur le suivi des odeurs du bassin industriel de Lacq en 2021.

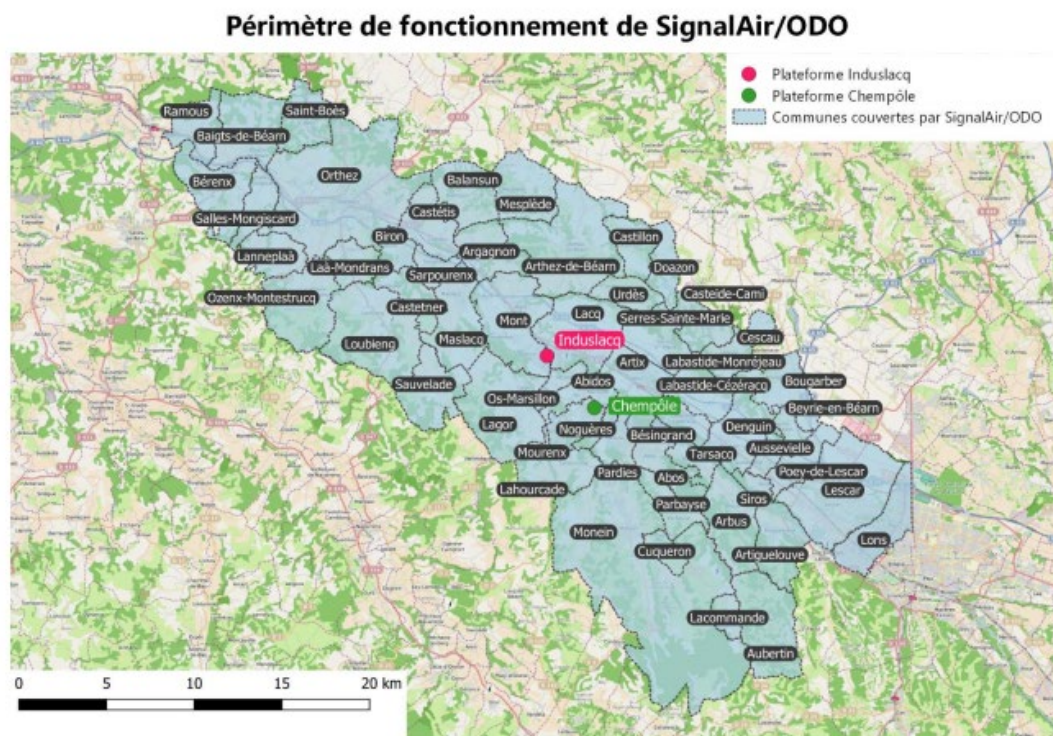


Figure 1 | Périmètre de fonctionnement d'ODO/SignalAir – Bassin de Lacq (64)



Localisation des signalements d'odeurs Année 2021

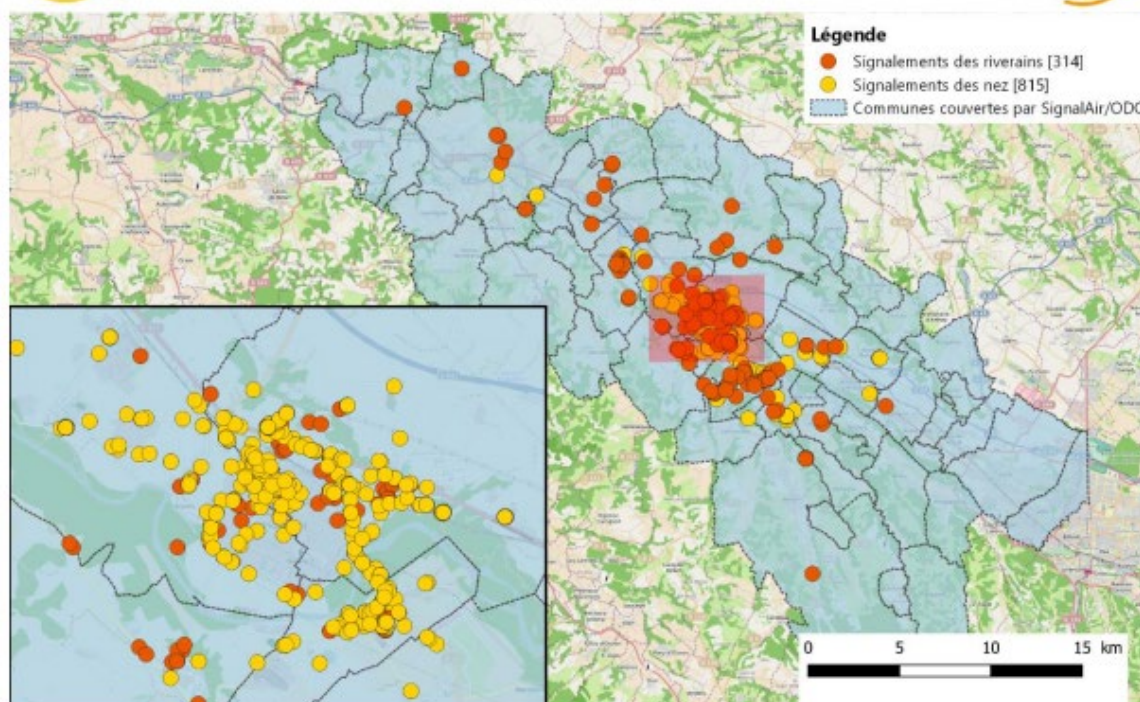


Figure 3 | Localisation des signalements d'odeurs en 2021

Annexe 3 : Saisine de la Direction générale de la santé, octobre 2015



MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTÉ ET DES DROITS DES FEMMES

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ
Sous-Direction de la Prévention des risques liés à
l'environnement et à l'alimentation
Bureau Environnement extérieur et produits chimiques

Paris, le 27 OCT. 2015



Monsieur le Directeur Général de la Santé

à

Monsieur le Directeur Général de l'Institut de
veille sanitaire

12 Rue du Val d'Osne, 94410 Saint-Maurice

OBJET : Saisine relative à l'évaluation de l'opportunité de la mise en place d'une surveillance
épidémiologique autour du bassin de Lacq.

**Etude de l'opportunité de généraliser ce type de surveillance autour des grands bassins
industriels.**

PJ : Référé de la Cour des comptes sur la gestion publique de la mutation industrielle
du bassin de Lacq (9 avril 2015)

Le 9 avril 2015, la Cour des comptes a publié un référé sur la gestion publique de la mutation industrielle de Lacq dans lequel elle recommande, d'une part, un « meilleur encadrement de la sécurité sanitaire des sites industriels dont les activités exposent les populations et les travailleurs à des pollutions anciennes ou nouvellement identifiées », et d'autre part, « d'associer la médecine du travail », notamment en prévoyant l'échange d'informations anonymes entre la médecine du travail et les services de santé publics.

Dans ce référé, la Cour des comptes évoque notamment la non-réalisation d'une étude épidémiologique autour du bassin de Lacq, recommandée suite aux résultats de l'étude géographique de l'ISPD de 2002, au profit d'une évaluation des risques sanitaires dans le cadre d'une étude de zone.

Suite à la publication de ce référé, un collectif de personnalités locales, comptant notamment des élus, a demandé à madame la Ministre chargée de la santé de « mettre en place une étude épidémiologique indépendante autour du bassin de Lacq ». Cette demande est également exprimée

localement par une association de protection de la nature, qui a, en outre, déposé une plainte durant l'été 2015 du fait de la survenue d'odeurs inhabituelles lors d'un épisode très médiatisé¹.

Au vu de ce contexte, des nouvelles connaissances sur les dangers, les expositions, et les risques, et des éventuelles évolutions méthodologiques, je souhaite aujourd'hui que vous évaluiez à nouveau la pertinence et la faisabilité de mettre en place une surveillance épidémiologique des populations riveraines du bassin de Lacq. Si la mise en place d'une surveillance épidémiologique est jugée pertinente, les modalités de cette surveillance seront à décrire.

Je vous remercie de bien vouloir nous apporter les **éléments de réponse sur la faisabilité et la pertinence d'une telle surveillance sur la zone de Lacq pour janvier 2016**.

A l'occasion de cette nouvelle analyse, je souhaite connaître votre position sur les recommandations de la Cour des comptes, à savoir sur :

- l'opportunité d'associer la médecine du travail pour assurer cette surveillance et, le cas échéant, sur les modalités d'une telle association ;
- la généralisation de la mise en place d'une surveillance épidémiologique des populations riveraines des grands bassins industriels. La mise en place ou non d'une telle surveillance pourrait se fonder sur des critères d'aide à la décision définis en fonction des caractéristiques des situations.

Pour cela, vous pourrez vous appuyer notamment sur vos retours d'expérience et sur une analyse comparative des différentes études déjà mises en œuvre, par vos services ou d'autres structures telles que l'Observatoire régional de santé, autour de bassins ou sites industriels d'importance (études multicentriques, évaluation des risques, études locales...). Il s'agira notamment de mettre en lumière les arguments et critères ayant conduit à la réalisation de tel ou tel type d'étude. Vous décrierez également de manière synthétique, pour chaque type d'étude, les résultats qui peuvent en être attendus, mais aussi l'investissement qu'il requiert (coût, durée, expertise...).

Une synthèse de cette analyse, comprenant la présentation d'outils d'aide à la décision et des recommandations pour la réalisation de surveillance sanitaire autour des bassins industriels, incluant les modalités d'association de la médecine du travail, est attendue **pour fin 2016**.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples précisions.

Le Directeur Général de la Santé,

Copies à : ARS Aquitaine, DGT et DGPR

Professeur Benoît VALLET

¹ Par ailleurs, le 28 juillet 2015, la Cour des comptes a remis son relevé d'observations provisoire relatif aux politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air dans lequel elle fait deux recommandations proches de celle du référé cité ici, à savoir :

- « *Systématiser le suivi des études de risque sanitaire* » (dans les secteurs industriels) et ;
- « *Mettre en place un partage de l'information entre les services de la médecine du travail, les ARS et les CIRE, à des fins épidémiologiques* ».

Annexe 4 : Classement des communes selon 3 critères

- Exposée
■ Moyennement exposée
■ Peu ou pas exposée
 Données non disponibles

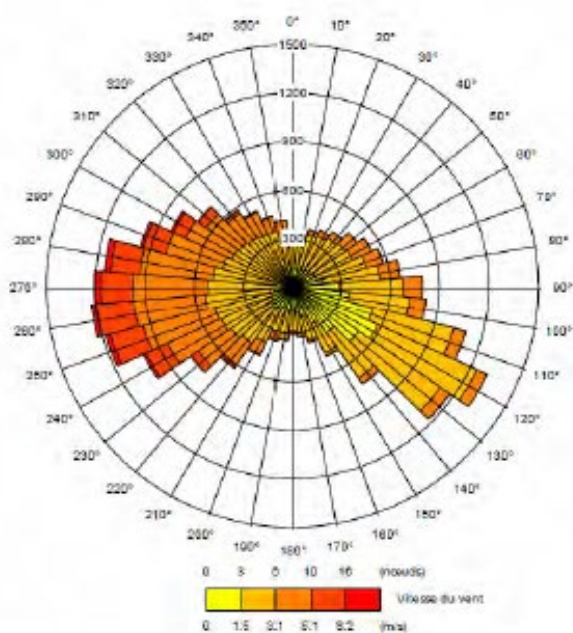
		Dire d'expert	ERS 2007	Pression environnementale /SO ₂	Zonage
1	ABIDOS				A
2	ABOS				B
3	ARBUS				B
4	AREN				C
5	ARGAGNON				B
6	ARNOS				B
7	ARTHEZ-DE-BEARN				B
8	ARTIGUELOUVE				B
9	ARTIX				A
10	AUBERTIN				B
11	AUBIN				C
12	AUDAUX				C
13	AUSSEVIELLE				B
14	BALANSUN				B
15	BASTANES				C
16	BESINGRAND				A
17	BEYRIE-EN-BEARN				B
18	BIRON				B
19	BOUGARBER				B
20	BOUILLON				C
21	BOUMOURT				B
22	BUGNEIN				C
23	CARDESSE				B
24	CASTEIDE-CAMI				B
25	CASTEIDE-CANDAU				C
26	CASTETBON				C
27	CASTETIS				B
28	CASTETNER				B
29	CASTILLON (CANTON D'ARTHEZ-DE-BEARN)				B
30	CAUBIOS-LOOS				C
31	CESCAU				B
32	CUQUERON				B
33	DENGUIN				B
34	DOAZON				B
35	DOGNEN				C
36	ESTIALESCQ				C
37	ESTOS				C
38	GEUS-D'ARZACQ				C

39	GOES				C
40	HAGETAUBIN				B
41	JASSES				C
42	LAA-MONDRANS				B
43	LABASTIDE-CEZERACQ				A
44	LABASTIDE-MONREJEAU				B
45	LABEYRIE				C
46	LACADEE				C
47	LACOMMANDE				B
48	LACQ				A
49	LAGOR				A
50	LAHOURCADE				B
51	LAROIN				B
52	LARREULE				C
53	LASSEUBE				C
54	LAY-LAMIDOU				C
55	LEDEUIX				C
56	LESCAR				B
57	LOUBIENG				B
58	LONS				C
59	LUCQ-DE-BEARN				B
60	MASLACQ				A
61	MAZEROLLES				C
62	MERITEIN				C
63	MESPLEDE				B
64	MOMAS				C
65	MONEIN				B
66	MONT				A
67	MONTARDON				C
68	MORLANNE				C
69	MOURENX				A
70	NAVARRENX				C
71	NOGUERES				A
72	OGENNE-CAMPTORT				C
73	ORTHEZ				B
74	OS-MARSILLON				A
75	OZENX-MONTESTRUCQ				C
76	PARBAYSE				B
77	PARDIES				A
78	POEY-D'OLORON				C
79	POEY-DE-LESCAR				B
80	POMPS				B
81	PRECHACQ-NAVARRENX				C
82	SAINT-FAUST				C
83	SAINT-MEDARD				C
84	SALLESPISE				C
85	SARPOURENX				B
86	SAUCEDE				C

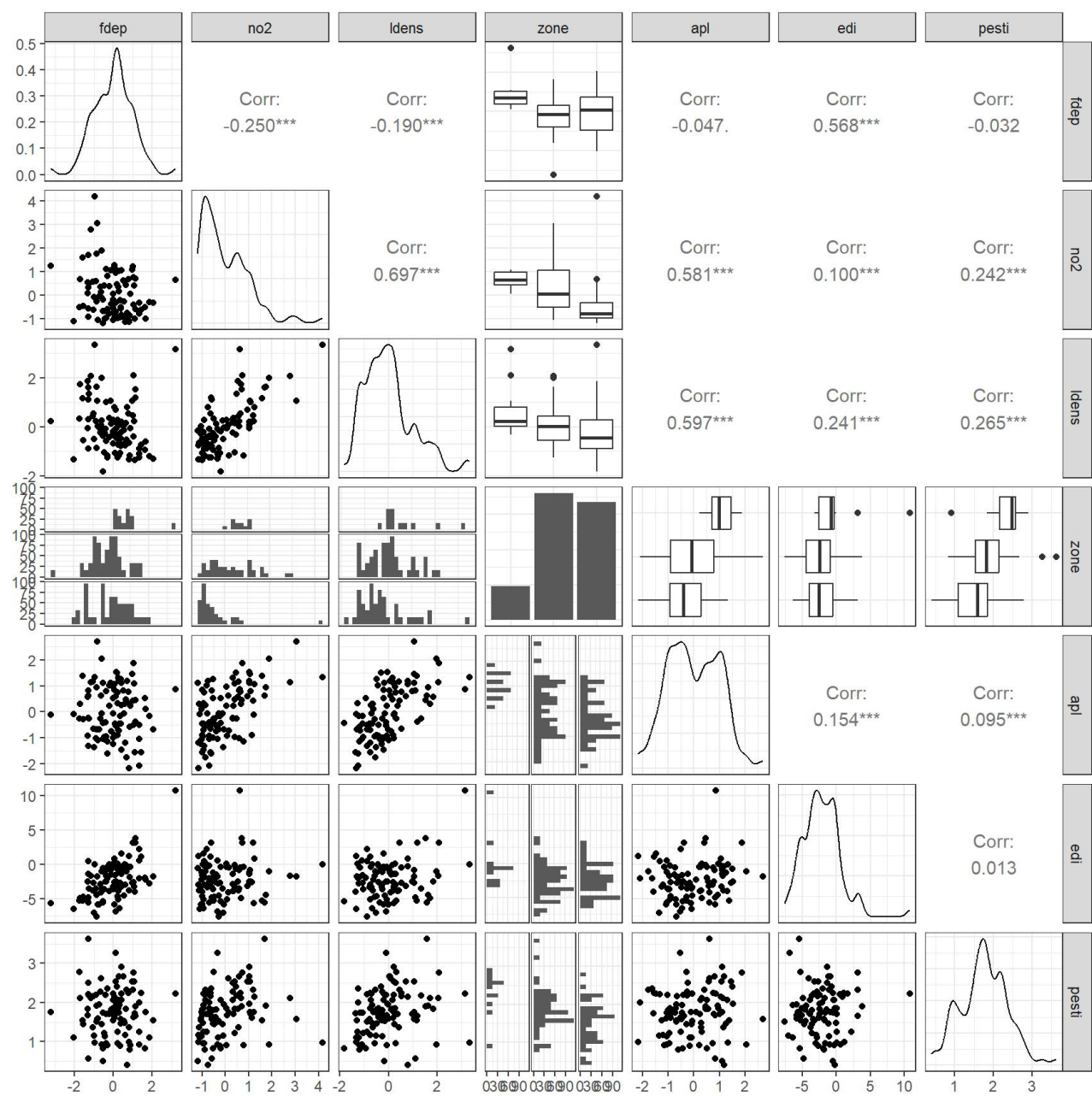
87	SAULT-DE-NAVAILLES				C
88	SAUVAGNON				C
89	SAUVELADE				B
90	SERRES-CASTET				C
91	SERRES-SAINTE-MARIE				B
92	SIROS				B
93	TARSACQ				B
94	URDES				B
95	UZAN				C
96	UZEIN				C
97	VERDETS				C
98	VIELLENAVE-D'ARTHEZ				B
99	VIELLESEGURE				B

Annexe 5 : Rose des vents sur le bassin industriel de Lacq

Les roses des vents peuvent être très différentes d'une station à l'autre car des phénomènes très locaux et le relief exercent une influence majeure sur les directions et vitesses de vents.



Annexe 6 : Corrélation entre les cofacteurs disponibles *a priori* pour l'analyse



Annexe 7 : Estimation des effets fixes des modèles complets

Indicateur	Covariable	RR
Asthme	FDep	1.04 (1.00 ; 1.09)
	Pesticide	1.02 (0.97 ; 1.08)
	Densité (log)	1.03 (1.00 ; 1.06)
Asthme (40 ans et moins)	FDep	1.01 (0.95 ; 1.07)
	Pesticide	0.97 (0.90 ; 1.05)
	Densité (log)	1.07 (1.02 ; 1.12)
Diabète (type 1 et 2)	FDep	1.10 (1.04 ; 1.16)
	Densité (log)	1.01 (0.97 ; 1.05)
Toutes cardiopathies	FDep	1.02 (0.99 ; 1.05)
	Densité (log)	1.00 (0.98 ; 1.01)
AVC	FDep	0.98 (0.92 ; 1.05)
	Densité (log)	0.98 (0.93 ; 1.02)
Hypertension	FDep	1.07 (1.04 ; 1.11)
	Densité (log)	1.00 (0.96 ; 1.03)
Insuffisance cardiaque	FDep	1.08 (1.02 ; 1.14)
	Densité (log)	0.96 (0.92 ; 1.01)
MVTE	FDep	1.03 (0.97 ; 1.09)
	Densité (log)	1.00 (0.96 ; 1.05)
SCA	FDep	1.05 (0.98 ; 1.12)
	Densité (log)	1.05 (1.00 ; 1.10)
Petit poids naissance	FDep	1.06 (0.98 ; 1.15)
	Densité (log)	1.01 (0.95 ; 1.07)
Naissance prématurée	FDep	1.06 (0.95 ; 1.20)
	Densité (log)	1.03 (0.95 ; 1.13)
Hyper-thyroïdie	FDep	1.05 (0.95 ; 1.16)
	Pesticide	1.01 (0.85 ; 1.20)
	Densité (log)	0.93 (0.86 ; 1.00)
Hypo-thyroïdie	FDep	1.00 (0.96 ; 1.05)
	Pesticide	1.00 (0.94 ; 1.06)
	Densité (log)	1.04 (1.00 ; 1.07)
TSA	FDep	1.52 (1.13 ; 2.07)
	Densité (log)	1.23 (0.95 ; 1.63)

Les RR sont exprimés pour une augmentation d'un écart type des covariables.

Annexe 8 : Estimation de la variance des effets aléatoires des modèles complets

Indicateur	Écart type - σ	Part de variance spatiale - ϕ
Asthme	0.10 (0.07 ; 0.13)	0.80 (0.42 ; 0.98)
Asthme (40 ans et moins)	0.13 (0.09 ; 0.18)	0.79 (0.39 ; 0.98)
Diabète (type 1 et 2)	0.12 (0.07 ; 0.18)	0.22 (0.01 ; 0.71)
Toutes cardiopathies	0.03 (0.01 ; 0.07)	0.31 (0.01 ; 0.87)
AVC	0.07 (0.01 ; 0.18)	0.36 (0.02 ; 0.90)
Hypertension	0.11 (0.09 ; 0.15)	0.21 (0.01 ; 0.66)
Insuffisance cardiaque	0.07 (0.01 ; 0.15)	0.34 (0.02 ; 0.90)
MVTE	0.19 (0.05 ; 0.49)	0.39 (0.02 ; 0.93)
SCA	0.16 (0.05 ; 0.38)	0.34 (0.01 ; 0.90)
Petit poids naissance	0.10 (0.03 ; 0.22)	0.26 (0.01 ; 0.81)
Naissance prématurée	0.15 (0.05 ; 0.31)	0.35 (0.02 ; 0.90)
Hyper-thyroïdie	0.14 (0.05 ; 0.29)	0.42 (0.02 ; 0.94)
Hypo-thyroïdie	0.08 (0.05 ; 0.13)	0.62 (0.16 ; 0.95)
TSA	1.00 (0.78 ; 1.26)	0.13 (0.01 ; 0.48)