



Master 2 Santé publique – Parcours METEORES

Promotion : **2022-2023**

Date du Jury : **14 septembre 2023**

**Pollution atmosphérique en zone d'élevage :
État des connaissances des effets sur les
populations riveraines**

Lieu de stage : Santé publique France, Cellule régionale Bretagne

Référents pédagogique et professionnels : Philippe GLORENNEC,

Alain LE TERTRE et Yvonnick GUILLOIS

Léa GALLIER

Remerciements

Je souhaite adresser tous mes remerciements à l'ensemble des personnes ayant rendu possible l'élaboration de ce mémoire :

Je tiens dans un premier temps à adresser mes remerciements à mon référent professionnel, Alain LE TERTRE, pour m'avoir accueilli dans ton équipe et pour la confiance que tu m'as accordée au fil de cette année d'apprentissage.

Je remercie particulièrement Yvonnick GUILLOIS avec qui j'ai travaillé sur ce projet tout au long de cette année. Je te remercie pour ta disponibilité et ton encadrement riche qui m'ont été d'une aide précieuse pour la réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à remercier toute l'équipe de la Cellule régionale Bretagne pour leur accueil, ainsi que pour leurs précieux conseils qui m'ont été d'une grande aide : Mathilde PIVETTE, Jonathan ROUX (merci pour ces moments de salle acharnés... Mais on a une chorée de steps à apprendre encore !), Marlène FAISANT (merci de m'avoir appris à gérer avec Word et pour le cours sur la typographie! PE forever !) ainsi que Bertrand GAGNIERE (merci pour toutes ces heures de profondes discussions et .. pour la gourde ☺).

Je remercie également mon référent pédagogique de l'EHESP, Philippe GLORENNEC pour son accompagnement et ses conseils dans la rédaction de ce mémoire. Mes remerciements s'étendent également à Pierre LE CANN ainsi qu'à l'ensemble du corps enseignant pour la qualité des enseignements dispensés au cours de ces deux années de Master.

Enfin, je souhaite remercier mes collègues de la promotion METEORE pour ces bons moments passés en leur compagnie qui ont été une source de motivation dans l'élaboration de ce mémoire.

Sommaire

1	Introduction	3
1.1	Évolution des modèles d'élevage	3
1.2	Contexte régional	3
1.3	Contribution de l'élevage à la pollution atmosphérique	4
1.4	Réglementation	5
1.5	Enjeux et objectifs	6
2	Méthodologie.....	9
2.1	Question de recherche	9
2.2	Sources d'information et stratégie de recherche	10
2.3	Critères d'éligibilité	10
2.4	Critères de sélection.....	10
2.5	Extraction et analyse des données.....	11
3	Résultats	13
3.1	Synthèse des connaissances	13
3.1.1	Sélection des revues	13
3.1.2	Effets sanitaires identifiés.....	14
3.2	Caractéristiques des études épidémiologiques référencées dans les revues... 20	
3.2.1	Sélection des études épidémiologiques	20
3.2.2	Caractéristiques des études épidémiologiques	21
4	Discussion.....	29
4.1	Des preuves contradictoires	29
4.2	Forces et limites	34
4.3	Perspectives	35
5	Conclusion	39
	Bibliographie.....	41
	Liste des annexes	I
	Annexe 1.....	I
	1) Liste des mots clés utilisés pour la construction des équations de recherche	I

2) <i>Détails des équations de recherche</i>	II
Annexe 2.....	IV
Liste des références exclues.....	IV
Annexe 3.....	V
Grilles de lecture des revues systématiques sélectionnées.....	V
Annexe 4.....	IX
Grilles de lecture des revues narratives	IX
Annexe 5.....	XII
Grilles de lecture des études épidémiologiques individuelles	XII

Liste des sigles utilisés

RSD : Règlement Sanitaire Départemental
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
AE : Animal équivalent
SARM : Staphylococcus aureus résistant à la métiline
IVG : Intensive Animal Husbandry and Health
VGO : Livestock Farming and the Health of Local Residents
BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive
VEMS : Volume expiratoire maximal par seconde (FEV1 en anglais)
CVF : Capacité vitale forcée (FVC en anglais)
DEMM : Débit expiratoire maximal médian (MMEF en anglais)
SIG : Système d'information géographique
NH₃ : Ammoniac
PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur à 10 µm
H₂S : Sulfure d'hydrogène

Table des figures

FIGURE 1 : EFFECTIF REGIONAL PAR CATEGORIE DE CHEPTELS DE (A) BOVINS, (B) PORCS ET (C) VOLAILLES EN FRANCE METROPOLITAINE (SELON LES DONNEES DU RECENSEMENT AGRICOLE 2020).....	4
FIGURE 2 : DIAGRAMME DE FLUX DETAILLANT LE PROCESSUS DE SELECTION DES REFERENCES.	13
FIGURE 3 : AVANCEE DES CONNAISSANCES CONCERNANT LES EFFETS RESPIRATOIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE LIES AUX ACTIVITES D'ELEVAGE PARMIS LES POPULATIONS RIVERAINES. PERIODE 2012 –2022	19

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : EFFETS SANITAIRES EN POPULATION GENERALE DES EXPOSITIONS AUX ELEVAGES. COMPARAISON DES REVUES SYSTEMATIQUES INCLUSES.	16
TABLEAU 2 : PRISE EN COMPTE DES REFERENCES IDENTIFIEES PAR LES REVUES SYSTEMATIQUES	21
TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES DES ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES	25

1 Introduction

1.1 Évolution des modèles d'élevage

Des changements importants ont été apportés aux modèles d'élevage et de production agricole au cours des 60 dernières années. Dans le passé, le bétail et la volaille étaient principalement produits au sein d'exploitations familiales de petites tailles pour la consommation familiale et locale. Les activités d'élevage étaient souvent diversifiées, composées de plusieurs espèces animales élevées en plein air sur de vastes terres. Ces exploitations étaient généralement étroitement liées à l'environnement naturel et à l'agroécosystème local.

Face à l'évolution de la population mondiale, ayant entraîné une demande croissante des produits alimentaires, en particulier de sources de protéines animales telles que la viande, le lait et les œufs, une adoption généralisée de pratiques agricoles plus intensives a eu lieu. Ce modèle a pour but de maximiser les niveaux de productivité alimentaire tout en réduisant les coûts de production. Il se caractérise par des exploitations d'animaux à grande échelle souvent confinés dans des bâtiments fermés dont la densité dans une zone donnée est généralement très élevée (Rossi et Garner 2014). Celui-ci permet également de faire face aux pressions économiques croissantes auxquelles les agriculteurs sont confrontés, en permettant une production alimentaire plus abondante et régulière, ainsi qu'une meilleure utilisation des ressources disponibles.

1.2 Contexte régional

La Bretagne illustre bien le passage d'une agriculture traditionnelle vers une agriculture plus intensive. La région représentait en 2020, 22 % de la valeur des productions animales françaises, spécialisée notamment dans l'élevage hors-sol de volailles et de porcs ainsi que dans les élevages laitiers, ce qui la place au premier rang des régions. En effet, elle était à cette date, le premier producteur de porcs en France, représentant un cheptel de 7,5 millions de têtes, soit 56 % du cheptel porcin français. L'élevage avicole occupe également une place prépondérante en Bretagne par rapport aux autres régions, avec un cheptel de 90 millions de têtes, soit 31 % de la production française (poules pondeuses d'œufs de consommation et poulets de chair et coqs). Enfin, les exploitations bovines sont également représentées dans la région avec 11 % de la production nationale de bovins finis Figure 1. La Bretagne occupe par ailleurs, le premier rang des régions pour la production de lait et de veaux de boucherie, représentant respectivement 23 % et 19 % de la production française.

Malgré une tendance à la baisse du nombre d'exploitations agricoles (toutes spécialisations) en France ces dernières décennies, le cheptel breton maintient son poids dans le cheptel national. Bien que ces exploitations soient moins nombreuses, elles s'agrandissent. En 2020, les exploitations bretonnes exploitaient en moyenne 62 hectares (soit 14 hectares de plus par rapport à 2010). Cet agrandissement ou ce regroupement des exploitations confirme la restructuration de l'agriculture bretonne (Draaf Bretagne 2022).

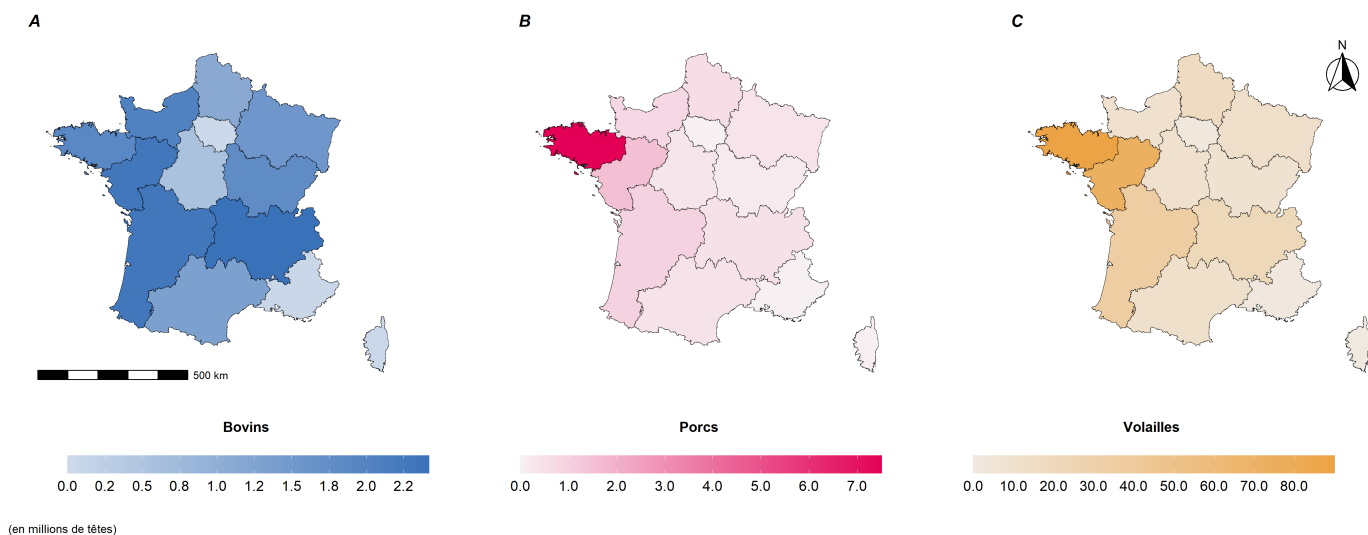


Figure 1 : Effectif régional par catégorie de cheptels de (A) Bovins, (B) Porcs et (C) Volailles en France métropolitaine (selon les données du recensement agricole 2020).

1.3 Contribution de l'élevage à la pollution atmosphérique

L'élevage contribue à la pollution atmosphérique en émettant un mélange de polluants comme l'ammoniac (NH_3) et le sulfure d'hydrogène (H_2S), des irritants des voies respiratoires. En plus de ces gaz, des allergènes, des composants biologiques en suspension dans l'air (bioaérosols) ainsi que des particules fines (PM) sont présents, et peuvent être contaminés par des micro-organismes ou des toxines telles que les endotoxines, présentes en quantités importantes lors de la fermentation du fumier (Borlée et al. 2015; Pavilonis et al. 2013). L'exposition aux endotoxines, a été associée à des effets sur la santé respiratoire que ce soit au travail ou dans l'environnement domestique (Heederik et al. 2007). Les émissions de ces polluants proviennent en grande partie des déjections animales, mais d'autres sources liées aux activités des élevages, comme les mesures de gestion des effluents, ainsi que l'alimentation des animaux y contribuent de manière importante. Ces polluants peuvent se propager sous le vent, par exemple via la ventilation, ainsi que par le processus de décomposition du fumier (Casey et al. 2015).

En Bretagne, l'ammoniac dont l'agriculture est le principal émetteur, représente 17 % des émissions à l'échelle nationale et provient principalement des déjections animales et

de l'urine (Air Breizh 2022). Ce polluant est un précurseur des particules fines, transportées sur de longues distances et dont les effets délétères sur la santé sont connus (développement de cancers, maladies cardiovasculaires et respiratoires, atteinte du développement neurologique de l'enfant...) (Santé publique France 2019). Les émissions de l'ensemble de ces polluants résultent d'interactions complexes entre les pratiques d'élevage, les conditions environnementales, la gestion des déchets et des moyens de ventilations au sein des installations d'élevage (Wing et al. 2000).

1.4 Réglementation

Selon le nombre et les types d'animaux présents au sein des exploitations, les élevages relèvent soit du Règlement Sanitaire Départemental (RSD), soit de la législation des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). En conséquence, différentes réglementations concernant les procédures administratives, les règles d'implantation des bâtiments, les équipements de stockage et de gestion des effluents d'élevage ainsi que leur épandage doivent être respectées. (pour le détail de la réglementation se référer à (Chambres d'agriculture Normandie 2022)).

Pour les élevages relevant du RSD, la réglementation impose que le nombre de porcs soit inférieur à 50 animaux équivalents (AE)¹, pour les volailles compris entre 50 à 5 000 AE² et moins de 50 veaux de boucherie et de vaches laitières. Les bâtiments d'élevage ont l'obligation d'être implantés à un minimum de 50 mètres des habitations, à l'exception des porcs sur lisier où la limite est fixée à 100 mètres minimum.

Concernant l'épandage des effluents d'élevage (fumier, compost et lisier), celui-ci doit être réalisé à plus de 100 mètres des habitations. De plus, il est interdit pendant certaines périodes comme lors de fortes pluies en raison des risques environnementaux et sanitaires. En effet, les risques de lessivage et ruissellement vers les cours d'eau ou les nappes phréatiques peuvent être importants, pouvant entraîner une pollution environnementale. De plus, le développement de pathogènes présents dans les effluents y est favorisé, ce qui peut représenter un risque pour la santé des populations.

Pour les bâtiments d'élevage classés ICPE, on retrouve les élevages relevant du régime de déclaration et de l'autorisation. Parmi les bâtiments soumis au régime de déclaration, la réglementation impose que le nombre de porcs doit être compris entre 40 et

¹ Animaux équivalents (AE) : un porcelet sevré de moins de 30 kg = 0,2 AE / un porc à l'engrais, une cochette avant 1^{ère} saillie un animal en élevage, multiplication ou sélection = 1 AE / une cochette pleine, une truie, un verrat = 3 AE.

² Une poule, un poulet, un faisan, une pintade, une poulette = 1 AE / Un canard = 2 AE / Une dinde médium, une oie = 3 AE / Un palmipède gras ou gavage = 7 AE

450 AE¹, celui des volailles entre 5 000 et 30 000 AE² et pour les bovins, entre 50 et 400 pour les veaux de boucherie et jusqu'à 150 pour les vaches laitières. En ce qui concerne ceux soumis au régime d'autorisation, le nombre de porcs doit être supérieur à 450 AE¹, plus de 30 000 AE² pour les volailles et à plus de 400 et 100 respectivement pour les veaux de boucherie et les vaches laitières.

Les bâtiments d'élevage doivent être implantés à plus de 100 mètres des habitations. Ici également, l'épandage doit généralement être réalisé à plus de 100 mètres de celles-ci.

Des dérogations relatives aux distances minimales d'implantation et des exceptions concernant les distances d'épandage des effluents sont possibles (si un traitement est réalisé).

1.5 Enjeux et objectifs

Lors de l'élaboration des Plans régionaux santé environnement (PRSE), les associations bretonnes de protection de l'environnement ont relayé les inquiétudes des populations riveraines des zones d'élevage face à la qualité de l'air ambiant. Les risques associés à des polluants atmosphériques spécifiques, par exemple l'ammoniac (NH₃), peuvent être explorés par des Évaluations Quantitatives des Risques Sanitaires (EQRS). Néanmoins, des questionnements demeurent sur les effets de la pollution atmosphérique considérée dans son ensemble comme un cocktail de polluants. Dans ce contexte, Santé publique France a été sollicitée pour étendre ses missions de surveillance aux effets de la pollution atmosphérique en zone d'élevage.

Les effets sanitaires liés aux polluants atmosphériques en zone d'élevage ont été largement étudiés chez les travailleurs des élevages. Ces recherches ont démontré de manière concluante que ces populations sont exposées à un risque accru de développer des maladies respiratoires (Donham et al. 1995; Kirkhorn et Garry 2000). Cependant, ces résultats ne peuvent pas être extrapolés aux populations riveraines. En effet, les niveaux d'exposition diffèrent entre les deux populations, les travailleurs des élevages étant généralement exposés aux niveaux de polluants atmosphériques les plus élevés. De plus, ces études ne prennent pas en compte les populations les plus vulnérables. En effet, les enfants, en raison de leur système respiratoire en développement, ainsi que les personnes âgées en raison de leur fragilité et de leur système immunitaire affaibli, peuvent être particulièrement vulnérables aux conséquences néfastes de l'exposition aux polluants atmosphériques (Douglas et al. 2018).

L'objectif de ce mémoire était la production d'un état des connaissances relatif aux effets des émissions de polluants atmosphériques provenant des élevages sur les populations riveraines. Plus précisément, ce travail devait permettre de répondre aux questions suivantes :

- **Les connaissances scientifiques disponibles permettent-elles d'envisager dès à présent une surveillance des effets sanitaires liés à la pollution atmosphérique en zone d'élevage dans le cadre des missions de Santé publique France ?**
- **Les connaissances sont-elles au contraire insuffisantes pour envisager une surveillance et demandent-elles à être confortées et selon quelles approches épidémiologiques ?**

2 Méthodologie

Afin de répondre à l'objectif, une synthèse rapide de la littérature existante a été réalisée afin d'identifier les effets des émissions atmosphériques des élevages sur les populations riveraines. Dans le but de produire de l'information dans des délais courts, la synthèse des connaissances s'est inspirée des lignes directrices PRISMA (Page et al. 2021) sans reprendre l'intégralité des étapes de la revue systématique. Sur le modèle des *umbrella reviews* (revue parapluie) (Aromataris et al. 2015), la synthèse privilégie l'analyse des revues exhaustives récentes, enrichies des apports des revues narratives et de la littérature grise. Les principales études épidémiologiques référencées par les revues ont par la suite été décrites afin d'analyser les méthodes et outils utilisés pour la mesure des expositions et des effets sanitaires.

2.1 Question de recherche

La question était double :

- Décrire les effets sanitaires liés aux polluants atmosphériques des installations d'élevage parmi les populations riveraines
- Identifier les études épidémiologiques sur lesquelles reposait l'identification des effets sanitaires

La question de recherche avait une structure PECO typique (population, exposition, comparateur et outcome (effet)) et pouvait être décomposée comme suit :

- Population : Populations riveraines des zones d'élevage, n'incluant pas les travailleurs en élevage.
- Exposition : Exposition à des polluants atmosphériques provenant d'activités d'élevage, quelles que soient les espèces animales.
- Comparaison : Comparaison à des populations moins (ou pas) exposées aux élevages.
- Outcomes : Tous types d'effets sanitaires documentés à l'exception des colonisations/infections par des bactéries résistantes et des zoonoses émergentes.

Ont été exclues des effets sanitaires, les colonisations/infections par des bactéries résistantes, tels que le staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM) et les zoonoses émergentes comme la fièvre Q (King et al. 2011; Schneeberger et al. 2014). En effet, ces risques ne correspondaient pas aux demandes des populations et de l'équipe de veille sanitaire de l'Agence Régionale de Santé (pas ou peu de signaux sur ces thématiques).

2.2 Sources d'information et stratégie de recherche

Pour la littérature scientifique, les sources d'information explorées étaient les bases bibliographiques PubMed et Scopus. S'agissant de la littérature grise, les sources étaient des sites internet avec des extensions .be, .ca, .nl, .de, .gov, .edu.

Une documentaliste de Santé publique France a réalisé la recherche documentaire le 22 juillet 2022 sur la période 2012-2022. Les équations de recherche dans les bases Scopus et PubMed ont été construites à partir des concepts principaux suivants : « pollution atmosphérique », « élevage intensif » et « populations riveraines ». La recherche de littérature grise a été réalisée à partir des moteurs de recherche Google et Google Scholar et d'une liste de mots-clés. Le détail des équations de recherche et mots-clés utilisés pour leur construction est présenté en Annexe 1 (extrait du compte-rendu de recherche documentaire).

2.3 Critères d'éligibilité

Les documents éligibles étaient des revues systématiques ou narratives relatives aux effets sanitaires des installations d'élevage parmi les populations riveraines des zones d'élevage. Elles avaient été publiées en anglais, français, espagnol, allemand, italien et néerlandais dans des revues présumées non prédatrices³ ou sous forme de littérature grise (thèses et rapports d'agences nationales de santé). Les revues devaient avoir été publiées après 2012 et inclure des études épidémiologiques réalisées en Amérique du Nord et en Europe pour prendre en considération les pratiques agricoles les plus proches du contexte breton actuel.

2.4 Critères de sélection

Afin d'établir la synthèse des effets sanitaires de la pollution atmosphérique en zone d'élevage, les revues systématiques⁴ ont été privilégiées car elles ont l'avantage d'être transparentes, reproductibles⁵ et d'évaluer les risques de biais des études épidémiologiques : leurs résultats ont été comparés à la recherche d'effets consensuels ou débattus sur le principe des *umbrella reviews*. Ces premiers résultats ont ensuite été comparés aux conclusions des revues narratives.

³ Liste non exhaustive des revues présumées non-prédatrices : <https://sante.sorbonne-universite.fr/recherche/liste-des-revues-presumees-non-predatrices>

⁴ <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL>

⁵ https://www5.bibl.ulaval.ca/sites/bibl.ulaval.ca/files/documents/services/syntheses_connaissance/synthese-methodologies_tableau.pdf

La sélection a été menée en deux temps :

- La documentaliste a exclu à partir des titres et résumés, les publications qui n'étaient pas des articles de revue ou ne respectaient pas les critères d'éligibilité en matière de langue, période et zone géographique. La même démarche a été appliquée aux thèses et rapports des agences nationales de santé directement à partir des informations disponibles sur les sites.
- A cette étape, les critères d'exclusion ont été hiérarchisés : exclusion d'abord sur le sujet puis sur le type de document, l'année de publication, la langue et la zone géographique. L'éligibilité des documents a ensuite été examinée en double par mon encadrant, épidémiologiste senior, et moi-même après lecture des articles ou des résumés / conclusions pour les thèses et rapports.

2.5 Extraction et analyse des données

- Les revues systématiques

Une première grille a été construite pour la lecture des revues systématiques sélectionnées. Elle permettait d'extraire, l'affiliation de l'auteur correspondant, les 16 items de l'outil AMSTAR 2 (traduction française) évaluant la qualité méthodologique des revues systématiques (Pallot et Rostagno 2021; Shea et al. 2017), la population, des éléments de contexte, les effets sanitaires évalués et les effets pour lesquels une association avec les expositions aux élevages était mise en avant. Les références des études épidémiologiques sur lesquelles reposaient les effets sanitaires mis en évidence étaient également extraites.

La qualité méthodologique des revues systématiques a été évaluée en parallèle par mon encadrant et moi-même, à l'aide de l'outil AMSTAR 2. La grille d'évaluation a été publiée en 2017 (version anglaise) ; elle comprend 16 items et a été développée pour des revues et des méta-analyses menées à partir d'études d'intervention randomisées ou non randomisées. L'utilisation d'AMSTAR 2 est possible dans le champ des expositions environnementales, même si les études épidémiologiques dans ce domaine sont principalement des études observationnelles pour lesquelles l'exposition n'est pas contrôlée.

Cet outil a pour but d'évaluer globalement la qualité des revues après avoir recherché à partir des 16 items l'existence de faiblesses voire de défauts critiques. Pour la recherche des défauts critiques, la liste indicative des 7 domaines critiques proposée par Shea et al. a été conservée dans ce travail (Shea et al. 2017). La réponse pour chacun des

items peut être « oui » ou « non ». La qualité de chaque revue systématique a été évaluée comme élevée, modérée, faible ou très faible.

- Les revues narratives

Une version succincte de la grille, sans les items de l'outil AMSTAR 2, a été utilisée pour extraire les données des revues narratives.

Les revues systématiques ont été comparées entre elles, puis confrontées aux conclusions des revues narratives. Cette mise en perspective a été menée à la recherche de consensus scientifique autour d'effets sanitaires. L'extraction des données puis la mise en perspective ont été réalisées de manière indépendante par mon encadrant et moi-même, avant une mise en commun et tout désaccord a été résolu par une discussion.

- Les études épidémiologiques individuelles

Les études épidémiologiques sur lesquelles reposaient les éléments les plus susceptibles de consensus ont été identifiées à partir des revues. Une grille de lecture spécifique a ainsi permis pour chaque étude, d'extraire l'affiliation de l'auteur correspondant, le pays et la zone d'étude, les objectifs et le schéma d'étude, la population et la période d'étude, des éléments de contexte environnemental, les indicateurs sanitaires et d'exposition et leur moyen de collecte, ainsi que les variables d'ajustement prises en compte dans les analyses multivariées. Après exclusion des expositions non transposables au contexte breton (comme les élevages intensifs de caprins, ovins, visons...), les mesures d'association les plus élevées de chacune des études ont été extraites.

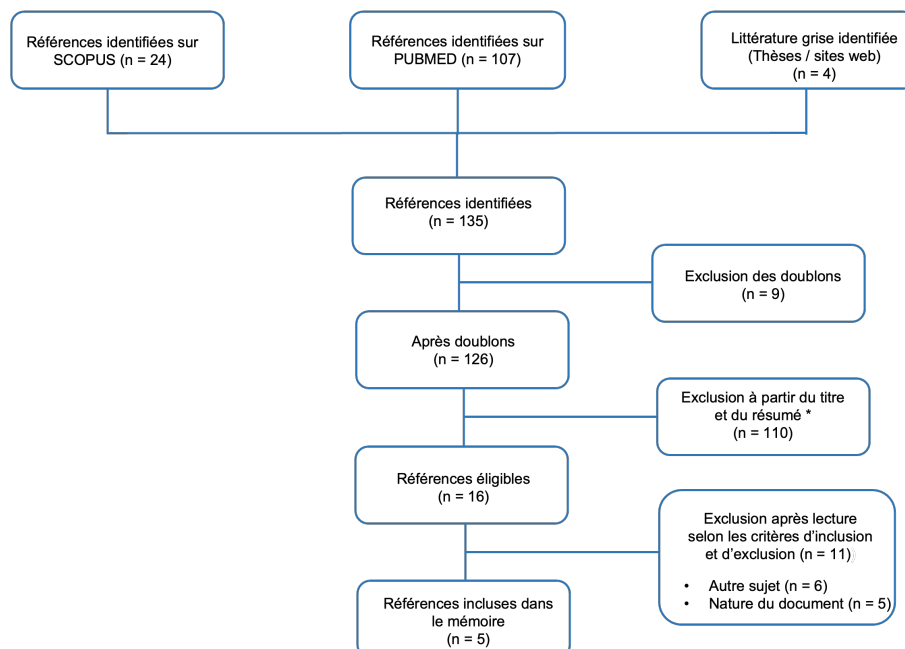
3 Résultats

3.1 Synthèse des connaissances

3.1.1 Sélection des revues

Le processus de sélection des références présenté dans la Figure 2, a permis d'identifier dans Scopus et Pubmed, 126 publications après la suppression des doublons. Dans la littérature grise, quatre références supplémentaires ont été identifiées. A l'examen des titres et résumés, 110 publications ne respectaient pas les critères d'éligibilité. L'intégralité des articles ou les résumés et conclusions pour les thèses ou les rapports ont été examinés pour les 16 documents éligibles. Au final, cinq références ont été retenues : deux revues systématiques (Douglas et al. 2018; O'Connor et al. 2017b), une revue narrative (Casey et al. 2015), une thèse (Borlée 2018) et un rapport (Health Council of the Netherlands 2012). Dans la suite du mémoire, le terme « revue narrative » est utilisé par extension pour désigner également la thèse et le rapport dont le contenu (même partiel) peut être assimilé à une revue narrative non publiée.

Les références exclues à la suite de l'examen du texte intégral sont fournies en Annexe 2. Aucune revue systématique en cours n'a été identifiée à partir des protocoles enregistrés sur Prospero⁶ au 3 mai 2023⁷.



* Non respect des critères d'éligibilité en matière de langue, période et zone géographique (critères d'exclusion non hiérarchisés)

Figure 2 : Diagramme de flux détaillant le processus de sélection des références.

⁶ <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>

⁷ Termes utilisés pour la recherche : CAFO, animal feeding, intensive farm, intensive farming, IFAP

3.1.2 Effets sanitaires identifiés

3.1.2.1 Revues systématiques

Le Tableau 1 présente les deux revues systématiques identifiées. Les grilles de lecture sont présentées en Annexe 3.

O'Connor et al.(O'Connor et al. 2017b) ont mis à jour et étendu le champ d'une revue publiée en 2010 (O'Connor et al. 2010). La publication étudie les associations entre le fait de vivre à proximité d'élevages sans y travailler et la santé humaine, pour toutes expositions aux exploitations d'alimentations animales, ne se limitant à aucun type d'animaux d'élevage. Les effets respiratoires, gastro-intestinaux et sur la santé mentale pris en compte dès 2010 ont été étendus aux effets neurologiques, dermatologiques, otologiques, oculaires, gastro-intestinaux, au portage de SARM et autres pathologies (infectieuses ou non).

La publication de Douglas et al. (Douglas et al. 2018) a une portée plus limitée en matière d'effets et d'exposition. Elle prend en compte uniquement les effets respiratoires, gastro-intestinaux et cardiovasculaires. Elle évalue spécifiquement les effets potentiels des émissions de bioaérosols. Néanmoins, elle synthétise les résultats d'études épidémiologiques qui évaluent les expositions majoritairement par des modélisations ou des indicateurs géographiques (agrégés, basés sur des distances...). Ces derniers peuvent refléter d'autres expositions comme les odeurs ou les polluants gazeux. Les auteurs ont également limité leurs travaux aux élevages de volailles et de porcs, activités à l'origine des questions soulevées en région Bretagne. Cependant, la publication de Douglas et al. est plus large en matière de populations d'étude. En effet, les auteurs ont synthétisé en parallèle les résultats des études épidémiologiques parmi les travailleurs des élevages et parmi les populations résidant à proximité des installations.

Le niveau de confiance dans la revue de O'Connor et al. est élevé : une seule faiblesse – défaut non critique a été identifiée selon l'outil AMSTAR 2 (financements des études épidémiologiques non présentés). S'agissant de la revue de Douglas et al. deux défauts critiques (absence de protocole et de liste des études exclues) ont été identifiés conduisant à un niveau global de confiance très faible.

Les effets respiratoires sont les seuls effets, dans le champ du mémoire⁸, mis en avant et discutés par les deux revues. Néanmoins, les éléments de preuve disponibles ont été considérés peu nombreux voire contradictoires et aucune méta-analyse n'a été

⁸ En dehors des zoonoses émergentes et colonisations/infections par des bactéries résistantes

proposée pour les effets respiratoires. Pour O'Connor et al., les conclusions restent inchangées par rapport à 2010 : parmi les populations allergiques ou avec des antécédents familiaux d'allergies, les études épidémiologiques présentent des résultats contradictoires quant à une association faible entre des maladies respiratoires rapportées et les expositions aux élevages. En effet, dans certains cas, les associations indiquaient une augmentation des effets recherchés à des expositions plus élevées, et dans d'autres cas celles-ci indiquaient une relation protectrice. De plus, l'absence de relation dose-réponse cohérente dans les résultats est soulignée. Douglas et al. sont eux, plus affirmatifs et concluent à une faible augmentation de la prévalence des symptômes d'asthme auto-déclarés, chez les enfants vivant ou fréquentant des écoles à proximité d'une ferme intensive. S'agissant des adultes, Douglas et al. évoquent également des résultats contradictoires.

Tableau 1 : Effets sanitaires en population générale des expositions aux élevages. Comparaison des revues systématiques incluses.

	Période d'étude	Type d'élevage	Expositions explorées	Effets sanitaires explorés	Synthèse des effets sanitaires (Association significative avec l'exposition aux élevages)	Références retenues
O'Connor et al. 2017	Aucune restriction de date	Aucune limite	Toutes expositions aux exploitations d'alimentations animales (odeurs, endotoxines dans l'air, distance des exploitations, nombre d'animaux)	Respiratoires ; SARM ; autres pathologies infectieuses ; psychologiques ; neurologiques ; dermatologiques ; otologiques ; oculaires ; gastro-intestinaux ; stress et humeur ; autres pathologies non infectieuses	Des preuves contradictoires d'une faible association entre les expositions aux élevages et des symptômes respiratoires (voies inférieures : asthme, respiration sifflante) auto-déclarés par des personnes allergiques ou avec des antécédents familiaux d'allergies. Aucune relation dose-effet cohérente entre l'exposition et la maladie n'a pu être observée.	Hoopmann et al. 2006 Mirabelli et al. 2006
Douglas et al. 2018	1960 à avril 2017	Volailles, porcs	Expositions aux composants des bioaérosols	Respiratoires ; gastro-intestinaux ; cardiovasculaires	Les études chez les enfants sont cohérentes et montrent une faible augmentation de la prévalence de l'asthme (données auto-déclarées) parmi les enfants vivant ou fréquentant des écoles situées à proximité d'une ferme intensive.	Hoopmann et al. 2006 Mirabelli et al. 2006 Pavilonis et al. 2013 Sigurdarson and Kline 2006

3.1.2.2 Apports des revues narratives

Les grilles de lecture des trois revues narratives sont présentées en Annexe 4.

Le rapport du Health Council of the Netherlands, référence la plus ancienne, a été établi en réponse à une sollicitation interministérielle aux Pays-Bas (Health Council of the Netherlands 2012). La demande avait pour objectif d'établir un cadre d'évaluation des risques de l'élevage intensif pour la santé des populations riveraines. Le document fait le constat des besoins de connaissances scientifiques concernant les effets liés aux activités d'élevage parmi les populations riveraines. Les résultats disponibles de l'étude « Intensive Animal Husbandry and Health » (étude IVG), sont présentés comme un point de départ en matière de connaissances. Dans ce contexte et à la suite d'une importante épidémie de fièvre Q, un large programme d'études intitulé « Livestock Farming and the Health of Local Residents » (VGO⁹) a été initié en 2010. La thèse de Borlée (Borlée 2018), retenue dans cette synthèse, fait partie de ce programme : l'état des connaissances sur les effets respiratoires au moment du lancement du programme VGO est présenté en introduction de celle-ci. Ce travail peut être assimilé à une synthèse des connaissances, cependant les articles de la thèse doivent être perçus comme des apports ponctuels contribuant à un ensemble plus large des connaissances sur les effets respiratoires.

La portée de la revue de Casey et al. va au-delà des effets respiratoires (Casey et al. 2015). Les auteurs rapportent dans le champ du rapport des associations cohérentes et positives entre les expositions aux élevages avec le stress, l'humeur et la santé perçue. Les conclusions de Casey et al. sont isolées et aucune autre revue (systématique ou narrative) ne conclut à des effets psychologiques en excès parmi les populations riveraines des élevages.

Les conclusions des revues narratives mises en perspective avec les revues systématiques (Figure 3) ne permettent pas de dégager un consensus solide autour des effets respiratoires :

- Casey et al. rapportent des associations significatives dans le sens d'une dégradation de la santé respiratoire, principalement pour l'asthme et la fonction pulmonaire. S'agissant d'une revue narrative, le poids des preuves pour chacune des études et les populations concernées (distinction des adultes et enfants) ne sont pas présentés. Finalement, le travail n'offre pas les éléments

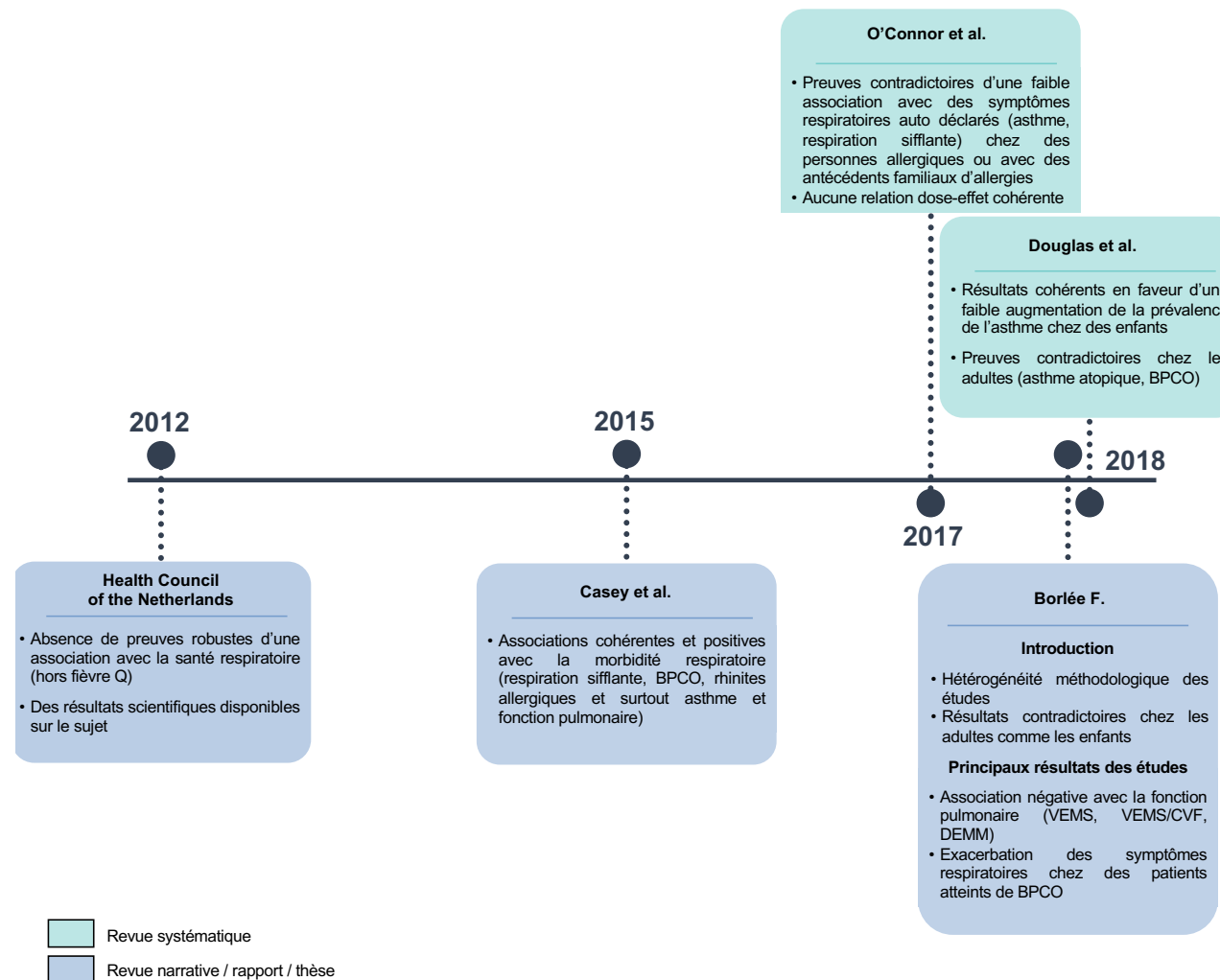
⁹ VGO pour Veehouderij en Gezondheid Omwonenden en néerlandais (Livestock and Resident Health); <https://www.rivm.nl/en/livestock-farming-and-health/livestock-farming-and-residential-health>

suffisants pour conforter, infirmer ou nuancer les conclusions des deux revues systématiques qui sont plus récentes (Figure 3).

- Le programme VGO peut conforter seulement en partie la revue de O'Connor et al. qui rapportait des preuves contradictoires en faveur d'exacerbations des symptômes respiratoires chez des patients allergiques ou avec des antécédents familiaux d'allergies. En effet, le programme rapporte des exacerbations parmi des populations différentes. Par exemple, l'analyse des prescriptions médicales chez des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) a mis en évidence des exacerbations associées à une domiciliation en zone d'élevage (van Dijk et al. 2016). Par ailleurs, Borlée et al. rapportent successivement des symptômes exacerbés chez des patients souffrant de BPCO (Borlée et al. 2015) et des dégradations de la fonction pulmonaire plus marquées chez des sujets non atopiques (Borlée et al. 2017). On note également que les résultats du programme VGO en faveur d'exacerbations de symptômes respiratoires chez des patients adultes (Figure 3) ont été identifiés par Douglas et al. sans être repris dans les conclusions de la revue.
- Les éléments du programme VGO collectés via la thèse de Borlée ne plaident pas en faveur d'une faible augmentation de la prévalence de l'asthme comme évoqué par Douglas et al.. Les travaux du programme identifiés portent exclusivement sur des populations adultes et s'inscrivent dans un ensemble de résultats mitigés qui demandent à être clarifiés : les associations entre la santé respiratoire et les expositions aux élevages pouvant être positives ou négatives. Sont successivement mis en avant des exacerbations pour certaines populations (*cf. supra*(Borlée et al. 2017)) ou des effets protecteurs vis-à-vis de l'atopie (Borlée et al. 2018) ou de la prévalence de l'asthme et de la BPCO (Borlée et al. 2015).

3.1.2.3 Nature des effets sanitaires – Synthèse

Finalement, il n'existe aujourd'hui pas de consensus scientifique concernant les effets sanitaires des émissions atmosphériques des élevages sur les populations riveraines. La controverse autour de la revue de O'Connor financée par le National Pork Board, avec publication de lettres à l'éditeur (Nachman et al. 2017; O'Connor et al. 2017a) reflète cette absence de consensus scientifique. Néanmoins, les résultats les plus évoqués portent sur l'exacerbation d'effets respiratoires parmi des populations atteintes de pathologies respiratoires (allergies respiratoires, BPCO).



VEMS : volume expiré maximal par seconde (FEV1 en anglais), CVF : capacité vitale forcée (FVC), DEMM : débit expiratoire maximal médian (MMEF)

Figure 3 : Avancée des connaissances concernant les effets respiratoires de la pollution atmosphérique liés aux activités d'élevage parmi les populations riveraines. Période 2012 – 2022

3.2 Caractéristiques des études épidémiologiques référencées dans les revues

Dans la seconde partie de ce travail, les études épidémiologiques référencées par les revues ont été identifiées et décrites dans le but d'explorer les méthodes et les outils nécessaires afin de proposer des pistes de discussion pour la mise en place d'éventuelles études épidémiologiques adaptées.

3.2.1 Sélection des études épidémiologiques

Au total, les cinq revues sélectionnées discutent les effets respiratoires uniquement à partir de 11 références différentes. Une 12^{ème} référence intéressante (van Dijk et al. 2016) a été identifiée par rebond, à partir des travaux de Borlée. La prise en compte des 12 références par les deux revues systématiques est présentée dans le Tableau 2.

Quatre études (en bleu dans le Tableau 2) (Hoopmann et al. 2006; Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Sigurdarson et Kline 2006) sont présentées comme des arguments convaincants en faveur d'effets respiratoires par au moins une des revues systématiques. Deux d'entre elles (Pavilonis et al. 2013; Sigurdarson et Kline 2006) n'ont cependant pas été sélectionnées par O'Connor et al. en raison de limites méthodologiques (O'Connor et al. 2017b). En effet, l'étude de Sigurdarson et al. (Sigurdarson et Kline 2006) a été exclue de celle-ci à la suite de l'examen du texte intégral car les expositions étaient évaluées à l'échelle d'un groupe avec un seul niveau d'exposition (école exposée vs. Ecole non exposée), tandis que l'étude de Pavilonis et al. n'a pas été citée dans la revue probablement à cause de la forte proportion de la population d'étude domiciliée dans une ferme (29,6 %) (Pavilonis et al. 2013).

Une étude (en gris dans le Tableau 2) ne semble avoir été identifiée par aucune des revues systématiques (Borlée et al. 2017). Elle ne figure ni dans la liste des études « screenées » par O'Connor ni dans les références de Douglas et al. potentiellement car celle-ci est trop récente pour avoir pu être identifiée par les deux revues (Douglas et al. 2018; O'Connor et al. 2017b).

Les sept études restantes (en vert dans le Tableau 2) ont été identifiées par une ou deux revues systématiques sans être retenues comme des arguments en faveur d'effets respiratoires. Deux de ces études (Borlée et al. 2015; van Dijk et al. 2016) sont trop récentes pour avoir été identifiées par O'Connor et al (O'Connor et al. 2017b). Une autre étude (Schulze et al. 2011), ne figure pas dans les références de Douglas et al. (Douglas et al. 2018) malgré sa publication en 2011.

Tableau 2 : Prise en compte des références identifiées par les revues systématiques

	Revue de O'Connor et al.	Revue de Douglas et al.
Hoopmann et al. 2006*	Analysée	Citée dans les références
Mirabelli et al. 2006	Analysée	Citée dans les références
Sigurdarson and Kline 2006	Exclue	Citée dans les références
Pavilonis et al. 2013	Exclue	Cité dans les références
Wing and Wolf 2000	Exclue	Citée dans les références
Radon et al. 2007	Analysée	Citée dans les références
Schulze et al. 2011	Analysée	Absent des références
Schinasi et al. 2011	Analysée	Citée dans les références
Smit et al. 2014	Analysée	Citée dans les références
Borlée et al. 2015	Non identifiée	Citée dans les références
Van Dijk et al. 2016	Non identifiée	Citée dans les références
Borlée et al. 2017	Non identifiée	Absente des références

* : étude non décrite dans ce travail car sa traduction française n'était pas disponible (étude en allemand). Une demande de traduction a été envoyée à l'auteur de l'étude et sera analysée prochainement.

3.2.2 Caractéristiques des études épidémiologiques

Les grilles de lecture des études épidémiologiques analysées sont présentées en Annexe 5. Les caractéristiques des études épidémiologiques sélectionnées sont-elles, synthétisées dans le Tableau 3 ci-dessous.

3.2.2.1 Population d'étude

Les premières études épidémiologiques ont été réalisées aux Etats-Unis, plus spécifiquement en Caroline du Nord et dans l'Iowa (Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Schinasi et al. 2011; Sigurdarson et Kline 2006; Wing et Wolf 2000). Elles ont d'abord porté sur des populations adultes (Schinasi et al. 2011; Wing et Wolf 2000) avant d'explorer la survenue d'effets sanitaires parmi les enfants (Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Sigurdarson et Kline 2006). Par la suite, six des études ont été menées en Europe dans les zones d'élevage intensif : d'abord en Allemagne (Basse-Saxe) (Radon et al. 2007; Schulze et al. 2011) puis aux Pays-Bas (Noord-Brabant et Limburg) (Borlée et al. 2015, 2017; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016). Ces travaux sont les premiers à explorer les

effets parmi des populations sensibles souffrant de pathologies respiratoires telles que les allergies respiratoires, l'asthme et la BPCO.

Certaines de ces études reposent sur des populations sources identiques avec des populations d'étude proches voire identiques. C'est notamment le cas pour deux des études allemandes (Lower Saxony Lung Study) (Radon et al. 2007; Schulze et al. 2011) ou pour les travaux menés aux Pays-Bas (Borlée et al. 2015, 2017; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016).

3.2.2.2 Schémas d'étude

Parmi les études, 10 des 11 sélectionnées reposent sur un schéma transversal. Néanmoins, les schémas d'étude méritent une attention particulière pour deux des études.

- L'étude de Schinasi et al. (Schinasi et al. 2011) est une étude cas-croisé. Dans ce type d'étude, chaque participant cas sert comme son propre témoin. L'exposition d'un individu dans un délai proche de l'événement sanitaire (période cas) est comparée avec celle d'une période pendant laquelle ce même sujet ne présentait pas l'évènement sanitaire (période témoin). Dans cette étude, les participants étaient suivis sur des périodes d'environ deux semaines. Toutes les périodes « non-cas », c'est-à-dire celles pour lesquelles les sujets ne rapportaient pas de symptômes (sur 10 minutes ou 12 heures) étaient considérées comme des périodes témoins.
- Smit et al. (Smit et al. 2014), ont utilisé une approche transversale afin d'évaluer les associations entre les expositions et les variables sanitaires recueillies à partir de dossiers électroniques médicaux. En complément, ils ont exploré l'existence de facteurs de confusion à partir d'une étude cas-témoins réalisée sur un sous-échantillon enquêté par questionnaire.

3.2.2.3 Le contexte environnemental

Les espèces animales prises en compte diffèrent entre les études épidémiologiques sélectionnées, potentiellement en raison du contexte agricole local. Ainsi, la majorité des études menées aux Etats-Unis portait sur des populations exposées à des élevages de porcs (Mirabelli et al. 2006; Pavidonis et al. 2013; Schinasi et al. 2011; Sigurdarson et Kline 2006) à l'exception de l'étude de Wing et al. qui incluait également des exploitations bovines (Wing et Wolf 2000). Par la suite, l'étude de Radon et al. (Radon et al. 2007) en Allemagne s'est concentrée sur les expositions aux élevages de porcs et volailles tandis que les études menées aux Pays-Bas (Borlée et al. 2015, 2017; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016) et une étude menée en Allemagne (Schulze et al. 2011) ont pris en compte des élevages

variés incluant bovins, volailles, caprins et visons. Certaines études prennent en compte la diversité des espèces animales par ajustement.

3.2.2.4 L'évaluation des expositions

Les études ont exploré des associations avec des effets sanitaires pour un ou plusieurs indicateurs d'exposition. Trois des 11 études (Mirabelli et al. 2006; Sigurdarson et Kline 2006; Wing et Wolf 2000) ont évalué les expositions au niveau d'un groupe, ou d'une sous-population. Les huit autres études ont évalué les expositions au niveau individuel.

Huit études ont eu recours à un Système d'information géographique (SIG) pour évaluer les expositions.

- Sept études (Borlée et al. 2015, 2017; Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Radon et al. 2007; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016) ont construit un indicateur géographique à partir de variables qui caractérisent l'environnement de l'école (Mirabelli et al. 2006) ou du domicile en matière d'élevage (nature des espèces animales, distance à l'élevage le plus proche, surface des bâtiments, poids des productions animales, densité des élevages, émissions de PM₁₀) voire d'orientation des vents (Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013).
- Deux études (Borlée et al. 2017; Schulze et al. 2011) ont mis en œuvre des méthodes d'interpolation spatiale pour évaluer les expositions à partir de concentrations en polluants atmosphériques issues de réseaux de mesures. Schulze et al. ont évalué des concentrations moyennes annuelles en NH₃ tandis que Borlée et al. ont évalué des concentrations moyennes journalières en NH₃ et PM₁₀ (Borlée et al. 2017). Cette dernière étude de schéma transversal, se distingue par l'utilisation combinée d'indicateurs d'expositions géographiques et d'indicateurs basés sur des concentrations en polluants atmosphériques.

Trois études ont évalué les expositions à partir des odeurs. A deux reprises, ces évaluations subjectives venaient en complément d'évaluations basées sur des indicateurs géographiques (Mirabelli et al. 2006; Radon et al. 2007). La troisième étude correspondait à l'étude cas-croisé de Schinasi et al. qui évaluait également les expositions sur des périodes de 1h et/ou 12h à partir de concentrations en polluants atmosphériques (PM, H₂S, endotoxines) mesurées au centre de la collectivité de domiciliation sans interpolation spatiale (Schinasi et al. 2011).

3.2.2.5 Méthodes de recueil des variables sanitaires

Dix des onze études ont exploité des données auto-déclarées recueillies par des questionnaires standardisés, inspirés pour la majorité d'anciennes études épidémiologiques. Pour cinq de ces études (Borlée et al. 2015; Mirabelli et al. 2006;

Pavilonis et al. 2013; Sigurdarson et Kline 2006; Wing et Wolf 2000), les données auto-déclarées étaient les seules variables exploitées. Les cinq autres études complètent les données des questionnaires par des données biologiques via des tests sanguins d'allergies ou des tests de la fonction respiratoire (Borlée et al. 2017; Radon et al. 2007; Schinasi et al. 2011; Schulze et al. 2011).

Les deux études qui n'utilisent pas de questionnaire ont utilisé les dossiers électroniques médicaux (Smit et al. 2014) et les prescriptions médicamenteuses (van Dijk et al. 2016) afin d'identifier des patients atteints de BPCO ou d'asthme et apprécier la survenue d'exacerbations de la maladie.

Tableau 3 : Caractéristiques des études épidémiologiques

Référence	État (Pays)	Population d'étude	Schéma d'étude	Évaluation des expositions	Recueil des variables sanitaires
Exposition évaluée à l'échelle d'un groupe, d'une sous-population					
Mirabelli et al. 2006	Caroline du Nord (Etats-Unis)	58 169 adolescents de 12-14 ans	Transversale	Groupe : écoles (odeurs ; SIG à partir des productions animales, vents)	Questionnaire
Sigurdarson and Kline, 2006	Iowa (Etats-Unis)	<ul style="list-style-type: none"> • 61 élèves d'une école exposée • 248 élèves non exposés 	Transversale	Groupe : 2 écoles (exposée vs. Non exposée)	Questionnaire
Wing et al. 2000	Caroline du Nord (Etats-Unis)	155 adultes dans 3 collectivités différentes	Transversale	Groupe : 3 collectivités de domiciliation (témoin vs. Exposées aux porcs/aux bovins)	Questionnaire
Exposition évaluée au niveau individuel					
Pavilonis et al. 2013	Iowa (Etats-Unis)	565 enfants de 0 à 17 ans	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> • SIG à partir des distances, surfaces des élevages, vents 	Questionnaire
Radon et al. 2007	Basse-Saxe (Allemagne)	<ul style="list-style-type: none"> • 2425 adultes sans contact avec des élevages ayant répondu à un questionnaire • 1076 ayant participé à un examen médical 	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> • Odeurs • SIG à partir des densités d'élevages 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire • Tests sanguins d'allergie • Tests spirométriques
Schulze et al. 2011	Basse-Saxe (Allemagne)	457 adultes sans contact avec des élevages	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> • Exposition moyenne annuelle au NH₃ par interpolation à partir d'un réseau de 22 capteurs passifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire • Tests sanguins d'allergie • Tests spirométriques

Référence	État (Pays)	Population d'étude	Schéma d'étude	Évaluation des expositions	Recueil des variables sanitaires
Schinasi et al. 2011	Caroline du Nord (Etats-Unis)	101 adultes	Cas-croisé	Domicile <ul style="list-style-type: none"> Odeurs sur 10 min et 12 h Concentrations en PM, H₂S, endotoxines, sur des périodes de 1h et/ou 12h au niveau de la collectivité de domiciliation 	Questionnaire ; auto-évaluation de la fonction pulmonaire à l'aide d'un AirWatch personal respiratory monitor
Smit et al. 2014	Noord-Brabant et Limburg (Pays-Bas)	70142 adultes et 22406 enfants	Transversale*	Domicile <ul style="list-style-type: none"> SIG à partir des distances, espèces animales, densités d'élevages, émissions de PM₁₀ 	Dossiers électroniques médicaux
Borlée et al. 2015	Noord-Brabant et Limburg (Pays-Bas)	12117 adultes sans contact avec des élevages	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> SIG à partir des distances, espèces animales, densités d'élevages, émissions de PM₁₀ 	Questionnaire
Van Dijk et al. 2016 **	Noord-Brabant et Limburg (Pays-Bas)	En zone exposée aux élevages : 899 patients BPCO et 2546 asthmatiques. En zone témoin : 933 patients BPCO et 2310 asthmatiques.	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> SIG à partir des distances, espèces animales, densités animales 	Prescriptions médicamenteuses

Référence	État (Pays)	Population d'étude	Schéma d'étude	Évaluation des expositions	Recueil des variables sanitaires
Borlée et al. 2017	Noord-Brabant et Limburg (Pays-Bas)	2494 participants adultes sans contact avec des élevages	Transversale	Domicile <ul style="list-style-type: none"> Concentrations moyennes journalières en NH₃ et PM₁₀ à partir du réseau de surveillance de la qualité de l'air SIG à partir des distances, espèces animales, densités d'élevage, émissions de PM₁₀ 	<ul style="list-style-type: none"> Questionnaire Tests sanguins d'allergie Tests spirométriques

* : En complément, étude cas-témoins pour investiguer l'existence de facteurs de confusion

** : En complément des expositions évaluées au niveau individuel, exposition évaluée à l'échelle d'un groupe (comparaison exposée vs. Population non exposée)

4 Discussion

4.1 Des preuves contradictoires

Au cours de ce travail, l'objectif premier était de réaliser un état des connaissances sur les relations entre les polluants atmosphériques émis par les activités d'élevage et leur impact sur les populations riveraines. Pour ce faire, des données issues de deux revues systématiques ainsi que trois revues narratives ont permis d'évaluer l'existence d'un consensus sur les effets sanitaires de ces polluants sur ces populations. Cette analyse a permis de déterminer si les connaissances actuelles sont suffisantes à la mise en place d'une surveillance dans le cadre des activités de Santé publique France, ou si au contraire, elles demandent à être consolidées par le biais d'études épidémiologiques.

Parmi le grand panel d'effets sanitaires pris en compte par les revues systématiques (gastro-intestinaux, psychologiques, respiratoires, irritations...), seuls les effets respiratoires sont discutés et mis en avant. Après analyse et comparaison de l'ensemble des revues, aucun consensus scientifique autour des effets respiratoires n'a été établi, évoquant des effets contradictoires. Certaines études épidémiologiques évoquent des effets respiratoires néfastes sur la santé des populations exposées, parfois sans relation dose-réponse cohérente, (Borlée et al. 2015; van Dijk et al. 2016) tandis que d'autres travaux évoquent au contraire, des effets protecteurs (Borlée et al. 2015; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016). Par ce fait, il est difficile d'en tirer des conclusions solides.

En effet, certaines études mettent en avant un effet protecteur vis-à-vis de la santé respiratoire pour des pathologies telles que l'asthme et l'atopie. A ce jour, les mécanismes sous-jacents ne sont pas encore bien élucidés mais une des hypothèses serait que ces effets pourraient résulter d'une exposition accrue à une diversité microbienne provenant des zones d'élevage (Borlée 2018; Smit et al. 2014). La présence d'éventuels effets protecteurs peut rendre difficile la mise en évidence d'effets néfastes dans les études.

Néanmoins, les effets les plus évoqués concernent les exacerbations de symptômes chez les patients adultes atteints de pathologies respiratoires (allergies respiratoires, BPCO...) (Borlée 2018; Casey et al. 2015). En raison de leur condition pulmonaire préexistante, ces patients pourraient potentiellement être plus sensibles aux polluants atmosphériques provenant des zones d'élevage. La BPCO est une infection respiratoire chronique provoquant une obstruction des voies respiratoires, rendant les poumons plus vulnérables aux irritants et aux polluants présents dans l'air (Organisation mondiale de la Santé 2023). L'inhalation des bioaérosols, poussières/particules, gaz irritants et agents chimiques présents dans les zones d'élevage, pourrait aggraver les symptômes de la

maladie et par conséquent, augmenter le risque de complications respiratoires chez ces individus. Néanmoins, ces conclusions sont à considérer avec prudence. En effet, elles proviennent essentiellement d'études menées aux Pays-Bas (Borlée et al. 2015, 2017; Smit et al. 2014; van Dijk et al. 2016) au sein d'une population dont la santé respiratoire a pu être fragilisée par la survenue en 2007 d'une épidémie de fièvre Q (Schneeberger et al. 2014).

S'agissant des enfants, la revue systématique de Douglas et al. émet des conclusions en faveur d'un impact des polluants issus des zones d'élevage sur leur santé (Douglas et al. 2018). Cependant, ces conclusions sont isolées et n'ont pas été corroborées par les autres revues. Une attention particulière méritera d'être portée à la parution de nouveaux travaux portant spécifiquement sur ces populations vulnérables. En effet, de nombreux facteurs rendent les enfants et les adolescents plus vulnérables à la pollution de l'air. Leur fréquence respiratoire plus élevée les expose à une quantité proportionnellement plus importante d'air par rapport à leur poids corporel, entraînant une exposition accrue aux polluants par rapport aux adultes. De plus, leurs voies respiratoires étroites et leur système respiratoire et immunitaire encore en développement les rendent plus sensibles aux polluants présents dans l'air (European Environment Agency 2023; Organisation mondiale de la Santé 2018). Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), près de 600 000 décès d'enfants de moins de 15 ans dans le monde étaient attribuables aux effets combinés de la pollution de l'air ambiant et de l'air intérieur des habitations en 2016, responsable de près d'un décès sur dix chez les enfants de moins de cinq ans (Organisation mondiale de la Santé 2018).

Cette absence de consensus scientifique souligne les défis méthodologiques liés à l'évaluation de l'impact réel des polluants émanant des exploitations d'élevage sur les populations riveraines. Plusieurs facteurs peuvent potentiellement contribuer aux divergences dans les résultats obtenus :

- Qualité des revues systématiques

L'utilisation de l'outil AMSTAR 2 permettant d'évaluer la qualité des revues systématiques sélectionnées, nous a permis d'identifier un faible niveau de confiance dans la revue de Douglas et al. (Douglas et al. 2018). L'un des principaux défauts de cette revue est l'absence de protocole, élément indispensable lors de la réalisation d'une revue systématique, car il expose de manière transparente les objectifs, les méthodes et les critères de sélection des études incluses. Son absence nuit également à la reproductibilité de la recherche. De plus, la liste des études exclues n'était également pas fournie. La transparence dans le processus de sélection est essentielle et cela ne permet pas de déterminer si des études pertinentes ont été écartées sans justification valable, pouvant

alors introduire un biais de sélection, et ainsi compromettre la validité des résultats. Au contraire, l'évaluation de la revue systématique menée par O'Connor et al. a relevé un haut niveau de confiance (O'Connor et al. 2017b). Seul le financement des études épidémiologiques incluses n'était pas présenté. Ceci peut soulever des préoccupations quant aux conflits d'intérêts potentiels ainsi que par la présence de biais de publication, pouvant susciter des questionnements sur la neutralité et la validité des résultats présentés.

- Schéma d'étude majoritairement transversal

Sur les 11 études épidémiologiques examinées, 10 adoptent un schéma transversal. Dans ces études descriptives, les données sur une exposition spécifique et le statut vis-à-vis de la maladie sont collectées simultanément. Les résultats de ces études sont à considérer avec précaution, car elles ne permettent pas d'établir avec certitude une relation temporelle entre l'exposition et la maladie, un critère de causalité majeur (Thierry Ancelle 2002). De plus, comme c'est le cas pour la majorité des études, elles sont sujettes aux biais de sélection, ne prenant pas en compte les individus déjà affectés par l'exposition et ayant quitté la zone d'étude, pouvant conduire à une sous-estimation des effets. Leur principal apport réside dans leur capacité à fournir des indications sur un éventuel lien entre l'exposition étudiée et l'effet sur la santé. Malgré cela, elles apportent des arguments pour la réalisation d'une autre étude de type longitudinal, telle qu'une étude de cohorte, afin de mener des investigations plus approfondies. A l'inverse, l'étude menée par Borlée et al. (Borlée et al. 2017) fait exception, car bien qu'elle adopte un schéma transversal, elle incorpore à la fois un indicateur géographique et une concentration en NH₃ calculée sur un pas de temps quotidien, et agrégée au niveau hebdomadaire permettant d'approcher un schéma longitudinal. Bien que n'ayant pas la validité de preuve d'une cohorte, cette approche permet d'établir une première relation temporelle entre l'exposition et la maladie.

- Variabilité dans les méthodes d'évaluation des expositions et des effets sanitaires

Les méthodes employées pour évaluer les expositions et les effets sanitaires varient parmi les études épidémiologiques analysées.

Dans un premier temps, des différences sont présentes dans les méthodes d'évaluation des expositions. En effet, parmi les études épidémiologiques analysées, trois d'entre elles (Mirabelli et al. 2006; Sigurdarson et Kline 2006; Wing et Wolf 2000) ont évalué l'exposition à l'échelle d'un groupe, tandis que celle-ci a été évaluée individuellement pour les autres. L'évaluation des expositions à l'échelle d'un groupe se concentre sur l'analyse de données agrégées pour étudier les associations entre la maladie et l'exposition. Bien que ce type d'étude présente des avantages notamment dans le contexte de recherche

d'associations liées à la pollution atmosphérique, cette approche comporte néanmoins certaines limites. En effet, les variations individuelles dans l'exposition aux polluants atmosphériques provenant des zones d'élevage peuvent être masquées. Certaines personnes peuvent être plus sensibles aux effets de la pollution que d'autres en raison de facteurs tels que l'âge, les conditions de santé préexistantes ou le mode de vie.

De plus, les niveaux de pollution peuvent varier à l'intérieur du groupe étudié. Par exemple, dans le cas de l'étude de Mirabelli et al. (Mirabelli et al. 2006) les expositions ont été évaluées dans des écoles. Cependant, en plus du temps passé à l'école, les enfants pourraient également être exposés aux polluants atmosphériques provenant des élevages à leur domicile, en fonction de leur proximité avec les exploitations. Dans cette étude, l'exposition a été évaluée en fonction des distances les plus proches entre les écoles et les exploitations d'élevage par la construction d'un indicateur SIG : ainsi, plus la distance est réduite, plus l'école est exposée. Cependant, à mesure que la distance diminue, moins de maisons pourraient être exposées. D'un autre côté, à mesure que la distance augmente, le nombre de maisons susceptibles d'être proches des exploitations augmente, entraînant également une augmentation du nombre d'enfants exposés. Cela pourrait également s'appliquer à l'étude de Sigurdardon et al. (Sigurdardson et Kline 2006) , qui compare deux écoles (exposée vs. Non exposée) ainsi qu'à l'étude menée par Wing et al. (Wing et Wolf 2000) qui compare trois communautés. Ici c'est un biais de berkson, pouvant conduire à une sous-estimation du risque et à une variance plus élevée. Ainsi ces résultats doivent être interprétés avec prudence en raison des variations et des potentielles associations trompeuses qui pourraient en découler.

Par ailleurs, on note que les indicateurs d'expositions utilisés diffèrent entre les études. La plupart utilisent un indicateur SIG intégrant des variables distinctes (distance entre les habitations et les élevages, densité d'élevage, émission de PM₁₀, les paramètres du vent, concentration en NH₃). En revanche d'autres études privilégient des approches différentes (concentrations en PM, H₂S, endotoxines, comparaison de la survenue des effets sanitaires entre plusieurs communautés). Cette diversité d'indicateurs utilisés peut amener à des résultats contrastés. L'absence d'indicateur temporel pose problème pour prendre en compte la variabilité saisonnière des expositions en lien avec les épandages agricoles.

Dans un second temps, des différences sont également observées dans la méthode d'évaluation des effets sanitaires. La majorité des études se basent sur des données auto-déclarées obtenues par questionnaire. Ce mode de recueil permet de collecter des données auprès d'un grand nombre de personnes et à moindre coût par rapport à d'autres méthodes utilisées (Anne Doussin et al. 2017) telles que la réalisation de tests biologiques. De plus, les participants peuvent se sentir plus enclins à divulguer des informations personnelles face à un questionnaire anonyme. Cependant, malgré ces avantages, cette méthode peut

conduire à des biais de classement. En effet, ce type de recueil peut être soumis à un biais de mémoire, car les individus peuvent rencontrer des difficultés à se souvenir avec précision de leurs symptômes passés. Des biais de perception peuvent également survenir, car les individus peuvent percevoir différemment leurs symptômes entraînant ainsi des variations dans les réponses. Enfin, les questions posées dans les questionnaires peuvent être mal comprises par les participants pouvant là encore, entraîner des réponses variées.

D'autres études ont également utilisé des données provenant d'examens médicaux et de tests biologiques, ou encore l'utilisation de données de dossiers médicaux de médecins généralistes ou des prescriptions médicamenteuses. Ces dernières sources de données comportent un certain nombre d'avantages. Les données médicales sont établies et enregistrées par des professionnels de santé, assurant une meilleure précision (diagnostic fiable) et réduisant les biais de mémoire. De plus, ces données peuvent fournir des informations sur les traitements et suivi au fil du temps, permettant de mieux comprendre l'évolution des maladies. Enfin, elles proviennent généralement d'une population plus représentative, incluant des individus qui pourraient ne pas avoir participé aux études en raison de divers facteurs (Anne Doussin et al. 2017).

Dans l'ensemble, ces variations dans les méthodes utilisées peuvent potentiellement expliquer les résultats divergents et rendre l'ensemble des conclusions difficilement comparables.

- Des situations géographiques différentes

Les disparités géographiques entre les études épidémiologiques étudiées pourraient également jouer un rôle dans les variations observées dans les résultats. En effet, les types et les niveaux de polluants atmosphériques émis par les activités d'élevage peuvent être sujets à des variations régionales en raison de facteurs tels que le climat, les pratiques agricoles et les caractéristiques propres aux populations locales. Par conséquent, ces résultats pourraient ne pas être totalement transposables au contexte breton en raison des différences géographiques spécifiques. Ce constat est valable seulement pour les études utilisant un indicateur de proximité comme mesure de l'exposition.

Comme mentionné précédemment, les études épidémiologiques sélectionnées sont issues de quatre zones géographiques différentes : les états de Caroline du Nord et de l'Iowa aux Etats-Unis, le territoire de la Basse-Saxe en Allemagne et les provinces de Limburg et du Noord-Brabant aux Pays-Bas en Europe. Le climat subtropical de la Caroline du Nord, caractérisé par des vents forts ainsi que des précipitations importantes diffère du climat tempéré de l'Iowa, situé à l'intérieur des terres (DonnéesMondiales 2023). Ces variations de températures, de précipitations et de vitesses du vent peuvent avoir un impact

sur la concentration et la dispersion des polluants atmosphériques des zones d'élevage. De plus, les caractéristiques socio-économiques des populations peuvent jouer un rôle important sur les expositions des populations. En Caroline du Nord, les élevages porcins sont situés de manière disproportionnée dans des régions à faibles revenus où les habitations sont anciennes et peu étanches. De ce fait, ces populations pourraient être en moins bonne santé comparativement à d'autres régions en raison de leur niveau de vie, ce qui pourrait accroître la survenue d'effets sanitaires dans ces régions (Schinasi et al. 2011). En Europe, les conditions climatiques dans les provinces d'Allemagne et des Pays-Bas sont relativement similaires et se rapprochent du climat tempéré de la Bretagne, pouvant potentiellement conduire à des résultats relativement plus comparables (DonnéesMondiales 2023). Il convient également de garder à l'esprit que les états de Caroline du Nord et de l'Iowa aux Etats-Unis sont plus vastes que la Bretagne, ainsi, les habitations sont potentiellement plus éloignées des exploitations d'élevage contrairement à la Bretagne qui a une superficie plus réduite, ainsi l'exposition pourrait y être différente.

4.2 Forces et limites

Afin de réaliser ce travail, le modèle de l'*umbrella review* a été privilégié. En effet, par les délais restreints de cette mission d'apprentissage, ce modèle a été favorisé pour réaliser une synthèse des revues systématiques déjà existantes, synthétisant le niveau de preuve le plus élevé (Slim et Marquillier 2022). De plus, par l'objectif de ce travail qui consistait à réaliser un état des connaissances, ce modèle a permis de réaliser une synthèse globale ainsi que de comparer et mettre en contraste les conclusions des revues systématiques sur le sujet.

Cependant, cette approche peut mettre en évidence le manque de qualité des revues systématiques incluses, comme la revue systématique de Douglas et al. (Douglas et al. 2018) dans le cadre de ce travail. De plus, l'inclusion des revues systématiques aux approches variées dans l'évaluation des expositions peut rendre la comparaison des conclusions difficile. Ce schéma de revue est plus adapté lorsque le nombre de revues systématiques incluses est plus important.

En raison des contraintes temporelles, ce travail constitue une synthèse rapide et non exhaustive de la littérature sur le sujet. Il s'est inspiré des caractéristiques des *umbrella reviews*, et des lignes directrices PRISMA (Page et al. 2021) pour la conduite d'une revue systématique, sans pour autant en suivre l'intégralité. A cause de la faible part de littérature sur le sujet, nous avons également inclus des revues narratives et de la littérature grise dans notre examen afin de comparer les conclusions de ces différentes sources à celles des revues systématiques. Cependant, contrairement aux revues systématiques, les

revues narratives ne reposent pas nécessairement sur une méthodologie de recherche standardisée. Cette absence de rigueur méthodologique augmente le risque de biais lors de la sélection, l'interprétation et sur les conclusions émises par l'auteur. Néanmoins, dans le cadre de ce travail, seules deux revues systématiques ont été retenues après lecture selon les critères d'inclusion et d'exclusion. Ainsi, l'inclusion des trois revues narratives a élargi le spectre des connaissances et nous a permis d'identifier des effets supplémentaires notamment sur les exacerbations des effets respiratoires chez les patients atteints de BPCO.

Afin d'évaluer la qualité méthodologique des revues systématiques, nous avons privilégié l'utilisation de l'outil AMSTAR 2. Nous aurions également eu la possibilité d'utiliser l'outil ROBIS, conçu en 2016 pour évaluer le risque de biais présent dans une revue systématique. Diverses études dont une récente (Perry et al. 2021) ont comparé ces deux outils d'évaluation dont chacun présente leurs avantages et leurs limites. Il en ressort que l'outil ROBIS est préférentiellement destiné aux examinateurs de revues systématiques et aux méthodologistes expérimentés. Bien qu'ASMTAR 2 soit moins sophistiqué que ROBIS, il a été largement utilisé depuis son développement en 2007 et est reconnu comme fiable et valide, ne nécessitant pas d'expertise en revue systématique pour être complété, et donc une plus grande facilité d'utilisation. Cependant, cet outil étant moins sophistiqué et complet que ROBIS, il est possible que certaines sources de biais aient pu échapper à l'évaluation.

Enfin, la recherche documentaire pour ce travail exploratoire s'est achevée le 22 juillet 2022. Nous ne pouvons pas exclure que d'autres études aient pu être publiées depuis cette date. Ces nouvelles études n'ayant pas été prises en compte dans ce travail, pourraient amener des conclusions qui pourraient compléter ou remettre en question les conclusions présentées ici.

4.3 Perspectives

Dans le cadre de ses activités de surveillance, Santé publique France a été sollicitée afin d'étendre ces activités à l'impact de la pollution atmosphérique en zone d'élevage sur les populations riveraines en Bretagne. Dans ce contexte, l'objectif de ce mémoire était de réaliser un état des connaissances sur le sujet et d'évaluer si celles-ci sont suffisantes ou si au contraire, elles demandent à être renforcées par d'autres approches épidémiologiques.

Au vu des résultats trouvés, il semble aujourd'hui trop tôt pour pouvoir parler et envisager une surveillance épidémiologique en Bretagne. En effet, il n'existe aujourd'hui aucun consensus scientifique sur cette thématique. Le corpus des connaissances

disponible n'est actuellement pas suffisamment solide et nécessite d'être consolidé par la réalisation d'études épidémiologiques.

En effet, bien que les résultats les plus évoqués portent sur l'exacerbation d'effets respiratoires parmi des populations sensibles, ceux-ci proviennent d'études transversales. Comme évoqué précédemment, ces effets sont seulement suspectés et ne relèvent pas d'une association causale car ces études se basent seulement sur un indicateur d'exposition géographique et non temporel, ce qui ne nous permet pas d'affirmer une relation de cause à effet entre l'exposition aux émissions des élevages et les effets sanitaires. Seule l'étude de Borlée et al. (Borlée et al. 2017), plus récente, a également utilisé un indicateur temporel pour évaluer les expositions, suggérant une meilleure preuve causale dans les résultats. Dans cette étude, des associations avec la fonction pulmonaire et une exposition spatiale et temporelle au bétail ont été trouvées chez les populations sensibles (atopiques, BPCO) mais également en population générale. Ainsi, ces derniers résultats justifient que la réflexion sur ce sujet soit poursuivie.

Au vu des résultats, et de la faible part de littérature sur le sujet, il serait recommandé dans un premier temps, de maintenir une veille documentaire avec les documentalistes de Santé publique France afin d'accumuler les preuves supplémentaires qui pourraient renforcer ou réfuter les liens suspectés. En Bretagne, aucune étude sur cette thématique n'est disponible aujourd'hui. Ainsi, dans le but d'enrichir les connaissances sur ce sujet, la réalisation d'études épidémiologiques dans la région semble justifiée.

Ce mémoire a une portée exploratoire et n'a pas pour but d'élaborer un protocole d'étude. Pour cela, des échanges avec l'Observatoire de la qualité de l'air, Air Breizh, seront engagés ultérieurement. Cependant, des pistes de discussion pour la mise en place d'une éventuelle étude épidémiologique, peuvent être amenées ici en se basant sur notre analyse des méthodes et des outils utilisés pour la mesure des expositions et des effets sanitaires par les études épidémiologiques, réalisée en second temps de ce travail. Ainsi, des idées sur le type d'indicateur d'exposition ainsi que les méthodes de collecte d'indicateurs sanitaires et d'exposition peuvent être avancées.

Comme évoqué, la seule utilisation d'un indicateur géographique dans les études transversales, ne nous permet pas d'établir une relation de cause à effet entre l'exposition et les effets sanitaires. Ainsi, une possibilité serait de s'inspirer du travail réalisé par Borlée et al. (Borlée et al. 2017) qui se rapproche d'un schéma longitudinal en utilisant un indicateur d'exposition temporel. Bien que les effets sur la santé ne soient pas attribuables à un seul polluant mais à un cocktail de polluants produit par les activités d'élevage, on

pourrait envisager d'utiliser un indicateur d'exposition temporel à NH₃ en raison de sa forte contribution aux émissions agricoles en Bretagne. En effet, dans la région, le secteur de l'agriculture est responsable de 99 % des émissions d'ammoniac (Air Breizh 2020). Pour cela, il serait également judicieux de s'appuyer sur l'expérience de Santé publique France sur les études longitudinales menées dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas). En effet, ce programme surveille et caractérise les effets à court et long terme de la pollution atmosphérique sur la santé grâce aux résultats d'études épidémiologiques qu'il produit depuis son lancement en 1997 (Santé publique France 2017).

Des échanges sur la mesure de l'exposition par NH₃ et les moyens techniques pouvant être déployés dans ce but devront également être engagés. Une approche possible serait d'envisager de construire un réseau de mesure d'ammoniac par le biais de capteurs afin de mesurer cette exposition. Cependant, des questionnements se posent quant à leurs emplacements, comme la faisabilité de les déployer au niveau de chaque habitation des zones d'élevage ou encore au centre des villes à proximité de celles-ci. Pour cela, il serait possible de s'appuyer sur le projet ABBA, débuté en septembre 2021 par Air Breizh, qui vise à réduire les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'air ambiant en Bretagne. En effet, dans le cadre de ce projet, plusieurs actions seront mises en place dont le développement d'outils sur le terrain, destinés à la surveillance de la qualité de l'air. Dans ce sens, Air Breizh va permettre l'installation de trois stations de mesures en continu d'ammoniac et de particules fines sur le territoire pilote (secteur de Brest) (Air Breizh et Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne 2023). Des échanges pourront avoir lieu sur l'utilisation des capteurs mis en place afin d'évaluer l'exposition dans le cadre d'une étude épidémiologique appliquée à notre thématique.

Les études devront tenir compte des périodes d'épandage, où l'exposition à NH₃ y est plus intense. En effet, l'ammoniac est un nutriment indispensable à la croissance des cultures et est apporté par l'élevage lors de l'épandage sous la forme de fumiers et lisiers. Les agriculteurs doivent respecter des périodes d'épandage, qui se déroulent au printemps, afin de limiter la pollution des eaux par les nitrates. Ainsi, ces périodes étant concentrées sur un nombre restreint de jours au printemps, des pics de concentration d'ammoniac peuvent avoir lieu et ainsi exposer de manière plus intensive les populations riveraines (Air Breizh et Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne 2023).

Enfin, afin de collecter les informations sanitaires, différentes sources pourront être utilisées. Tout d'abord, les données sanitaires pourront être collectées via des questionnaires auprès des populations riveraines, via leurs limites inhérentes, comme c'est le cas dans la majorité des études épidémiologiques analysées dans ce travail. Les effets sanitaires explorés étant larges et non spécifiques, ce mode de recueil paraît être le plus

simple. Néanmoins, pour plus de fiabilité, il serait envisageable de confronter ces données avec celles de bases nationales comme le Système National des Données de Santé (SNDS) rassemblant des données de l'Assurance Maladie et des hôpitaux. Mais également les données du système de surveillance syndromique SurSaUD[®] qui permet la centralisation quotidienne d'informations provenant de 600 services d'urgence participant au réseau de surveillance coordonnée des urgences (OSCOUR[®]), de 60 associations SOS Médecins (Santé publique France 2023). Ce mode de recueil a l'avantage d'être prospectif, déjà en place et se basant sur un diagnostic clinique.

5 Conclusion

La Bretagne est une région française où les problématiques liées aux élevages sont prédominantes. Les risques des émissions atmosphériques en zone d'élevage sur la santé des populations riveraines restent encore aujourd'hui peu étudiés. Dans le cadre de ses activités, Santé publique France a été sollicitée afin d'étendre sa surveillance aux émissions atmosphériques dans ce contexte. Ce travail de synthèse de littérature, basé à la fois sur des revues scientifiques et de la littérature grise, avait pour objectif de réaliser un état des connaissances relatif aux effets des émissions atmosphériques des zones d'élevage sur les populations riveraines.

Bien que de nombreux effets respiratoires aient été identifiés dans la littérature, aucun consensus scientifique actuel n'a pu être relevé, les résultats étant souvent discordants. Néanmoins, des effets concordants semblent avoir été mis en évidence chez des populations sensibles, en particulier chez celles déjà atteintes de pathologies respiratoires, justifiant que la réflexion sur ce sujet soit poursuivie.

Afin d'enrichir la discussion scientifique et obtenir un premier bilan territorial, la réalisation d'études complémentaires, prenant en compte une dimension temporelle et en collaboration avec des partenaires locaux, paraît pertinente et nécessaire. Ces dernières permettront de déterminer si les résultats obtenus justifieraient les investissements financiers et humains nécessaires à la mise en place d'une surveillance sur le territoire à plus long terme.

Bibliographie

Air Breizh. 2020. Inventaire des émissions 2008 / 2020 déployés en Bretagne. Disponible sur : <https://isea.airbreizh.asso.fr/index.php?emission=NH3#cartos> [consulté le 24 août 2023].

Air Breizh. 2022. Le projet ABAA « Ammonia Brittany Air Ambient »... Air Breizh. Disponible sur : <https://www.airbreizh.asso.fr/le-projet-abaa-ammonia-brittany-air-ambient/> [consulté le 28 août 2023].

Air Breizh, Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne. 2023. Le projet ABAA. Life ABAA 2021. Disponible sur : <https://lifeabaa2021.eu/le-projet-abaa/> [consulté le 24 août 2023].

Anne Doussin, Javier Nicolau, Frantz Thiessard, Viviane Ramel. 2017. Sources de données. In: *Epidémiologie de terrain, méthode et application*. Montrouge, France. 790.

Aromataris E, Fernandez R, Godfrey CM, Holly C, Khalil H, Tungpunkom P. 2015. Summarizing systematic reviews: methodological development, conduct and reporting of an umbrella review approach. *JBIC Evidence Implementation* 13:132; doi:10.1097/XEB.0000000000000055.

Borlée F. 2018. Respiratory health effects of livestock farm emissions in neighbouring residents. Disponible sur : <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/364052> [consulté le 10 juillet 2023].

Borlée F, Yzermans CJ, Aalders B, Rooijackers J, Krop E, Maassen CBM, et al. 2017. Air Pollution from Livestock Farms Is Associated with Airway Obstruction in Neighboring Residents. *Am J Respir Crit Care Med* 196:1152-1161; doi:10.1164/rccm.201701-0021OC.

Borlée F, Yzermans CJ, Dijk CE van, Heederik D, Smit LAM. 2015. Increased respiratory symptoms in COPD patients living in the vicinity of livestock farms. *European Respiratory Journal* 46:1605-1614; doi:10.1183/13993003.00265-2015.

Borlée F, Yzermans CJ, Krop EJM, Maassen CBM, Schellevis FG, Heederik DJJ, et al. 2018. Residential proximity to livestock farms is associated with a lower prevalence of

atopy.

Casey JA, Kim BF, Larsen J, Price LB, Nachman KE. 2015. Industrial Food Animal Production and Community Health. *Curr Envir Health Rpt* 2:259-271; doi:10.1007/s40572-015-0061-0.

Chambres d'agriculture Normandie. 2022. Réglementation environnementale. Disponible sur : <https://normandie.chambres-agriculture.fr/conseils-et-services/produire-thematiques/elevage/reglementation-des-elevages/reglementation-environnementale/> [consulté le 27 juillet 2023].

Donham KJ, Reynolds SJ, Whitten P, Merchant JA, Burmeister L, Pependorf WJ. 1995. Respiratory dysfunction in swine production facility workers: Dose-response relationships of environmental exposures and pulmonary function. *American Journal of Industrial Medicine* 27:405-418; doi:10.1002/ajim.4700270309.

DonnéesMondiales. 2023. Comparaison climatique: Basse-Saxe / Nord du Brabant. DonnéesMondiales. Disponible sur : <https://www.donneesmondiales.com/comparaison-climatique.php?r1=de-basse-saxe&r2=nl-nord-du-brabant> [consulté le 11 août 2023].

DonnéesMondiales. 2023. Comparaison climatique: Caroline du Nord / Iowa. DonnéesMondiales. Disponible sur : <https://www.donneesmondiales.com/comparaison-climatique.php?r1=us-caroline-du-nord&r2=us-iowa> [consulté le 11 août 2023].

Douglas P, Robertson S, Gay R, Hansell AL, Gant TW. 2018. A systematic review of the public health risks of bioaerosols from intensive farming. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 221:134-173; doi:10.1016/j.ijheh.2017.10.019.

Draaf Bretagne. 2022. Fiche territoriale synthétique RA 2020 « Bretagne ». Disponible sur : https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/IMG/html/fts_ra2020_bretagne.html [consulté le 30 juin 2023].

European Environment Agency. 2023. Air pollution and children's health — European Environment Agency. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-and-childrens-health/air-pollution-and-childrens-health/#fn1> [consulté le 9 août 2023].

Health Council of the Netherlands. 2012. Health risks associated with livestock farms. 62.

Heederik D, Sigsgaard T, Thorne PS, Kline JN, Avery R, Bønløkke JH, et al. 2007. Health Effects of Airborne Exposures from Concentrated Animal Feeding Operations. *Environ Health Perspect* 115:298-302; doi:10.1289/ehp.8835.

Hoopmann M, Hehl O, Neisel F, Werfel T. 2006. Association between bioaerosols coming from livestock facilities and asthmatic symptoms in children. *Gesundheitswesen*, octobre 14.

King LA, Goirand L, Tissot-Dupont H, Giunta B, Giraud C, Colardelle C, et al. 2011. Outbreak of Q fever, Florac, Southern France, Spring 2007. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 11:341-347; doi:10.1089/vbz.2010.0050.

Kirkhorn SR, Garry VF. 2000. Agricultural lung diseases. *Environ Health Perspect* 108:705-712.

Mirabelli MC, Wing S, Marshall SW, Wilcosky TC. 2006. Asthma Symptoms Among Adolescents Who Attend Public Schools That Are Located Near Confined Swine Feeding Operations. *Pediatrics* 118:e66-e75; doi:10.1542/peds.2005-2812.

Nachman KE, Lam J, Schinasi LH, Smith TC, Feingold BJ, Casey JA. 2017. O'Connor et al. systematic review regarding animal feeding operations and public health: critical flaws may compromise conclusions. *Syst Rev* 6:179; doi:10.1186/s13643-017-0575-7.

O'Connor AM, Auvermann B, Bickett-Weddle D, Kirkhorn S, Sargeant JM, Ramirez A, et al. 2010. The Association between Proximity to Animal Feeding Operations and Community Health: A Systematic Review. *PLoS One* 5:e9530; doi:10.1371/journal.pone.0009530.

O'Connor AM, Auvermann BW, Dzikamunhenga RS, Glanville JM, Higgins JPT, Kirychuk SP, et al. 2017a. Authors' response to comments from Nachman KE et al. *Systematic Reviews* 6:210; doi:10.1186/s13643-017-0611-7.

O'Connor AM, Auvermann BW, Dzikamunhenga RS, Glanville JM, Higgins JPT, Kirychuk SP, et al. 2017b. Updated systematic review: associations between proximity to animal feeding operations and health of individuals in nearby communities. *Syst Rev* 6:86; doi:10.1186/s13643-017-0465-z.

Organisation mondiale de la Santé. 2023. Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). Disponible sur : [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)) [consulté le 9 août 2023].

Organisation mondiale de la Santé. 2018. Plus de 90% des enfants dans le monde respirent chaque jour un air pollué. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news/item/29-10-2018-more-than-90-of-the-world's-children-breathe-toxic-air-every-day> [consulté le 2 août 2023].

Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. 2021. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ* 372:n160; doi:10.1136/bmj.n160.

Pallot A, Rostagno S. 2021. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie, la Revue* 21:13-14; doi:10.1016/j.kine.2019.12.050.

Pavilonis BT, Sanderson WT, Merchant JA. 2013. Relative exposure to swine animal feeding operations and childhood asthma prevalence in an agricultural cohort. *Environmental Research* 122:74-80; doi:10.1016/j.envres.2012.12.008.

Perry R, Whitmarsh A, Leach V, Davies P. 2021. A comparison of two assessment tools used in overviews of systematic reviews: ROBIS versus AMSTAR-2. *Systematic Reviews* 10:273; doi:10.1186/s13643-021-01819-x.

Radon K, Schulze A, Ehrenstein V, van Strien RT, Praml G, Nowak D. 2007. Environmental Exposure to Confined Animal Feeding Operations and Respiratory Health of Neighboring Residents. *Epidemiology* 18:300; doi:10.1097/01.ede.0000259966.62137.84.

Rossi J, Garner SA. 2014. Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. *J Agric Environ Ethics* 27:479-522; doi:10.1007/s10806-014-9497-8.

Santé publique France. 2019. Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/impacts-de-l-exposition-chronique-aux-particules-fines-sur-la-mortalite-en-france-continentale-et-analyse-des-gains-en-sante-de-plusieurs-scenarios> [consulté le 31 août 2023].

Santé publique France. 2017. Le Programme de Surveillance Air et Santé. Disponible sur : <https://invs.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=b73d056e42e343bea9ec26144625f71e> [consulté le 24 août 2023].

Santé publique France. 2023. Surveillance syndromique - SURSAUD® – Santé publique France. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/surveillance-syndromique-sursaud-R> [consulté le 24 août 2023].

Schinasi L, Horton RA, Guidry VT, Wing S, Marshall SW, Morland KB. 2011. Air Pollution, Lung Function, and Physical Symptoms in Communities Near Concentrated Swine Feeding Operations. *Epidemiology* 22:208-215; doi:10.1097/EDE.0b013e3182093c8b.

Schneeberger PM, Wintenberger C, van der Hoek W, Stahl JP. 2014. Q fever in the Netherlands – 2007–2010: What we learned from the largest outbreak ever. *Médecine et Maladies Infectieuses* 44:339-353; doi:10.1016/j.medmal.2014.02.006.

Schulze A, Römmelt H, Ehrenstein V, van Strien R, Praml G, Küchenhoff H, et al. 2011. Effects on Pulmonary Health of Neighboring Residents of Concentrated Animal Feeding Operations: Exposure Assessed Using Optimized Estimation Technique. *Archives of Environmental & Occupational Health* 66:146-154; doi:10.1080/19338244.2010.539635.

Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. 2017. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 358:j4008; doi:10.1136/bmj.j4008.

Sigurdarson ST, Kline JN. 2006. School Proximity to Concentrated Animal Feeding Operations and Prevalence of Asthma in Students. *Chest* 129:1486-1491; doi:10.1378/chest.129.6.1486.

Slim K, Marquillier T. 2022. Umbrella reviews: A new tool to synthesize scientific evidence in surgery. *Journal of Visceral Surgery* 159:144-149; doi:10.1016/j.jvisc Surg.2021.10.001.

Smit LAM, Hooiveld M, Beer F van der S, Winden AWJO, Beekhuizen J, Wouters IM, et al. 2014. Air pollution from livestock farms, and asthma, allergic rhinitis and COPD among neighbouring residents. *Occup Environ Med* 71:134-140; doi:10.1136/oemed-2013-101485.

Thierry Ancelle. 2002. *Statistique épidémiologie*. MALOINE. Paris.

van Dijk CE, Garcia-Aymerich J, Carsin A-E, Smit LAM, Borlée F, Heederik DJ, et al. 2016. Risk of exacerbations in COPD and asthma patients living in the neighbourhood of livestock

farms: Observational study using longitudinal data. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 219:278-287; doi:10.1016/j.ijheh.2016.01.002.

Wing S, Cole D, Grant G. 2000. Environmental injustice in North Carolina's hog industry. *Environ Health Perspect* 108: 225-231.

Wing S, Wolf S. 2000. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. *Environ Health Perspect* 108: 233-238.

Liste des annexes

Annexe 1

1) Liste des mots clés utilisés pour la construction des équations de recherche

Concept principal	Langage naturel EN	Mots clés Mesh (Pubmed, Cochrane)
Pollution atmosphérique	"air pollution" / "air pollutants" "air quality" / "air contamin*" / "atmospheric contamin*" / "atmospheric pollut*" / "airborne poultry dust" / "pollutant emissions" / "ambient particulate matter" / "ambient air" / "adverse respiratory health effects"	"Air pollution" "air polluants"
Elevage intensif	"intensive livestock farming" / "intensive breeding" / "intensive farm*" / "Industrial food animal production" (IFAP) / "industrialized farming" / "commercial poultry farms" / "livestock farms" / "livestock dense areas" / "high density of livestock farms" / "high livestock density" / "industrial livestock operations" (ILOs) / "hog farm" / "intensive animal farming" / "Farming livestock" / "Livestock production" / "Industrial farming" / "Industrial livestock" / "farming intensification" / "industrial swine" (chicken, poultry,...) / "industrial hog operations" / "intensive hog farming operations" / "poultry operation activity" / "animal feeding operation" (AFO) / "animal feeding facilities" / "Concentrated Animal Feeding Operation" (CAFOs)	Farms livestock farming [Geobase] livestock [Emtree] Animal Husbandry[MESH]
Population riveraine	"Living near" / "live near" / residing Residents / Proximity / Vicinity / Neighbour* / neighbor* / resident* Community / "Living close" / "ZIP Code"	"Community-Based Participatory Research"[MAJR] "Residence Characteristics"[MAJR]

2) Détails des équations de recherche

• Scopus

Equation 1. Limite : type de document = review

TITLE(((Breeding OR Swine OR Pig OR Piglet OR Pork OR Hog OR Porcine OR Chicken OR Poultry OR Goat OR Sheep OR Cattle OR Animal OR Bovine OR Cow OR Beef OR Lamb Or Hens) W/3 (Farm* OR intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement OR Concentrated OR dense OR density OR Production OR Operation OR large-scale)) OR (farm* W/3 (intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement OR Concentrated OR dense OR density OR large-scale)) OR livestock OR "live stock" OR "industrial food animal production" OR IFAP OR "Animal feeding operation" OR AFO OR "Animal feeding facility" OR "Concentrated animal feeding operation" OR CAFOs OR "Animal Husbandry") AND TITLE-ABS-KEY("Liv* near" OR residing OR Residen* OR Proximity OR Vicinity OR Neighb* OR Community OR Inhabitant OR household OR "house hold" OR "Living close" OR "Living up" OR "ZIP Code" OR Settlement) AND TITLE-ABS-KEY(Disease OR Morbidity OR Mortality OR Incidence OR Expos* OR symptom* OR "human health" OR (Health W/5 (effect OR impact OR Risk OR Outcome)) OR illness OR Sickness) AND NOT SRCTITLE(veterin* OR Mammal OR Animal OR Tropical OR Poultry OR infecti* OR Virolog* OR Vaccine OR Zoono* OR Parasit* OR Avian OR Foodborne OR Wildlife OR Ruminant OR Aquaculture OR Epidemic* OR India OR "Risk management" OR Land OR Nutri* OR Africa* OR Economic* OR Food OR Plant) AND NOT TITLE(*Microb* OR Immunol* OR "Staphylococcus aureus" OR brucellosis OR Mycotoxin OR Ethiopia OR Kenya OR India OR Pakistan OR Africa OR ((middle OR low) W/3 income) OR "develop* country" OR Infectious OR Influenza OR Hepatitis OR "Foot-and-Mouth Disease" OR Virus OR Wildlife OR Aquaculture OR "Escherichia coli" OR ""Drug Resistan*" OR "antibiotic resistan*") AND NOT KEY(Genes OR Bacter* OR anthropogenic OR wild OR Genetic* OR "Animal Diseases" OR "Management systems") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2012)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"German") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"French") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Italian") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Dutch"))

Equation 2. Limite : Review ou meta-analysis en TITRE

(TITLE(((Breeding OR Swine OR Pig OR Piglet OR Pork OR Hog OR Porcine OR Chicken OR Poultry OR Goat OR Sheep OR Cattle OR Animal OR Bovine OR Cow OR Beef OR Lamb Or Hens) W/3 (Farm* OR intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement OR Concentrated OR dense OR density OR Production OR Operation OR large-scale)) OR (farm* W/3 (intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement OR Concentrated OR dense OR density OR large-scale)) OR livestock OR "live stock" OR "industrial food animal production" OR IFAP OR "Animal feeding operation" OR AFO OR "Animal feeding facility" OR "Concentrated animal feeding operation" OR CAFOs OR "Animal Husbandry") AND TITLE-ABS-KEY("Liv* near" OR residing OR Residen* OR Proximity OR Vicinity OR Neighb* OR Community OR Inhabitant OR household OR "house hold" OR "Living close" OR "Living up" OR "ZIP Code" OR Settlement) AND TITLE-ABS-KEY(Disease OR Morbidity OR Mortality OR Incidence OR Expos* OR symptom* OR "human health" OR (Health W/5 (effect OR impact OR Risk OR Outcome)) OR illness OR Sickness) AND TITLE(Review OR "Meta analysis")) AND NOT SRCTITLE(veterin* OR Mammal OR Animal OR Tropical OR Poultry OR infecti* OR Virolog* OR Vaccine OR Zoono* OR Parasit* OR Avian OR Foodborne OR Wildlife OR Ruminant OR Aquaculture OR Epidemic* OR India OR "Risk management" OR Land OR Nutri* OR Africa* OR Economic* OR Food OR Plant) AND NOT TITLE(*Microb* OR Immunol* OR "Staphylococcus aureus" OR brucellosis OR Mycotoxin OR Ethiopia OR Kenya OR India OR Pakistan OR Africa OR ((middle OR low) W/3 income) OR "develop* country" OR Infectious OR Influenza OR Hepatitis OR "Foot-and-Mouth Disease" OR Virus OR Wildlife OR Aquaculture OR "Escherichia coli" OR ""Drug Resistan*" OR "antibiotic resistan*") AND NOT KEY(Genes OR Bacter* OR anthropogenic OR wild OR Genetic* OR "Animal Diseases" OR "Management systems") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2012)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"German") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"French") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Italian") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Dutch"))

Equation 3 = #1 OR #2

Equation 4. Limite : Equation incluant tous types d'études

TITLE(((Breeding OR Swine OR Pig OR Piglet OR Pork OR Hog OR Porcine OR Chicken OR Poultry OR Goat OR Sheep OR Cattle OR Animal OR Bovine OR Cow OR Beef OR Lamb OR Hens) W/3 (Farm* OR intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement OR Concentrated OR dense OR density OR Production OR Operation OR large-scale)) OR (farm* W/3 (intensi* OR high OR industr* OR Confined OR Confinement

OR Concentrated OR dense OR density OR large-scale)) OR livestock OR "live stock" OR "industrial food animal production" OR IFAP OR "Animal feeding operation" OR AFO OR "Animal feeding facility" OR "Concentrated animal feeding operation" OR CAFOs OR "Animal Husbandry") AND TITLE-ABS-KEY("Liv* near" OR residing OR Residen* OR Proximity OR Vicinity OR Neighb* OR Community OR Inhabitant OR household OR "house hold" OR "Living close" OR "Living up" OR "ZIP Code" OR Settlement) AND TITLE-ABS-KEY(Disease OR Morbidity OR Mortality OR Incidence OR Expos* OR symptom* OR "human health" OR (Health W/5 (effect OR impact OR Risk OR Outcome)) OR illness OR Sickness) AND NOT SRCTITLE(veterin* OR Mammal OR Animal OR Tropical OR Poultry OR infect* OR Virolog* OR Vaccine OR Zoono* OR Parasit* OR Avian OR Foodborne OR Wildlife OR Ruminant OR Aquaculture OR Epidemic* OR India OR "Risk management" OR Land OR Nutri* OR Africa* OR Economic* OR Food OR Plant) AND NOT TITLE(*Microb* OR Immunol* OR "Staphylococcus aureus" OR brucellosis OR Mycotoxin OR Ethiopia OR Kenya OR India OR Pakistan OR Africa OR ((middle OR low) W/3 income) OR "develop* country" OR Infectious OR Influenza OR Hepatitis OR "Foot-and-Mouth Disease" OR Virus OR Wildlife OR Aquaculture OR "Escherichia coli" OR "Drug Resistan*" OR "antibiotic resistan*") AND NOT KEY(Genes OR Bacter* OR anthropogenic OR wild OR Genetic* OR "Animal Diseases" OR "Management systems") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2012)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"German") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"French") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Italian") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Dutch"))

- **PubMed**

Equation 1. Recherche de Meta-Analysis, Review, Systematic Review (en utilisant le filtre de l'interface)

((((Breeding[TI] OR Swine*[TI] OR Pig[TI] OR Pigs[TI] OR Piglet*[TI] OR Pork[TI] OR Porks[TI] OR Hog[TI] OR Hogs[TI] OR Porcine*[TI] OR Chicken[TI] OR Poultr*[TI] OR Goat[TI] OR Goats[TI] OR Sheep*[TI] OR Cattle*[TI] OR Animal*[TI] OR Bovine*[TI] OR Cow[TI] OR Cows[TI] OR Beef[TI]OR Beefs[TI] OR Lamb[TI] OR Lambs[TI] OR Hens[TI])) AND (Farm*[TI] OR intensi*[TI] OR high[TI] OR industr*[TI] OR Confined[TI] OR Confinement[TI] OR Concentrated[TI] OR dense[TI] OR densit*[TI] OR Production*[TI] OR Operation*[TI] OR large-scale*[TI])) OR (livestock*[TI] OR "live stock*[TI] OR "industrial food animal production"[TI] OR IFAP[TI] OR "Animal feeding operation*[TI] OR AFO[TI] OR "Animal feeding facilit*[TI] OR "Concentrated animal feeding operation*[TI] OR CAFOs[TI] OR "Animal Husbandr*[TI])) AND ("Living near"[TIAB] OR residing[TIAB] OR Residen*[TIAB] OR Proximity[TIAB] OR Vicinity[TIAB] OR Neighb*[TIAB] OR Communit*[TIAB] OR Inhabitant*[TIAB] OR household*[TIAB] OR "house hold*[TIAB] OR "Living close"[TIAB] OR "Living up"[TIAB] OR "ZIP Code*[TIAB] OR Settlement*[TIAB]) AND (Disease*[TIAB] OR Morbidit*[TIAB] OR Mortalit*[TIAB] OR Incidence*[TIAB] OR Expos*[TIAB] OR symptom*[TIAB] OR "human health"[TIAB] OR Health[TIAB] OR illness*[TIAB] OR Sickness[TIAB]) AND 2012:3000[EDAT])

Equation 2. Recherche d'articles ayant Review ou meta-analysis en TITRE

((((Breeding[TI] OR Swine*[TI] OR Pig[TI] OR Pigs[TI] OR Piglet*[TI] OR Pork[TI] OR Porks[TI] OR Hog[TI] OR Hogs[TI] OR Porcine*[TI] OR Chicken[TI] OR Poultr*[TI] OR Goat[TI] OR Goats[TI] OR Sheep*[TI] OR Cattle*[TI] OR Animal*[TI] OR Bovine*[TI] OR Cow[TI] OR Cows[TI] OR Beef[TI]OR Beefs[TI] OR Lamb[TI] OR Lambs[TI] OR Hens[TI])) AND (Farm*[TI] OR intensi*[TI] OR high[TI] OR industr*[TI] OR Confined[TI] OR Confinement[TI] OR Concentrated[TI] OR dense[TI] OR densit*[TI] OR Production*[TI] OR Operation*[TI] OR large-scale*[TI])) OR (livestock*[TI] OR "live stock*[TI] OR "industrial food animal production"[TI] OR IFAP[TI] OR "Animal feeding operation*[TI] OR AFO[TI] OR "Animal feeding facilit*[TI] OR "Concentrated animal feeding operation*[TI] OR CAFOs[TI] OR "Animal Husbandr*[TI])) AND ("Living near"[TIAB] OR residing[TIAB] OR Residen*[TIAB] OR Proximity[TIAB] OR Vicinity[TIAB] OR Neighb*[TIAB] OR Communit*[TIAB] OR Inhabitant*[TIAB] OR household*[TIAB] OR "house hold*[TIAB] OR "Living close"[TIAB] OR "Living up"[TIAB] OR "ZIP Code*[TIAB] OR Settlement*[TIAB]) AND (Disease*[TIAB] OR Morbidit*[TIAB] OR Mortalit*[TIAB] OR Incidence*[TIAB] OR Expos*[TIAB] OR symptom*[TIAB] OR "human health"[TIAB] OR Health[TIAB] OR illness*[TIAB] OR Sickness[TIAB]) AND 2012:3000[EDAT]) AND (Review[TI] OR "meta analysis")

Equation 3 = #1 OR #2

- **GOOGLE / GOOGLE SCHOLAR**

livestock|"industrial farming"|animal feeding|"intensive animal farming" "living near"|"living close"|proximity|Vicinity|neighbour|neighbor|community|exposure|exposed|health|justice|disease|symptom site:.be|.ca|.nl|.de|.gov|.edu

Annexe 2

Liste des références exclues

Références	Motifs d'exclusion
Rossi J, Garner SA. Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 2014 ;27(3):479-522	Autre sujet : critique morale de l'élevage intensif.
Orsi L, Magnani C, Petridou ET, Dockerty JD, Metayer C, Milne E, et al. Living on a farm, contact with farm animals and pets, and childhood acute lymphoblastic leukemia: pooled and meta-analyses from the Childhood Leukemia International Consortium. Cancer Medicine. 2018 ;7(6):2665-81	Autre sujet : Ne concerne pas les populations riveraines des zones d'élevage. Les populations d'étude ont vécu leur enfance dans une ferme.
Naseem S, King AJ. Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment—techniques for its reduction during poultry production. Environmental Science and Pollution Research. 2018 ;25(16):15269-93	Autre sujet : étudie la production du NH ₃ dans les élevages de volailles, les conséquences sanitaires pour les travailleurs et animaux, et les moyens de gestion.
Nachman KE, Lam J, Schinasi LH, Smith TC, Feingold BJ, Casey JA, O'Connor et al. Systematic review regarding animal feeding operations and public health: Critical flaws may compromise conclusions. Systematic Reviews. 2017 ;6(1)	Nature du document : article de type lettre à l'éditeur (« Commentary ») à la suite de la publication d'une revue systématique (O'Connor et al. 2017b).
Hu Y, Cheng H, Tao S. Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation. Environment International. 2017 ;107:111-30	Nature du document : revue de portée sur les enjeux environnementaux et sanitaires de l'élevage intensif appliqués au contexte chinois.
Galindo-Barboza AJ, Domínguez-Araujo G, Arteaga-Garibay RI, Salazar-Gutiérrez G. Mitigation and adaptation to climate change through the implementation of integrated models for the management and use of livestock residues. Review. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias. 2020 ;11:107-25	Autre sujet : article sur la gestion environnementale des élevages et de leurs effluents.
Brenner B, Walser S, Hörmansdorfer S, Tesseraux I, Eikmann T, Herr C. Environmental health assessment of bioaerosol immissions in the neighbourhood of livestock facilities. Hygiene + Medizin. 2013 ;38(7-8):288-93 ¹⁰	Autre sujet : article sur l'évaluation des risques (bio-aérosols) pour les dossiers d'autorisation des installations d'élevage intensif.
Post PM, Houthuijs D, Sterk HAM, Marra M, van de Kassteel J, van Pul A, et al. Proximity to livestock farms and exposure to livestock-related particulate matter are associated with lower probability of medication dispensing for obstructive airway diseases. Int J Hyg Environ Health. 2021 ;231:113651	Autre sujet : exploration d'un effet protecteur de la proximité aux élevages pour les consommations médicamenteuses en lien avec l'asthme et la BPCO.
O'Connor AM, Auvermann BW, Higgins JP, Kirychuk SP, Sargeant JM, Von Essen SG, et al. The association between proximity to animal-feeding operations and community health: a protocol for updating a systematic review. Syst Rev. 2014 ;3:99	Nature du document : protocole d'une revue systématique (O'Connor et al. 2017b).
Post PM. Characterizing effects of livestock farming on human health and the environment [Thèse]. Utrecht : Utrecht University; 2021.	Nature du document : aucune partie de la thèse ne correspond à une revue des effets de l'élevage intensif sur les populations riveraines.
RIVM. Livestock farming and residential health. La Haye : RIVM [consulté le 18/07/2022]. Disponible : https://www.rivm.nl/en/livestock-farming-and-health/livestock-farming-and-residential-health	Nature du document : Il s'agit d'un site relatif à un programme d'études (VGO I, VGO II et VGO III) sur élevage intensif et santé. Des liens vers les partenaires du programme sont proposés mais il ne renvoie pas directement à une synthèse des connaissances.

¹⁰ Article en allemand : exclu à partir du résumé en anglais

Annexe 3

Grilles de lecture des revues systématiques sélectionnées

O'Connor et al., 2017	
O'Connor AM, Auvermann BW, Dzikamunhenga RS, Glanville JM, Higgins JPT, Kirychuk SP, et al. 2017b. Updated systematic review: associations between proximity to animal feeding operations and health of individuals in nearby communities. Syst Rev 6:86; doi:10.1186/s13643-017-0465-z.	
Affiliation de l'auteur correspondant	O'Connor AM: Department of Veterinary Diagnostic and Production Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Iowa State University, Ames, IA, USA
Nature du document	Revue exhaustive publiée dans une revue présumée non-prédatrice ¹¹
Items Cotation AMSTAR-2	
Les questions de recherche et les critères d'inclusion ont-ils inclus les critères PICO ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><u>Question de recherche</u> : Mettre à jour une revue systématique des associations entre le fait de vivre à proximité d'élevages sans y travailler et la santé humaine. <u>Critères d'inclusion</u> : Populations (résidents de communautés vivant à proximité ou non d'installations d'élevage) ; Expositions (toute notion d'exposition à des élevages industriels ou modernes sans distance fixée <i>à priori</i>) ; Comparaison (pas de définition, pour un gradient d'exposition, ou distinguer les populations exposées et non exposées. Justification fournie) ; Outcomes (tous types d'effets sanitaires y compris le portage de bactéries résistantes)</p>
Le rapport de la revue contenait-il une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Le protocole a été déposé sous Prospero (N° CRD42014010521) et publié en 2014.</p>
Le rapport justifiait-il toute déviation significative par rapport au protocole ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Les écarts par rapport au protocole sont justifiés dans la partie « Méthodes » (Planned methods of quantitative analysis) puis discutés parmi les limites.</p>
Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Les schémas d'étude éligibles et les schémas non retenus sont présentés dans la partie « Méthodes » (critères d'éligibilité).</p>
Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bases documentaires (MEDLINE, MEDLINE InProcess, Centre for Agricultural Biosciences Abstracts, Science Citation) - Références supplémentaires dans les bibliographies des articles identifiés à l'aide de l'équation de recherche.
Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Sélection réalisée en deux temps : d'abord un screening sur le titre et résumé puis un examen du texte intégral. Deux auteurs ont effectué indépendamment la sélection (à chacune de ces étapes). Les désaccords ont été résolus par consensus ou à défaut par un troisième relecteur.</p>
Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

¹¹ <https://d-sante.dsi.sorbonne-universite.fr/recherche-0/liste-des-revues-non-predatrices>

	L'extraction des données a été réalisée indépendamment par au moins deux évaluateurs. Les désaccords ont été résolus par un troisième évaluateur.
Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La liste des articles exclus lors de l'évaluation du texte intégral ainsi que les raisons de l'exclusion est présentée en annexe de la revue (fichier Excel téléchargeable).
Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Les caractéristiques des études incluses dans la revue sont détaillées dans le tableau 1 : schéma d'étude, pays, date de l'étude, population étudiée (effectifs, âge), ainsi que les méthodes statistiques utilisées pour évaluer les associations entre les expositions et les résultats.
Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Utilisation d'une version préliminaire de ROBINS I pour évaluer les biais des études observationnelles et d'un outil Cochrane modifié pour les études expérimentales non randomisées. L'utilisation de ROBINS I pour des études évaluant les effets d'expositions environnementales a été débattue et argumentée [9, 23]
Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pas de méta-analyse réalisée
Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pas de méta-analyse réalisée
Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'approche GRADE a été utilisée pour discuter le niveau des preuves disponibles. Cette approche prend en compte les risques de biais des études individuelles.
Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aucune synthèse quantitative des résultats n'a pu être réalisée en raison de la diversité des paramètres utilisés pour mesurer les expositions et les résultats de santé, même au sein d'un sous-groupe.
Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'étude est financée par le National Pork Board. Les auteurs ont présenté les mesures mises en œuvre pour prévenir les conflits d'intérêts.
Autres éléments extraits	
Population (caractéristiques)	Personnes vivant à proximité (<i>exposés et non-exposés</i>) d'élevages pouvant être considérés comme industriels. Les études sur les travailleurs des élevages ont été exclues de la revue.
Éléments de contexte : période d'étude, type d'élevage, zone géographique - langue	- Pas de restriction sur la date des études - Type d'élevage animal : élevage pouvant être considéré comme industriel ou moderne. - Pas de restriction de langue dès lors que les études avaient un titre et un résumé en anglais.
Effets sanitaires évalués	Effets respiratoires (voies respiratoires supérieures, inférieures), SARM, autres pathologies infectieuses , effets psychologiques, neurologiques, dermatologiques, otologiques, oculaires, gastro-

	<p>intestinaux, stress et humeur, et autres pathologies non infectieuses. En gras, les effets présentés dans le corps de l'article, les autres effets sont présentés en annexe.</p> <p>Les résultats des études sont regroupés en 4 catégories selon le caractère subjectif / objectif des évaluations des effets sanitaires et des expositions.</p>
Synthèse des effets sanitaires en population générale (effets pour lesquels est rapportée une association positive avec l'exposition aux élevages)	<ul style="list-style-type: none"> - Preuves suffisantes en faveur d'une association positive entre fièvre Q et proximité à des élevages de chèvres. - Association à clarifier entre colonisation par des SARM et proximité à des élevages. Études insuffisantes. - Des preuves contradictoires d'une faible association entre les expositions aux élevages et des symptômes respiratoires (voies inférieures : asthme, respiration sifflante) auto-déclarés par des personnes allergiques ou avec des antécédents familiaux d'allergies. Aucune relation dose-effet cohérente entre l'exposition et la maladie n'a pu être observée.
Références retenues (hors fièvre Q et SARM)	Études relatives aux effets respiratoires : (Hoopmann et al. 2006; Mirabelli et al. 2006)

Douglas et al., 2018	
<p>Douglas P, Robertson S, Gay R, Hansell AL, Gant TW. 2018. A systematic review of the public health risks of bioaerosols from intensive farming. <i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i> 221:134-173; doi:10.1016/j.ijheh.2017.10.019.</p>	
Affiliation de l'auteur correspondant	Gant TW : Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards, Public Health England, Harwell Campus Didcot, Oxfordshire, OX11 0RQ, United Kingdom
Nature du document	Revue exhaustive publiée dans une revue présumée non-prédatrice.
Items Cotation AMSTAR-2	
Les questions de recherche et les critères d'inclusion ont-ils inclus les critères PICO ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Question de recherche : La revue systématique avait pour but d'évaluer les effets potentiels des émissions de bioaérosols (polluants gazeux et odeurs exclus) issus de l'élevage intensif sur la santé des populations résidant à proximité des installations.</p> <p>Critères d'inclusion : Populations (résidents/travailleurs) ; Expositions (à des élevages de volailles ou porcins évaluées par approximation - modélisation, indicateurs géographiques - voire par des concentrations mesurées) ; Comparaison (pas de définition, pour un gradient d'exposition, ou distinguer les populations exposées et non exposées) ; Outcomes (effets respiratoires, cardiovasculaires et gastro-intestinaux)</p>
Le rapport de la revue contenait-il une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Les auteurs déclarent s'être conformés aux Guidelines for Meta-Analyses and Systematic Reviews of Observational Studies (MOOSE). Cependant, aucun protocole avec une validation indépendante n'est rapporté.</p>
Le rapport justifiait-il toute déviation significative par rapport au protocole ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Le rapport justifie seulement l'absence de méta-analyse par l'hétérogénéité des études épidémiologiques en matière de design, d'indicateurs de santé et d'exposition.</p>
Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Sont évoquées les études observationnelles et expérimentales sans autre discussion : études écologiques ?</p>
Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	<p style="text-align: center;">Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bases documentaires (Scopus, PubMed) et littérature grise (Google / Google Scholar) - Équation de recherche examinée par le groupe de pilotage du projet et des experts du domaine

	<ul style="list-style-type: none"> - Références supplémentaires identifiées auprès des experts ou par recherche manuelle dans les bibliographies des articles identifiés à l'aide de l'équation de recherche.
Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les titres et résumés ont été examinés indépendamment par deux évaluateurs (SR, PD) - Les divergences ont été résolues par un autre évaluateur - Les articles ont ensuite été récupérés et sélectionnés de la même manière pour inclusion (SR, PD).
Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>L'extraction des données a été réalisée indépendamment par les auteurs (SR, PD).</p>
Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>La liste des études exclues n'est pas fournie : sont fournies uniquement les principales raisons des exclusions.</p>
Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Les caractéristiques des études incluses dans la revue sont détaillées (design de l'étude, le contexte, la population étudiée, les méthodes et indicateurs utilisés pour évaluer les effets sanitaires et l'exposition).</p>
Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de l'outil d'évaluation de la qualité développé par Pearson et al (2015) qui lui-même avait été développé par Shah et Balkhair (2015). L'outil a initialement été développé pour l'épidémiologie environnementale observationnelle (descriptive transversale, cohorte) puis adapté pour évaluer les biais dans les études expérimentales et quasi-expérimentales. - Les deux évaluateurs ont évalué indépendamment chaque étude pour 8 sources potentielles de biais (conception de l'étude, biais de sélection, répondant, confusion, évaluation de l'exposition et des résultats, taille de l'échantillon et analyse). Un troisième évaluateur a résolu les litiges éventuels.
Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Pas de méta-analyse réalisée</p>
Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Pas de méta-analyse réalisée</p>
Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Dans la partie « Résultats », les auteurs ont présenté les différents biais pouvant être associés à chacune des études individuelles incluses (tableau complet présent en annexe de la revue) et dans la partie « Discussion » les risques de biais des études sont pris en compte pour l'interprétation des résultats.</p>
Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	<p>Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de	<p>Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Pas de synthèse quantitative réalisée
Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui Non <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Les auteurs n'ont pas explicité l'absence de conflit d'intérêts mais les financements sont présentés.
Autres éléments extraits	
Population (caractéristiques)	Les adultes et enfants résidant à proximité des élevages intensifs constituent la population d'étude ciblée par la revue. Néanmoins, les études épidémiologiques sur les travailleurs sont présentées séparément et utilisées pour discuter les études en population générale.
Éléments de contexte : période d'étude, type d'élevage, zone géographique - langue	<ul style="list-style-type: none"> - Les articles publiés entre janvier 1960 et avril 2017 - Type d'élevage animal : volailles et porcs - Pas de restriction de langue pour les études épidémiologiques
Effets sanitaires évalués	Effets respiratoires (symptômes des voies supérieures, capacité pulmonaire, asthme, BPCO), effets cardiovasculaires, et gastro-intestinaux. En fonction des études, les effets pouvaient être évalués à partir de mesures subjectives (basées sur l'auto-évaluation, généralement des questionnaires) ou objectives (ex : tests spirométriques, consommations médicamenteuses...).
Synthèse des effets sanitaires en population générale (effets pour lesquels est rapportée une association positive avec l'exposition aux élevages)	<u>Uniquement des effets respiratoires</u> : Chez les adultes : les résultats sont mitigés. Quelques études rapportaient des problèmes de santé respiratoire auto-déclarés et d'autres travaux aucun effet voire un effet protecteur. Par exemple, une étude trouve une association entre l'asthme atopique et la proximité d'un poulailler ou la fréquence des sifflements chez les sujets souffrant de BPCO et la proximité d'une ferme (Borlée et al. 2015). Une autre étude rapportait une exacerbation de la BPCO mais l'association significative disparaissait lorsque le nombre de volailles dans un rayon de 500 mètres dépassait 12 500 (van Dijk et al. 2016). Chez les enfants : les études sont plus cohérentes et montrent une faible augmentation de la prévalence de l'asthme (données auto-déclarées) parmi les enfants vivant ou fréquentant des écoles situées à proximité d'une ferme intensive.
Références retenues (Hors fièvre Q et SARM)	Études relatives à l'augmentation de la prévalence de l'asthme chez les enfants : (Hoopmann et al. 2006; Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Sigurdarson et Kline 2006)

Annexe 4

Grilles de lecture des revues narratives

Health Council of the Netherlands, 2012	
Health Council of the Netherlands. 2012. Health risks associated with livestock farms. 62.	
Affiliation de l'auteur correspondant	Absence d'auteur correspondant. La composition du comité d'experts ayant rédigé le rapport est fournie en annexe B.
Nature du document	Rapport relatif aux effets de l'élevage intensif sur la santé des populations résidant à proximité des installations. Document rédigé en réponse à une sollicitation/saisine interministérielle. Deux objectifs : développer un cadre pour l'évaluation des risques ; évaluer l'utilité et la nécessité de distances d'éloignement entre les installations d'élevage et les zones habitées.
Population (caractéristiques)	Populations voisines des élevages intensifs.

Éléments de contexte : période d'étude, type d'élevage, zone géographique – langue	<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'information sur les modalités précises de recherche, sur les restrictions de langue. - Pas de précision sur le type d'élevage
Effets sanitaires évalués	Tous types d'effets à partir des revues et études citées ci-dessus (éléments de contexte). Avec des focus sur le risque infectieux, les PM et les endotoxines avant d'élargir aux odeurs et à la qualité de vie.
Synthèse des effets sanitaires en population générale (effets pour lesquels est rapportée une association positive avec l'exposition aux élevages)	Vivre à proximité des élevages pourrait entraîner divers risques pour la santé des populations, même dans des circonstances normales (c'est-à-dire en dehors des épidémies zoonotiques). Sont notamment évoqués des effets respiratoires en matière d'altération des fonctions pulmonaires voire d'allergies. Cependant, les résultats scientifiques disponibles sur le sujet sont peu nombreux, de nature hétérogène et de portée limitée. Des preuves robustes sont disponibles uniquement pour le risque de fièvre-Q.
Références retenues (Hors fièvre Q et SARM)	Aucune

Casey JA et al., 2015	
Casey JA, Kim BF, Larsen J, Price LB, Nachman KE. 2015. Industrial Food Animal Production and Community Health. <i>Curr Envir Health Rpt</i> 2:259-271; doi:10.1007/s40572-015-0061-0.	
Affiliation de l'auteur correspondant	Casey JA : Robert Wood Johnson Foundation Health and Society Scholars Program, UC San Francisco and UC Berkeley, 50 University Hall, Room 583, Berkeley, CA 94720-7360, USA
Nature du document	Revue narrative publiée dans un journal absent de la liste non-exhaustive des revues non-prédatrices mise à jour en avril 2023 ¹² . <i>Curr Envir Health Rpt</i> est cependant référencé dans Medline et fréquemment cité (CiteScore 2021 : 14,8. Source : Scopus, mai 2023).
Population (caractéristiques)	Populations vivant à proximité des élevages intensifs. D'après le résumé, la notion de proximité prend en compte non seulement les bâtiments mais également les cultures utilisées pour la valorisation des déjections animales. Les populations vivant ou travaillant à la ferme sont exclues.
Éléments de contexte : période d'étude, type d'élevage, zone géographique - langue	<ul style="list-style-type: none"> - Études publiées après 2000 identifiées avec PubMed et Google Scholar. - Type d'élevage animal : élevages pouvant <i>a priori</i> être considérés comme industriels (Industrial food animal production - IFAP). - Les restrictions de langue pour la recherche des études ne sont pas précisées.
Effets sanitaires évalués	Effets respiratoires, zoonoses, troubles cognitifs, stress et humeur, qualité de vie, autres.
Synthèse des effets sanitaires en population générale (effets pour lesquels est rapportée une association positive avec l'exposition aux élevages)	Associations cohérentes et positives des expositions avec la morbidité respiratoire (respiration sifflante, BPCO, rhinites allergiques et surtout asthme et fonction pulmonaire), le stress et l'humeur, la fièvre Q et l'infection / colonisation par les SARM.
Références retenues (Hors fièvre Q et SARM)	Études relatives aux effets respiratoires : (Mirabelli et al. 2006; Pavilonis et al. 2013; Radon et al. 2007; Schinasi et al. 2011; Schulze et al. 2011; Sigurdarson et Kline 2006; Smit et al. 2014)

¹² <https://d-sante.dsi.sorbonne-universite.fr/recherche-0/liste-des-revues-non-predatrices>

Borlée F, 2018	
Borlée F. 2018. Respiratory health effects of livestock farm emissions in neighbouring residents. Disponible sur : https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/364052 [consulté le 10 juillet 2023].	
Affiliation de l'auteur correspondant	Borlée F : Institute for Risk Assessment Sciences, IRAS, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands
Nature du document	Thèse relative aux « Effets des émissions des élevages sur la santé respiratoire des populations riveraines ». La thèse a été menée dans le cadre d'un large programme d'études VGO sur l'élevage et la santé des riverains (https://www.rivm.nl/en/livestock-farming-and-health/livestock-farming-and-residential-health).
Population (caractéristiques)	L'introduction, assimilable à une revue narrative, présente successivement les effets respiratoires chez les agriculteurs et les populations riveraines des installations d'élevage. La thèse porte sur des populations âgées de 18-70 ans.
Éléments de contexte : période d'étude, type d'élevage, zone géographique - langue	<ul style="list-style-type: none"> - Sur la revue de la littérature : études disponibles au lancement du programme VGO en 2012. Pas d'information sur les équations de recherche, sur les restrictions de langue. - Sur les articles de la thèse : zone d'étude à l'Est de la province du Noord-Brabant et Nord du Limburg. Zone d'élevage intensif (Bovins > porcins et volailles > chèvres et visons), lieu de survenu d'une large épidémie de fièvre Q en 2007-2010. Les outcomes de santé : dossiers médicaux électroniques, auto-questionnaires et indices spirométriques.
Effets sanitaires évalués	Effets respiratoires (asthme, symptômes asthmatiques, BPCO, respiration sifflante, rhinite allergique...)
Synthèse des effets sanitaires en population générale (effets pour lesquels est rapportée une association positive avec l'exposition aux élevages)	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction / Justification de la thèse : large hétérogénéité méthodologique des études réalisées sur les effets respiratoires parmi les populations riveraines et des résultats contradictoires (majoritairement négatifs) qui ne permettent pas de conclure. Constat valable parmi les enfants pour l'asthme comme pour les adultes (symptômes des voies respiratoires hautes, fonctions pulmonaires). Extrapolation impossible à partir des observations professionnelles : expositions plus importantes et effet « travailleurs sains ». - Articles de la thèse : Une association négative entre les concentrations en NH₃ et le DEMM, le VEM par seconde, et DEMM/CVF. Exacerbation des symptômes respiratoires chez les patients atteints de BPCO.
Références retenues (Hors fièvre Q et SARM)	<ul style="list-style-type: none"> - Avec des expositions agrégées : (Mirabelli et al. 2006; Sigurdarson et Kline 2006; Wing et Wolf 2000) - Avec des expositions individuelles : (Hoopmann et al. 2006; Radon et al. 2007; Schinasi et al. 2011; Schulze et al. 2011; Smit et al. 2014) - Articles de la thèse : (Borlée et al. 2015 ; Borlée et al. 2017)

Annexe 5

Grilles de lecture des études épidémiologiques individuelles

Etude épidémiologique : Mirabelli et al., 2006	
Mirabelli MC, Wing S, Marshall SW, Wilcosky TC. 2006. Asthma Symptoms Among Adolescents Who Attend Public Schools That Are Located Near Confined Swine Feeding Operations. <i>Pediatrics</i> 118:e66-e75; doi:10.1542/peds.2005-2812.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina
Pays	Etats-Unis (Caroline du Nord)
Objectifs	Évaluer des associations entre l'exposition aux rejets atmosphériques des élevages porcins (CAFOs) et : <ul style="list-style-type: none"> - Des symptômes rapportés de respiration sifflante (RS) chez des adolescents.
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Issue de la NCSAS (<i>North Carolina School Asthma Survey</i>), année scolaire 1999-2000 avec notamment des questions sur les 12 derniers mois : <ul style="list-style-type: none"> - 58 169 adolescents <ul style="list-style-type: none"> o 12 à 14 ans o Dans 265 écoles publiques
Contexte environnemental	Absence de description.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateur : <ul style="list-style-type: none"> - RS au cours de l'année écoulée avec <ul style="list-style-type: none"> o Symptômes sévères o Asthme diagnostiqué o Recours aux soins (consultations, passages aux urgences ou hospitalisations) o Traitement médicamenteux de l'asthme o Limitation des activités o Absence scolaire Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé écrit administré à l'adolescent avec l'aide de vidéos. Le questionnaire reprend des items d'un outil validé : <i>International Study of Asthma and Allergies in Childhood questionnaire</i>.
Indicateur d'exposition aux élevages (évalué au niveau d'un groupe)	Quatre indicateurs évalués au niveau de l'école : <ul style="list-style-type: none"> - Odeurs d'élevage à l'intérieur /extérieur de l'école - Construction (probablement par SIG): <ul style="list-style-type: none"> o Distance à l'élevage le plus proche o Poids vif à l'état d'équilibre (SSLW "steady state live weight" basé sur le nombre, le type et le poids des animaux dans un rayon de 3 miles (4,8 Km) autour de l'école o Le SSLW_{tot}, variable discrétisée obtenue après avoir pondéré pour chaque élevage présent dans un rayon de 3 miles le SSLW par l'inverse de la distance au carré et la proportion du temps (fw) où l'école est sous les vents de l'élevage. Discrétisation basée sur les tertiles. $SSLW_{tot} = \sum(SSLW * fw)/d^2$ Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Autorisations délivrées par le North Carolina Division of Water Quality : recensement / nature des élevages, géolocalisation des élevages - Données horaires de 16 stations météorologiques sur l'année 1999

	<ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire environnemental envoyé par mail pour les employés de l'école sur la période 2003-2004
Variables d'ajustement	<p>12 variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe, race (noir/blanc), groupe ethnique (hispanique) (4) - Statut socio-économique : aides financières pour les déjeuners (1) - Médicales : allergies aux chats / chiens / poussières / graminées ou pollens (1) - Sources d'asthme internes aux locaux scolaires : cafards/blattes, rongeurs, moisissures, inondations (1) - Expositions industrielles : présence d'une industrie (hors élevage) à proximité de l'école (1) - Autres expositions : avoir déjà fumé, nombre de fumeurs au foyer, utilisation d'une gazinière au foyer (3) - École en milieu rural (1) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire démographique, médical et environnement du foyer (administré à l'adolescent) - Questionnaire environnemental envoyé par mail pour les employés de l'école sur la période 2003-2004
Force des associations	<p>De nombreux (79) ratios de prévalence calculés avec des estimations centrales globalement plus élevées chez les enfants rapportant des allergies.</p> <p>Pas de relation dose-réponse cohérente avec les différents indicateurs d'exposition explorés. Discussion : limites des indicateurs d'exposition avec des erreurs de classements ou hypothèse hygiénique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estimation centrale maximale (Table 2) : Chez des enfants allergiques, la présence d'odeurs d'élevage à l'intérieur et l'extérieur de l'école au moins deux fois par mois est associée à la RS au cours de l'année écoulée avec un RP=1,24[1,03-1,44]. - Estimation centrale maximale pour une estimation objective des expositions (Table 2): chez des enfants allergiques, une faible valeur de l'indicateur d'exposition pondéré est associée à la RS au cours de l'année écoulée avec un RP=1,10[1,03-1,18].
Commentaires	Étude sélectionnée par O'Connor et al. comme Douglas et al..

Étude épidémiologique : Sigurdarson et al., 2006	
Sigurdarson ST, Kline JN. 2006. School Proximity to Concentrated Animal Feeding Operations and Prevalence of Asthma in Students. Chest 129:1486-1491; doi:10.1378/chest.129.6.1486.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Research Center for Occupational Health and Working Life, Administration of Occupational Safety and Health, University of Iceland, Surdanes Regional Hospital, Keflavik, Iceland.
Pays	Etats-Unis (Iowa)
Objectifs	Évaluer si la localisation d'une école dans le voisinage d'un élevage est associée à une plus forte prévalence de l'asthme.
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Deux écoles en zone rurale de l'Iowa sur une période 2002-2003 : <ul style="list-style-type: none"> - Une école exposée (116 élèves) - Une école non-exposée (456 élèves) - Participants : 61 exposés et 248 non exposés <ul style="list-style-type: none"> o Exposés : 63,5 % vivaient dans une ferme o Non exposés : 6,8 % vivaient dans une ferme - Collecte des données entre février et juin 2003 avec des questions sur les 12 derniers mois.
Contexte environnemental	Zone rurale de l'Iowa : <ul style="list-style-type: none"> - École exposée située dans le Nord-Est de l'Iowa à environ 0,5 mile (0,8 Km) d'un élevage de 3 800 porcs

	<ul style="list-style-type: none"> - École non exposée située dans le Centre-Est de l'Iowa à plus de 10 miles (16 Km) de tout élevage (CAFO)
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prévalence de l'asthme évaluée à partir d'au moins 1 des 3 items : diagnostic médical, RS dans les 12 derniers mois, utilisation de médicaments inhalés contre la RS dans les 12 derniers mois. - Sévérité des épisodes évaluée à partir de la limitation des activités physiques, du nombre d'épisodes, de l'impact sur le sommeil, de recours aux urgences, à un inhalateur. <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé adressé par mail aux parents de février à juin 2003. Huit des items sont issus du questionnaire de <i>l'International Study of Asthma and Allergies in Childhood</i>.
Indicateur d'exposition aux élevages (évalué au niveau d'un groupe)	Exposition dichotomique évaluée au niveau de l'école : <ul style="list-style-type: none"> - École exposée vs. école non exposée.
Variables d'ajustement	<p>6 variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge (1) - Expositions au domicile : urbain ou rural, dans une ferme, chien, chat, tabagisme des parents (5) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé adressé par mail aux parents de février à juin 2003.
Force des associations	Association entre l'exposition à l'école et l'asthme diagnostiqué : <ul style="list-style-type: none"> - $OR_{ajusté} = 5,72 [1,776-18,422]$
Commentaires	Étude exclue par O'Connor et al. car les analyses ne reposent pas sur des évaluations individuelles des expositions : comparaison de deux écoles exposées et non-exposées. Étude sélectionnée par Douglas et al..

Étude épidémiologique : Pavilonis et al., 2013	
Pavilonis BT, Sanderson WT, Merchant JA. 2013. Relative exposure to swine animal feeding operations and childhood asthma prevalence in an agricultural cohort. <i>Environmental Research</i> 122:74-80; doi:10.1016/j.envres.2012.12.008.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Department of Occupational and Environmental Health, College of Public Health, University of Iowa, Iowa City, IA 522422, USA.
Pays	Etats-Unis (Iowa)
Objectifs	Évaluer chez des enfants l'association entre la proximité résidentielle des élevages porcins (AFO) avec : <ul style="list-style-type: none"> - Un diagnostic médical d'asthme - Et/ou la prescription de médicaments pour une RS
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Issue de la cohorte KCRHS (Keokuk County Rural Health Study), cycle 2 (1999-2004): <ul style="list-style-type: none"> - 565 enfants, âgés de 0 à 17 ans <ul style="list-style-type: none"> o 167 (29,6 %) vivaient dans une ferme
Contexte environnemental	<p>Zone rurale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de ville de plus de 2 500 habitants - 86 % de terres agricoles - 168 élevages porcins identifiés - Élevages potentiellement petits (< 500 équivalents-animaux soit 1 250 porcs adultes)
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asthme diagnostiqué par un médecin depuis la naissance - Asthme diagnostiqué par un médecin ou prescription de médicaments contre la RS depuis la naissance <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé administré par un enquêteur en face à face avec la mère. Questionnaire développé à partir d'outils précédents : <i>The National Health Interview Survey</i>,

	<i>The American Thoracic Survey, The Third National Health and Nutrition Examination Survey.</i>
Indicateur d'exposition aux élevages (données individuelles)	Indicateur $E_{relative}$: <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG à partir des élevages porcins situés dans un rayon de 4,8 km autour du domicile $E_{relative} = \log \sum (A * fw) / d^2$ <ul style="list-style-type: none"> - A est la surface de l'élevage, d la distance "domicile – élevage" et fw la fraction du temps pendant laquelle le domicile est sous le vent de l'élevage avec des forces de vent inférieures à 4ms⁻¹. Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Données fiscales : recensement des élevages, géolocalisation des élevages et domiciles - Rose des vents (service météo)
Variables d'ajustement	6 variables : <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe (2) - Médicales : naissance prématurée, allergies diagnostiquées, maladies respiratoires avant 2 ans, histoire familiale d'asthme (4) Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire démographique et médical (administré à la mère)
Force des associations	$E_{relative}$ variable continue : <ul style="list-style-type: none"> - Asthme infantile : OR_{ajusté} = 1,51 [1,08-2,09] - Asthme ou médicaments contre la RS : OR_{ajusté} = 1,38 [1,04-1,81] $E_{relative}$ variable discrétisée par quartiles : <ul style="list-style-type: none"> - Absence de relation dose-réponse pour l'asthme - Relation dose-réponse suggérée pour asthme ou médicaments contre la RS. Risque maximale pour le 4^{ème} quartile (ref : 1^{er} quartile) : OR_{ajusté} = 2,40 [1,11-5,21].
Commentaires	Étude exclue par O'Connor et al. car les analyses incluent des enfants domiciliés dans une ferme (29,6 %). Étude sélectionnée par Douglas et al..

Étude épidémiologique : Wing et al., 2000	
Wing S, Wolf S. 2000. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. Environ Health Perspect 108: 233-238.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina
Pays	Etats-Unis (Caroline du Nord)
Objectifs	Comparer par rapport à une collectivité rurale témoin (non exposée aux élevages), les survenues sur 6 mois de symptômes dans deux collectivités exposées à des élevages intensifs : communauté C1 exposée à un élevage porcine et communauté C2 exposée à deux élevages bovins.
Schéma d'étude	Étude transversale.
Population et période d'étude	Population d'étude répartie dans 3 collectivités à l'Est de la Caroline-du Nord : <ul style="list-style-type: none"> - 155 participants adultes issus de 155 foyers différents : 50 en zone témoin, 50 dans la collectivité exposée aux bovins, 55 exposés aux porcs. - L'exposition est définie par la présence du ou des élevages à moins de 2 miles (3,2 Km) - Étude réalisée en janvier-février 1999 et portant sur les 6 derniers mois. - Choix des collectivités non aléatoire pour avoir des caractéristiques économiques et démographiques proches et une bonne participation à l'enquête.

Contexte environnemental	La zone côtière est une zone de production porcine industrielle avec majoritairement des populations pauvres et non blanches. Les afro-américains représentent 92 % des enquêtés.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Fréquence de 32 symptômes survenus au cours des 12 derniers mois. Symptômes regroupés en 6 catégories : <ul style="list-style-type: none"> o Voies respiratoires hautes / sinus o Voies respiratoires inférieures o Symptômes gastro-intestinaux o Irritations cutanées / oculaires o Divers o Qualité de vie - Fréquence : jamais, rarement, parfois, souvent et très souvent Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Par questionnaire en face à face au domicile. Pas de précision sur l'origine du questionnaire (études antérieures + expériences)
Indicateur d'exposition aux élevages (évalué au niveau d'un groupe)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - 3 niveaux d'exposition correspondant à la nature de la collectivité : <ul style="list-style-type: none"> o Collectivité témoin / exposée aux porcs / exposée aux bovins Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Base administrative des élevages avec un dispositif de gestion des effluents liquides d'élevage. Base gérée par la <i>North Carolina Division of Water Quality</i>.
Variables d'ajustement	4 variables : <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe (2) - Expositions au domicile : tabagisme (1) - Expositions professionnelles : emploi en dehors du domicile (1) Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Par questionnaire en face à face au domicile
Force des associations	La régression linéaire multivariée met en évidence des nombres moyens d'épisodes plus élevés dans la collectivité exposée aux porcs : <ul style="list-style-type: none"> - Mal de tête, $\beta_{\text{ajusté}} = 7,62$ pour une t-Value à 2,60 - Écoulement nasal, $\beta_{\text{ajusté}} = 5,18$ pour une t-Value à 2,18 - Toux excessive, $\beta_{\text{ajusté}} = 4,74$ pour une t-Value à 2,36
Commentaires	Étude exclue par O'Connor et al. car les analyses ne reposent pas sur des évaluations individuelles des expositions : les expositions sont évaluées au niveau de la collectivité (témoins / exposition porcs / exposition bovins). Étude sélectionnée par Douglas et al..

Étude épidémiologique : Radon et al., 2007	
Radon K, Schulze A, Ehrenstein V, van Strien RT, Praml G, Nowak D. 2007. Environmental Exposure to Confined Animal Feeding Operations and Respiratory Health of Neighboring Residents. <i>Epidemiology</i> 18:300; doi:10.1097/01.ede.0000259966.62137.84.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Institute for Occupational and Environmental Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany.
Pays	Allemagne (Basse-Saxe)
Objectifs	Explorer les effets adverses des émissions environnementales des élevages intensifs sur la santé respiratoire. Les expositions et les effets sanitaires étant évalué à partir : <ul style="list-style-type: none"> - D'éléments rapportés / déclarés - De mesures objectives
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Issue de la <i>Lower Saxony Lung Study</i> (2002-2004) répartie dans 4 villes rurales (population source) <ul style="list-style-type: none"> - 5 556 citoyens allemands, âgés de 18 à 44 ans

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dont 3 131 (56,4 %) avec une notion de contact avec une ferme dans l'enfance ou au moment de l'étude <p>Population d'étude : 2 425 adultes (sans contact avec des élevages) ayant répondu à un questionnaire et 1 076 participé à un examen médical.</p>
Contexte environnemental	<p>Zone rurale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Basse-Saxe, Nord-Ouest de l'Allemagne - 4 villes de Basse-Saxe - Zone de forte concentration des élevages intensifs (CAFOs). En 2001, la Basse-Saxe représentait 74 millions de volailles et 6,5 millions de porcs répartis dans 30 000 élevages.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - RS sans rhume au cours des 12 derniers mois, asthme diagnostiqué, rhinite allergique¹ - Sensibilisation allergique² - VEMS³ - Hyperréactivité bronchique⁴ <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¹Questionnaire adressé par mail à l'ensemble des citoyens allemands âgés de 18 à 44 ans dans le périmètre de la <i>Lower Saxony Lung Study</i>. Les questions relatives aux symptômes respiratoires sont issues de l'<i>European Community Respiratory Health Survey</i>. - Pour 2 533 participants, tests sanguins d'allergies² - Pour 2 478 participants, tests spirométriques³ - Pour 1 887 participants, tests de provocation bronchique à la méthacholine⁴
Indicateurs d'exposition aux élevages (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau de gêne olfactive¹ - Nombre d'élevages dans un rayon de 500 mètres autour du domicile (détermination par SIG)² <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¹Evaluation par les participants. Items issus de la <i>German National Health Survey</i>. - ²Données de déclaration des élevages
Variables d'ajustement	<p>8 variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe, fratrie (3) - Statut socio-économique : niveau d'éducation (1) - Médicales : allergies parentales (1) - Expositions au domicile : tabagisme actif, tabagisme passif, tabagisme passif pendant l'enfance (3) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire adressé par mail à l'ensemble des citoyens allemands âgés de 18 à 44 ans dans le périmètre de la <i>Lower Saxony Lung Study</i>
Force des associations	<p>Associations maximales pour la RS sans rhume (2 425 participants sans contact avec des fermes) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec le niveau maximal de gêne olfactive : OR_{ajusté}=2,96 [1,80-4,86] - Avec plus de 12 élevages dans un rayon de 500 mètres : OR_{ajusté}=2,45 [1,22-4,90] <p>Association maximale pour l'asthme diagnostiqué (2 425 participants sans contact avec des fermes) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec le niveau maximal de gêne olfactive : OR_{ajusté}=2,51 [1,32-4,75] <p>Association maximale pour la rhinite allergique (2 425 participants sans contact avec des fermes) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec le niveau maximal de gêne olfactive : OR_{ajusté}=1,81 [1,11-2,97] <p>Association maximale pour la VEMS (2 425 participants sans contact avec des fermes) :</p>

	- Avec plus de 12 élevages dans un rayon de 500 mètres : différence moyenne ajustée (en % de la valeur prédite) : - 7,4 % [-14,4, -0,4]
Commentaires	Étude sélectionnée par O'Connor et al. comme Douglas et al..

Étude épidémiologique : Schulze et al., 2011	
Schulze A, Römmelt H, Ehrenstein V, van Strien R, Praml G, Küchenhoff H, et al. 2011. Effects on Pulmonary Health of Neighboring Residents of Concentrated Animal Feeding Operations: Exposure Assessed Using Optimized Estimation Technique. Archives of Environmental & Occupational Health 66:146-154; doi:10.1080/19338244.2010.539635.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Unit for Occupational and Environmental Epidemiology, Institute and Outpatient Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, Clinical Centre of the Ludwig- Maximilians-University Munich, Munich, Germany.
Pays	Allemagne (Basse-Saxe)
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluer les expositions à l'ammoniac du lieu de vie dans une région avec une densité importante d'élevages intensifs (CAFOs) - Confirmer des associations observées entre la santé respiratoire et la densité des élevages intensifs à proximité du domicile par des associations avec les expositions à l'ammoniac.
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Issue d'une des 4 villes de la <i>Lower Saxony Lung Study</i> (2002-2004) <ul style="list-style-type: none"> - 457 citoyens allemands, âgés de 18 à 44 ans - Sans contact avec une ferme dans l'enfance ou au moment de l'enquête.
Contexte environnemental	Zone rurale : <ul style="list-style-type: none"> - Basse-Saxe, Nord-Ouest de l'Allemagne - 1 des 4 villes de la <i>Lower Saxony Lung Study</i> - Zone de forte concentration des élevages intensifs (CAFOs)
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Sifflements sans rhume¹ - Rhinite allergique¹ - Sensibilisation aux allergènes ubiquitaires² - Volume expiratoire maximal par seconde (VEMS)³ - Index de Tiffeneau (VEMS/CVF)³ Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - ¹Questionnaire adressé par mail à l'ensemble des citoyens allemands âgés de 18 à 44 ans dans le périmètre de la <i>Lower Saxony Lung Study</i>. Le questionnaire reprend des items validés de différentes études épidémiologiques dont <i>The European Community Respiratory Health Survey</i>. - Pour 149 des sujets, tests sanguins d'allergies² et tests spirométriques³.
Indicateur d'exposition aux élevages (données individuelles)	Indicateur d'exposition à l'ammoniac du domicile : <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG à partir d'un réseau de 22 capteurs passifs implantés pour minimiser la distance moyenne entre les domiciles des sujets et les capteurs. - Exposition exprimée en moyenne annuelle - Changement des cartouches toutes les 4 à 6 semaines entre février 2005 et mars 2006. - Exposition C_z au domicile z déterminée à partir des moyennes géométriques annuelles des 5 capteurs i les plus proches. Selon la méthode de la distance inverse : $C_z = \frac{\sum_{i=1}^5 (C_i/d_i)}{\sum_{i=1}^5 (1/d_i)}$

	<ul style="list-style-type: none"> - C_i est la concentration moyenne annuelle évaluée au niveau du capteur i, et d_i la distance entre le domicile z et le capteur i. - Dichotomisation basée sur le 1^{er} quartile. Ref = 1^{er} quartile d'exposition. Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Métrologie : recueil par capteurs passifs.
Variables d'ajustement	8 variables : <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe, fratrie (3) - Statut socio-économique : niveau d'éducation (1) - Médicales : atopie parentale, IMC (2) - Expositions au domicile : habitudes tabagiques, tabagisme passif (2) Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire adressé par mail à l'ensemble des citoyens allemands âgés de 18 à 44 ans dans le périmètre de la <i>Lower Saxony Lung Study</i>
Force des associations	Analyses réalisées pour les exposés au-delà du 1 ^{er} quartile, versus le groupe référence <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux allergènes ubiquitaires : OR_{ajusté} = 4,02 [1,23-13,16] - VEMS : différence moyenne ajustée (en % de la valeur prédite) : -8,19 % [-13,71, -2,67] (régression linéaire multiple)
Commentaires	Étude sélectionnée par O'Connor mais absente des références de Douglas.

Étude épidémiologique : Schinasi et al., 2011	
Schinasi L, Horton RA, Guidry VT, Wing S, Marshall SW, Morland KB. 2011. Air Pollution, Lung Function, and Physical Symptoms in Communities Near Concentrated Swine Feeding Operations. <i>Epidemiology</i> 22:208-215; doi:10.1097/EDE.0b013e3182093c8b.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Department of Epidemiology, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC
Pays	Etats-Unis (Caroline du Nord)
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluer les associations entre d'une part les odeurs de porcs ou des concentrations mesurées en polluants atmosphériques et d'autre part des symptômes, ainsi que la fonction pulmonaire.
Schéma d'étude	Étude cas-croisé. Ce schéma a été fréquemment utilisé pour l'étude des effets à court terme de la pollution atmosphérique urbaine (PAU). Ici, contrairement aux études PAU, il n'y a pas de sélection des périodes témoins : toutes les périodes « non-cas » sont utilisées comme des témoins.
Population et période d'étude	Issues de 16 collectivités de Caroline du Nord <ul style="list-style-type: none"> - 101 volontaires âgés d'au moins 18 ans (19-90) et résidant dans un rayon de 1,5 mile (2,4 km) d'au moins un élevage de porcs. - Non-fumeurs - Période d'étude de septembre 2003 à septembre 2005. Mais durée des suivis : de l'ordre de 2 semaines pour chaque participant.
Contexte environnemental	Zone d'élevage porcin : <ul style="list-style-type: none"> - De 1 à 16 (médiane à 9) élevages de porcs intensifs dans un rayon de 2 miles (3,2 km) autour des collectivités - De 4 000 à 77 000 (médiane à 42 000) porcs dans un rayon de 2 miles (3,2 km) autour des collectivités
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Symptômes irritatifs aigus (yeux, nez, gorge, peau) ou toux sur une durée de 10 minutes¹. Présence ou absence. - 19 symptômes aigus sur une durée de 12 heures² : respiratoires, irritatifs, gastro-intestinaux, neurologiques et autres. Présence ou absence.

	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction pulmonaire : VEMS et DEP (débit expiratoire de pointe)³ <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par auto-évaluation matin et soir sur une période de 2 semaines. Pas d'information sur la validité de l'outil de recueil : <ul style="list-style-type: none"> o ¹Symptômes survenus lors d'une exposition à l'air extérieur de 10 minutes o ²Symptômes survenus lors des 12 dernières heures écoulées. Variable dichotomisée. - ³Mesures réalisées par les participants matin et soir sur une période de 2 semaines : 3 essais en utilisant un <i>AirWatch personal respiratory monitor</i>.
Indicateurs d'exposition aux élevages (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Odeurs de porcs : moyenne sur 12 heures¹ - Odeurs de porcs estimées sur 10 minutes¹ - Concentrations moyennes en H₂S, PM₁₀ semi-volatiles, PM₁₀ fraction non-volatile sur une heure et 12 heures² - Concentrations sur 12 heures pour les PM_{2,5-10}, PM_{2,5}, endotoxines³ <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¹Évaluation par les participants matin et soir : <ul style="list-style-type: none"> o des odeurs au cours des 12 dernières heures o des odeurs extérieures sur une plage de 10 minutes - ²Obtenues à partir de mesures par des capteurs mobiles placés successivement au centre de chacune des collectivités. Mesures ¼ horaires pour H₂S et horaires pour les PM₁₀. - ³Obtenues à partir de mesures sur filtres placés successivement au centre de chacune des collectivités et relevés toutes les 12 heures.
Variables d'ajustement	<p>Une seule variable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le moment de l'évaluation des symptômes et des expositions aux odeurs sur 10 minutes (matin ou soir) <p>Recueil de la variable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le journal utilisé pour relever les odeurs et les symptômes.
Force des associations	<p>Associations maximales pour les symptômes apparus sur 10 minutes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec les odeurs sur 10 minutes : $\beta=0,65$ avec un écart-type de 0,05 pour les irritations nasales - Avec les concentrations en H₂S sur 1 heure : $\beta=0,15$ avec un écart-type de 0,06 pour les irritations oculaires <p>Associations maximales pour les symptômes sur 12 heures :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec les odeurs sur 12 heures : $\beta=0,50$ avec un écart-type de 0,15 pour les difficultés respiratoires - Avec les concentrations en H₂S sur 12 heures : $\beta=0,33$ avec un écart-type de 0,13 pour les difficultés respiratoires <p>Association maximale avec la fonction pulmonaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diminution du VEMS de 0,04 L pour une augmentation des PM_{2,5} de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
Commentaires	Étude sélectionnée par O'Connor et al. comme Douglas et al..

Etude épidémiologique : Smit et al., 2014	
Smit LA*, Hooiveld M, van der Sman-de Beer F, Opstal-van Winden AW, Beekhuizen J, Wouters IM, et al. Air pollution from Smit LAM, Hooiveld M, Beer F van der S, Winden AWJO, Beekhuizen J, Wouters IM, et al. 2014. Air pollution from livestock farms, and asthma, allergic rhinitis and COPD among neighbouring residents. <i>Occup Environ Med</i> 71:134-140; doi:10.1136/oemed-2013-101485.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Division Environmental Epidemiology, Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands
Pays	Pays-Bas (Est du Noord-Brabant et Nord du Limburg)
	- Explorer à partir des dossiers électroniques médicaux de

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - 92 548 patients (dont 70 142 adultes et 22 406 enfants) des associations entre les expositions aux rejets atmosphériques des élevages (évalués par SIG) et d'autre part l'asthme, la rhinite allergique. Pour la BPCO, l'exploration a été réalisée uniquement à partir des adultes âgés de plus de 40 ans (43657). - Investiguer l'existence de facteurs de confusion à partir d'un sous-échantillon - Explorer des associations entre les indicateurs d'exposition aux rejets atmosphériques des élevages et les concentrations en endotoxines mesurées au domicile de 494 patients.
Schéma d'étude	Étude transversale pour le 1 ^{er} objectif et cas-témoins à partir d'un échantillon aléatoire pour le 2 nd objectif.
Population et période d'étude	Population d'étude répartie dans les Provinces du Noord-Brabant et du Limburg au sud des Pays-Bas (2009) : <ul style="list-style-type: none"> - 92 548 patients issus de 27 cabinet médicaux, âgés au plus de 70 ans (22 406 enfants et 70 142 adultes) – 1^{er} objectif. - Un échantillon aléatoire « Ech 1 » de patients adultes constitués de 758 asthmatiques et 1 519 témoins – 2nd objectif - Un sous-échantillon aléatoire « Ech 1.1 » utilisé pour les mesures d'endotoxines (493 mesures sur des périodes de prélèvement de 12 à 16 jours) – 3^{ème} objectif
Contexte environnemental	Zone peuplée du sud des Pays-Bas avec une forte densité d'élevages. Dans la zone d'étude : <ul style="list-style-type: none"> - 3 383 élevages de porcs (médiane : 1 242 porcs par élevage) - 1 005 élevages de volailles (médiane : 29 400 volailles) - 4 298 élevages bovins (médiane= 122 bovins) - 77 élevages caprins (médiane=1 309 caprins) - 230 élevages ovins (médiane=115 ovins) - 111 élevages de visons (médiane=4 000 visons)
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Asthme - BPCO - Rhinite allergique Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - ¹Identifiées à partir des dossiers électroniques médicaux et code ICPC (<i>International Classification of Primary Care</i>) : asthme (R96), BPCO (R91 ou R95), rhinite allergique (R97)
Indicateurs d'exposition aux élevages (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG <ul style="list-style-type: none"> o Distance du domicile à l'élevage le plus proche o Nombre de fermes dans un rayon de 500 mètres autour du domicile o Présence d'au moins un élevage dans un rayon de 500 mètres autour du domicile. Avec détail, sur la nature de l'élevage : porcs, volailles, bovins, caprins, ovins, visons o Émissions totales des PM₁₀ des élevages dans un rayon de 500 mètres autour du domicile : $Em_{tot} = \ln \left(\frac{\sum Em_{PM_{10}}}{d^2} \right)$ Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Données d'autorisations environnementales - Adresses extraites à partir des dossiers médicaux
Variables d'ajustement	16 variables : <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe, enfant/adulte (3)¹ - Statut socio-économique : niveau d'éducation (1) - Médicales : rhume des foies (1) - Expositions au domicile : nombre d'années au domicile actuel, enfance à la ferme, moisissures apparentes, au moins un animal domestique, habitudes tabagiques (5) - Expositions professionnelles aux fumées, vapeurs, gaz ou poussières (1)

	<ul style="list-style-type: none"> - Présence dans un rayon de 500 mètres d'une ou plusieurs des 5 autres espèces animales (5) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par les dossiers médicaux pour l'étude transversale pour les variables d'ajustement prises en compte lors de l'enquête transversale¹. Par questionnaire – courrier adressé par le médecin généraliste pour les autres variables explorées lors de l'enquête cas-témoins. Le questionnaire était principalement issu de l'<i>European Community Respiratory Health Survey</i>. - Données d'autorisations environnementales pour l'ajustement sur les autres espèces animales
Force des associations	<p>Dans le cadre de l'étude transversale, des associations quasi toutes inverses.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Association inverse pour l'asthme avec une augmentation inter-quartile du $\ln(E_{m_{tot}})$ dans un rayon de 500 mètres : $OR_{ajusté} = 0,91 [0,84-0,98]$ - Association inverse pour l'asthme avec la présence dans un rayon de 500 mètres de bovins : $OR_{ajusté} = 0,92 [0,85-0,99]$ - Association inverse pour la rhinite allergique avec une augmentation inter-quartile du $\ln(E_{m_{tot}})$ dans un rayon de 500 m : $OR_{ajusté} = 0,91 [0,84-0,99]$ - Association inverse pour la rhinite allergique avec une ferme la plus proche située entre 50 et 280 mètres : $OR_{ajusté} = 0,85 [0,76-0,96]$ - Association inverse pour la BPCO avec une augmentation inter-quartile du $\ln(E_{m_{tot}})$ dans un rayon de 500 m : $OR_{ajusté} = 0,81 [0,71-0,92]$ - Association inverse pour la BPCO avec une ferme la plus proche située entre 50 et 280 mètres : $OR_{ajusté} = 0,66 [0,55-0,80]$ - Association inverse pour la BPCO avec la présence dans un rayon de 500 mètres de porcins : $OR_{ajusté} = 0,77 [0,66-0,90]$ <p>Dans le cadre de l'étude cas-témoins, des associations étudiées avec l'asthme quasi toutes inverses.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Association inverse avec une augmentation inter-quartile du $\ln(E_{m_{tot}})$ dans un rayon de 500 mètres : $OR_{ajusté} = 0,70 [0,49-0,99]$ - Association inverse avec une ferme la plus proche située entre 280 et 440 mètres : $OR_{ajusté} = 0,51 [0,30-0,87]$ - Association inverse avec la présence dans un rayon de 500 mètres de porcins : $OR_{ajusté} = 0,58 [0,40-0,85]$
Commentaires	L'étude fait partie de <i>'Intensive Animal Husbandry and Health (IVG Study)</i> et précède le programme VGO. L'étude a été sélectionnée par O'Connor et al. comme Douglas et al..

Etude épidémiologique : Borlée et al., 2015	
Borlée F, Yzermans CJ, Dijk CE van, Heederik D, Smit LAM. 2015. Increased respiratory symptoms in COPD patients living in the vicinity of livestock farms. <i>European Respiratory Journal</i> 46:1605-1614; doi:10.1183/13993003.00265-2015.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, Utrecht and Netherlands Institute for Health Services Research, Utrecht, The Netherlands
Pays	Pays-Bas (Est du Noord-Brabant et Nord du Limburg)
Objectifs	Évaluer les associations entre les expositions aux élevages de bétail et des symptômes rapportés avec un focus particulier sur des sous-populations potentiellement à risque.
Schéma d'étude	Étude transversale.
Population et période d'étude	Population d'étude issue de la patientèle de 21 médecins généralistes : <ul style="list-style-type: none"> - 12 117 participants âgés de 18 à 70 ans ne travaillant pas ou ne vivant pas dans une ferme.

	<ul style="list-style-type: none"> - Participants situés en zone rurale (< 30 000 habitants) avec 1 seul participant/foyer. Avec une adresse stable depuis 1 an. - Questionnaire envoyé en novembre 2012 et portant sur les 12 derniers mois.
Contexte environnemental	Zone peuplée du sud des Pays-Bas avec une forte densité d'élevages.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - BPCO, asthme, rhinite allergique - RS au cours des 12 derniers mois - Utilisation de corticoïdes inhalés (période ?) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé envoyé par mail. <i>European Community Respiratory Health Survey_III screening questionnaire.</i>
Indicateurs d'exposition aux élevages (données individuelles)	<p>Indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG : <ul style="list-style-type: none"> o Présence d'élevage dans des rayons de 100, 500 et 1000 mètres autour du domicile o Présence d'animaux d'élevage dans des rayons de 500 et 1000 mètres : porcs, volailles, bovins, chèvres, visons avec ajustement sur les autres espèces o Distance à l'élevage le plus proche : discrétisation basée sur les quartiles. o Nombre d'élevages dans un rayon de 1 000 mètres : discrétisation basée sur les quartiles. o Émissions de PM dans des rayons de 500 et 1000 mètres : $Em_{tot} = \ln \left(\frac{\sum Em_{PM_{10}}}{d^2} \right)$ <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Données d'autorisations environnementales - Adresses extraites à partir des dossiers médicaux
Variables d'ajustement	<p>8 variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe (2) - Autres expositions : habitudes tabagiques pour fumeur actuel et ancien fumeur (2) - Présence dans un rayon de 500 ou 1000 mètres d'une ou plusieurs des 4 autres espèces animales (4) - <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questionnaire standardisé envoyé par mail. - Données d'autorisations environnementales
Force des associations	<p>Des associations inverses entre l'exposition aux élevages et les prévalences de la BPCO, de l'asthme et de la rhinite allergique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Association inverse entre la prévalence de la BPCO et la présence d'un élevage à moins de 100 mètres : $OR_{ajusté}=0,47$ [0,24-0,91] <p>Des associations parmi les patients souffrant de BPCO entre l'exposition aux élevages et des épisodes de RS au cours des 12 derniers mois :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Association maximale lorsque l'élevage le plus proche est situé entre 450 et 640 mètres : $OR_{ajusté}=2,17$ [1,32-3,57]
Commentaires	Étude non identifiée par O'Connor et al. Étude sélectionnée par Douglas et al..

Etude épidémiologique : Van Dijk et al., 2016	
van Dijk CE, Garcia-Aymerich J, Carsin A-E, Smit LAM, Borlée F, Heederik DJ, et al. 2016. Risk of exacerbations in COPD and asthma patients living in the neighbourhood of livestock farms: Observational study using longitudinal data. <i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i> 219:278-287; doi:10.1016/j.ijheh.2016.01.002.	
Affiliation de l'auteur correspondant*	NIVEL, Netherlands Institute for Health Services Research, Utrecht, The Netherlands
Pays	Pays-Bas (Provinces du Noord-Brabant et Limburg)

Objectifs	Évaluer les associations entre les expositions aux élevages et des exacerbations de la BPCO ou de l'asthme
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Population d'étude issue de la patientèle de 15 médecins généralistes en zone d'élevage intensif et 15 médecins en zone témoin : <ul style="list-style-type: none"> - Identification à partir de dossiers médicaux électroniques de cas prévalents d'asthme (code IPC : R96) ou de BPCO (code IPC : R91 ou R95). Dossiers électroniques de la période 2006 – 2012. - Domiciliée à au moins 50 mètres d'un élevage et avec des dossiers médicaux disponibles sur au moins 3 ans - Participants sans diagnostic concurrent (asthme-BPCO) et âgés d'au moins 40 ans pour les patients souffrant de BPCO et d'au moins 6 ans pour les asthmatiques - En zone exposée : 899 patients BPCO (2 456 années-patients), 2 546 asthmatiques (8 387 années-patients) - En zone témoin : 933 patients BPCO (2 667 années-patients), 2 310 asthmatiques (7 200 années-patients)
Contexte environnemental	La zone exposée est avec une forte densité d'élevages : présence d'au moins 1 élevage intensif pour 59 % des zones postales des médecins de la zone exposée contre 5 % pour les médecins de la zone témoin.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'exacerbations de la BPCO ou asthme par année patient. Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Prescriptions médicamenteuses recueillies à partir du dossier médical électronique <ul style="list-style-type: none"> o Prescription d'un gluco-corticostéroïde systémique o Prescription d'un agent antimicrobien o Augmentation temporaire de la dose d'un bronchodilatateur ou anticholinergique à action rapide o Traitement temporaire par un ou une association de bronchodilatateurs à action rapide
Indicateurs d'exposition aux élevages (données au niveau du groupe pour comparer les zones et données individuelles pour les participants de la zone exposée)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG dans la zone exposée : <ul style="list-style-type: none"> o Distance du domicile à l'élevage le plus proche o Distance du domicile à l'élevage le plus proche par type d'élevage o Présence d'au moins une ferme dans des rayons de 100 et 500 mètres autour du domicile o Présence et nombre d'animaux par espèce dans un rayon de 500 mètres autour du domicile Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Données d'autorisations environnementales. Bases de données de 2009 et 2012. - Adresses extraites à partir des dossiers médicaux.
Variables d'ajustement	10 variables : <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe (2) - Médicales : traitement d'entretien avec des corticoïdes inhalés, dépression, cardiopathie ischémique (3) - Présence dans un rayon de 500 ou 1000 mètres d'une ou plusieurs des 5 autres espèces animales (5) Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Dossiers médicaux électroniques
Force des associations	Des exacerbations de la BPCO significativement plus fréquentes en zone exposée : IRR=1,28 [1,06-1,55] (ajustement ?) Au sein de la zone exposée des exacerbations : <ul style="list-style-type: none"> - de la BPCO plus fréquentes uniquement pour les patients domiciliés à proximité des petits élevages de volailles (<12499) : IRR_{ajusté}=1,36 [1,03-1,79] - de l'asthme plus fréquentes pour les élevages de volailles compris entre 500 et 999 m (Ref= 100 m et +)

Commentaires	Étude trop récente pour être intégrée à la revue de O'Connor et al. Étude sélectionnée par Douglas et al..
--------------	--

<p>Etude épidémiologique : Borlée et al., 2017</p> <p>Borlée F, Yzermans CJ, Aalders B, Rooijackers J, Krop E, Maassen CBM, et al. 2017. Air Pollution from Livestock Farms Is Associated with Airway Obstruction in Neighboring Residents. Am J Respir Crit Care Med 196:1152-1161; doi:10.1164/rccm.201701-0021OC.</p>	
Affiliation de l'auteur correspondant*	Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, Utrecht and Institute for Health Services Research, Utrecht, The Netherlands
Pays	Pays-Bas (Est du Noord-Brabant et Nord du Limburg)
Objectifs	Explorer des associations entre la fonction pulmonaire et des indicateurs d'exposition aux élevages géographiques et temporels
Schéma d'étude	Étude transversale
Population et période d'étude	Population d'étude issue de la patientèle de 21 médecins généralistes (cf étude Borlée et al., 2015) : <ul style="list-style-type: none"> - 2 494 participants âgés de 20 à 72 ans ne travaillant pas ou ne vivant pas dans une ferme. - Sous-population de l'étude de Borlée et al., 2015 <ul style="list-style-type: none"> o En zone rurale (< 30 000 habitants) avec 1 seul participant/foyer. Avec une adresse stable depuis 1 an. o Questionnaire initiale envoyé en novembre 2012 et portant sur les 12 derniers mois.
Contexte environnemental	Zone peuplée du sud des Pays-Bas avec une forte densité d'élevages. Les élevages vont des petites aux très grosses installations. Pour les porcs, le 1 ^{er} quartile va de 26 à 912 animaux et le dernier quartile de 3693 à 22392. Pour les volailles, le 1 ^{er} quartile va de 371 à 18 000 et le dernier de 105 501 à 813 312. Présence également d'élevages de bovins, caprins et de visons.
Indicateurs sanitaires (données individuelles)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Fonction pulmonaire appréciée à partir d'indices spirométriques pré-BD : VEMS, CVF, VEMS/CVF et DEMM Recueil des variables : <ul style="list-style-type: none"> - Examens médicaux avec questionnaire, tests sanguins d'allergies et tests spirométriques avec réponse aux bronchodilatateurs d'action rapide (pré-BD et post-BD). Pas de précision sur la nature du questionnaire. - Réalisés dans des centres temporaires d'examen de santé entre mars 2014 et février 2015.
Indicateurs d'exposition aux élevages (données « agrégées » pour les concentrations ambiantes en NH ₃ et PM ₁₀ ; données individuelles pour indicateurs géographiques)	Indicateurs : <ul style="list-style-type: none"> - Construction par SIG : <ul style="list-style-type: none"> o Nombre total d'élevages dans des rayons de 500 et 1 000 mètres autour du domicile o Distance du domicile à l'élevage le plus proche : tous types d'élevage et par espèce o Émissions de PM₁₀ dans des rayons de 500 et 1000 mètres : $Em_{tot} = \ln \left(\frac{\sum Em_{PM_{10}}}{d^2} \right)$ - Concentrations moyennes journalières en NH₃ et PM₁₀ à partir du réseau de surveillance de la qualité de l'air.

	<p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Données d'autorisations environnementales. - Adresses extraites à partir des dossiers médicaux. - Stations de suivi de la qualité de l'air
Variables d'ajustement	<p>20 variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démographiques : âge, sexe (2) - Physiologique / médicales : taille, atopie, asthme, BPCO (4) - Autres expositions : habitudes tabagiques, être né dans la zone d'étude, enfance à la ferme (3) - Pour analyses de sensibilité : technicien pour la spirométrie, saison grippale, humidité, température, NO₂, PM_{2,5}, suies (7) - Pour l'exploration des associations entre la fonction pulmonaire et la densité d'élevage dans un rayon de 1 000 mètres : ajustement sur les concentrations hebdomadaires en NH₃ et PM₁₀. Pour l'exploration des associations avec les concentrations ambiantes : densité de fermes autour du domicile + le deuxième polluant (4) <p>Recueil des variables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dossiers médicaux électroniques - Examen médical dont tests sanguins d'allergies, tests spirométriques - Météo - Réseau de suivi de la qualité de l'air
Force des associations	<p>Avec la densité d'élevages dans un rayon de 1 000 mètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour DEMM, diminution de -4,5 % [-8,64 - -0,36] dans les hot spots par comparaison aux zones avec les plus faibles densités (p=0,045). <p>Avec la concentration hebdomadaire en NH₃ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour VEMS : diminution de -2,22 % [-3,69 - -0,74] pour une augmentation de P10 à P90 (p=0,012) - Pour VEMS/CVF : diminution de -1,12 % [-1,96 - -0,28] pour une augmentation de P10 à P90 (p=0,009) - Pour DEMM : et diminution de -5,67 [-8,80 - -2,55] pour une augmentation de P10 à P90 (p<10⁻³) -
Commentaires	<p>Étude non identifiée par les deux revues systématiques : O'Connor et al. comme Douglas et al..</p>

GALLIER

Léa

14/09/2023

METEORE

Promotion 2023

Pollution atmosphérique en zone d'élevage : État des connaissances des effets sur les populations riveraines

École des Hautes Études en Santé Publique de Rennes, Université Rennes 1, Université Rennes 2.

Résumé :

En Bretagne, première région de l'élevage français, les associations environnementales se sont fait le relais des préoccupations des riverains de zones d'élevage face aux risques pour leur santé des émissions atmosphériques liées aux élevages. Même si des liens avec des problèmes respiratoires ont été montrés chez les travailleurs d'élevages, ces conclusions ne s'appliquent pas directement aux populations riveraines, n'étant pas exposées aux mêmes niveaux de pollution. Dans une potentielle optique d'élargissement par Santé publique France de ses activités de surveillance à ce type de pollution de l'air, l'objectif de ce mémoire était de réaliser un état des connaissances sur les relations entre émissions atmosphériques des zones d'élevage et effets sanitaires sur les populations riveraines.

Une synthèse et une analyse critique des revues de la littérature publiées jusqu'en juillet 2022, intégrant les revues systématiques, les revues narratives et la littérature grise sur cette thématique, ont été réalisées. Les études épidémiologiques citées dans ces revues ont également été analysées afin d'explorer les méthodes et outils nécessaires pour la réalisation d'une étude ad-hoc en Bretagne.

Au total, 5 revues, dont 2 systématiques, et 12 études référencées dans ces dernières ont été identifiées. Des résultats contradictoires ont été relevés entre les différentes études. Les effets majoritairement évoqués concernent des exacerbations de symptômes chez les patients adultes atteints de pathologies respiratoires préexistantes. L'hétérogénéité des méthodes d'évaluation des expositions dans les études épidémiologiques analysées rend également difficile l'obtention de conclusions solides.

Le corpus des connaissances actuellement disponible ne permet pas de mettre en évidence un consensus scientifique sur une association entre émissions des zones d'élevage et impact sanitaire sur les populations riveraines. Des études complémentaires, utilisant une méthodologie adaptée à la problématique et ancrées au niveau régional, permettraient de contribuer au débat et constitueraient une première étape avant d'envisager la mise en place d'une surveillance sur cette thématique.

Mots clés :

Zones d'élevage ; pollution atmosphérique ; populations riveraines ; *umbrella review* ; symptômes respiratoires

L'École des Hautes Études en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

GALLIER

Léa

14/09/2023

METEORE

Promotion 2023

Air pollution in livestock farming areas: state of knowledge of the effects on neighbouring populations

École des Hautes Études en Santé Publique de Rennes, Université Rennes 1, Université Rennes 2

Abstract:

In Brittany, France's leading livestock-producing region, environmental associations have been raising the concerns of people living near livestock farms about the health risks associated with atmospheric emissions from the agri-food industry. Although links with respiratory problems have been shown in farm workers, these conclusions do not apply directly to local populations, who are not exposed to the same levels of pollution. With a view to potentially extending Santé publique France's surveillance activities to include this type of pollution, the aim of this dissertation was to review the current state of knowledge on the relationship between atmospheric emissions from livestock farming areas and health effects on neighbouring populations.

A summary and critical analysis of literature reviews published up to July 2022, including systematic reviews, narrative reviews and grey literature on this topic, was carried out. The epidemiological studies cited in these reviews were also analysed in order to explore the methods and tools required to carry out an ad-hoc study in Brittany.

A total of 5 reviews, including 2 systematic reviews, and 12 studies referenced in these reviews were identified. Contradictory results were found between the various studies. The main effects reported concerned symptom exacerbations in adult patients with pre-existing respiratory pathologies. The heterogeneity of exposure assessment methods used in the epidemiological studies analyzed also makes it difficult to reach firm conclusions.

The corpus of knowledge currently available does not allow us to establish a scientific consensus on an association between emissions from livestock farming areas and the health impact on neighbouring populations. Additional studies, using a methodology suited to the issue and anchored at regional level, would contribute to the debate and constitute a first step before considering the implementation of surveillance on this topic.

Keywords:

livestock farming areas ; atmospheric emissions ; neighbouring population ; umbrella review ; respiratory symptoms

L'École des Hautes Études en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.