

# **Impact de l'exposition prénatale à la pollution atmosphérique chez le fœtus et le nouveau-né**

# SOMMAIRE

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Introduction.....          | 1  |
| Matériels et méthode.....  | 3  |
| Résultats.....             | 5  |
| Analyse et discussion..... | 14 |
| Conclusion.....            | 18 |
| Bibliographie.....         | 19 |
| Annexes.....               | 25 |

# INTRODUCTION

Chaque jour, ce sont environ 15 000 litres d'air qui circulent dans nos voies respiratoires. Cet air apporte les éléments indispensables à la vie dont l'oxygène et l'azote. Sa constitution, toutefois, a été modifiée au fil du temps, et en particulier par les activités de l'Homme [1]. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la pollution de l'air comme étant "la contamination de l'environnement intérieur ou extérieur par un agent chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques naturelles de l'atmosphère". Parmi ces agents, il y a notamment les matières particulaires, le monoxyde de carbone, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. Ceux-ci sont issus principalement des activités humaines : industries, combustion au sein des foyers, trafic routier, feux de forêts [2].

Dans le monde, la pollution atmosphérique est un véritable problème de santé publique. En effet, il est désormais connu, qu'elle engendre un effet néfaste sur l'incidence de pathologies cardiovasculaires (accidents vasculaires cérébraux, cardiopathies), respiratoires (asthme, cancer du poumon) mais également sur la mortalité puisque, selon l'OMS, 3 millions de décès prématurés dans le monde en 2012 seraient provoqués par la pollution de l'air [3]. Dès 1987, l'OMS publie des lignes directrices relatives à la qualité de l'air, mises à jour régulièrement, afin d'informer les états sur les seuils de pollution à ne pas dépasser. Pourtant, en 2014, 92% de la population mondiale vivait toujours dans des endroits où ces seuils ne sont pas respectés [3].

En France, la dernière étude de Santé Publique France estime à 48 000 le nombre de décès prématurés annuels imputables à la pollution de l'air par les particules fines de diamètre inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2.5). De plus, les conséquences sur la santé engendrent un coût économique majeur, à l'instar des effets causés par ces mêmes particules fines qui coûte à la société entre 20 et 30 milliards d'euros par an [4]. Par ailleurs, la loi sur l'air du 30 décembre 1996 reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Ainsi, le Code de l'Environnement prévoit une surveillance de la qualité de l'air par des instances nationales et régionales, et la diffusion d'une information au public, dans un souci de préserver la santé des citoyens notamment les plus vulnérables d'entre eux dont font partie les femmes enceintes [5]

En effet, lors de la grossesse, le placenta est un lieu d'échanges incessants entre le fœtus et la mère. S'il constitue une barrière impénétrable pour certains agents pathogènes, il demeure néanmoins une barrière incomplète laissant passer des organismes parfois nuisibles au développement du fœtus. Ces dernières décennies ont, ainsi, vu paraître des

études qui s'intéressent, de plus en plus, aux effets des facteurs environnementaux sur l'apparition d'anomalies du développement fœtal. Alors que les effets néfastes de la consommation maternelle d'alcool ou de tabac ont largement été démontrés [6], les effets de l'exposition prénatale aux polluants de l'air sont, quant à eux, sujets de nombreuses études depuis trois décennies déjà.

Dès 1977, Williams et al. publient leur travaux et rapportent un lien de causalité entre les niveaux ambiants de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et d'ozone (O<sub>3</sub>), et les poids de naissances des nouveaux nés à Los Angeles [7]. Par la suite, d'autres chercheurs se sont intéressés aux effets des polluants de l'air sur le fœtus, le nouveau né et l'enfant, en usant de méthodologies variables et d'outils de mesure de plus en plus performants. En 2013, l'équipe de R. Slama a réalisée une revue de la littérature qui révèle les effets des différents facteurs environnementaux physiques et chimiques sur l'issue de la grossesse, et parmi les facteurs incriminés, sont retrouvés certains polluants de l'air ambiant tels que les PM<sub>2.5</sub> et les PM<sub>10</sub> qui seraient associés à une augmentation du risque de prématurité et une réduction de la croissance fœtale [8].

Ainsi, l'ensemble de ces études amène à s'interroger : quelles sont les effets de l'exposition prénatale aux polluants atmosphériques sur le fœtus et le nouveau-né ? Une revue de la littérature, analysant les publications de ces 5 dernières années, a ainsi, été réalisée, avec l'objectif d'identifier et d'évaluer les conséquences de l'exposition des femmes enceintes à la pollution de l'air, sur le développement du fœtus et du nouveau né.

## MATERIELS ET METHODE

Afin de répondre à l'objectif de recherche, qui consiste en la synthèse des effets de la pollution atmosphérique sur le développement fœtal et du nouveau-né, une revue systématique de la littérature s'est présentée comme la méthode la plus pertinente.

Pour cela, les critères d'inclusion utilisés sont : toutes les études parues entre le 1<sup>er</sup> mars 2011 et le 1<sup>er</sup> mars 2016, en anglais ou en français, disponibles sur la base de donnée PubMed et correspondant aux thésaurus suivants :

- *Air pollution OR air pollution radioactive OR air pollutants AND embryonic and fetal development*
- *Air pollution OR air pollution radioactive OR air pollutants AND prenatal exposure delayed effects*

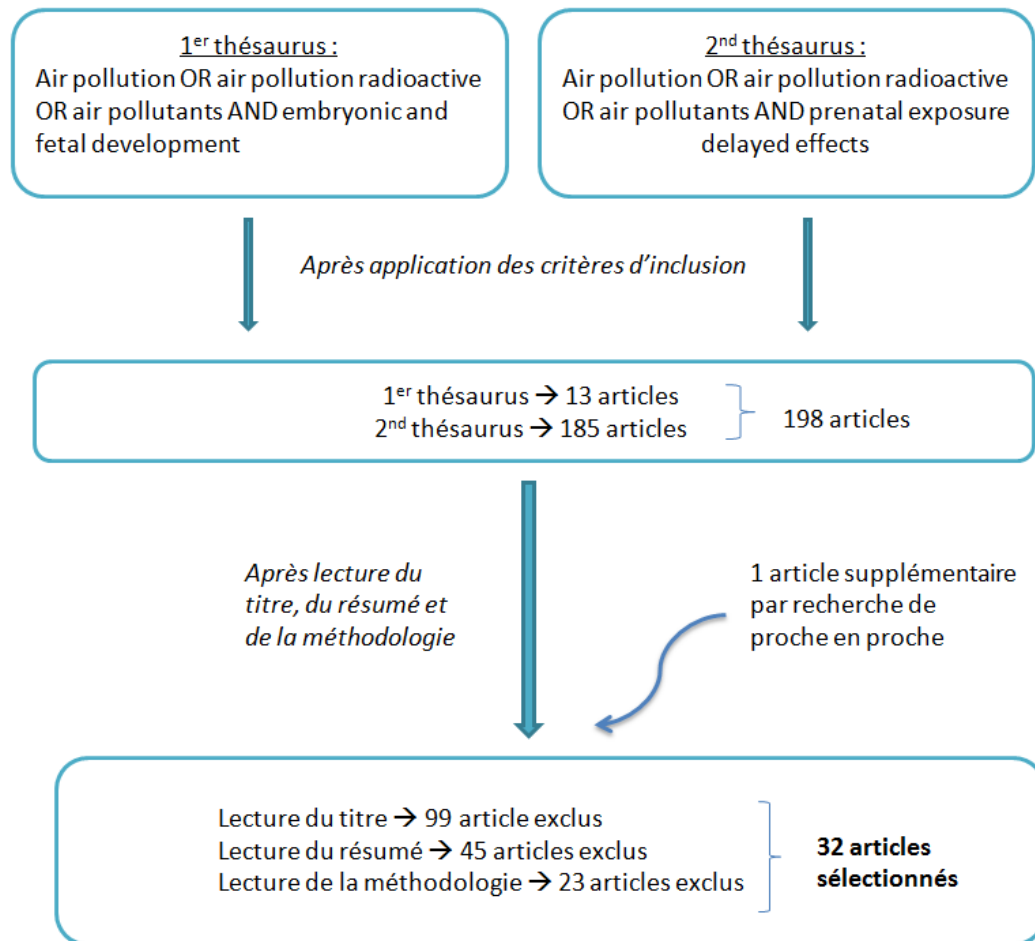
Les critères de non inclusion utilisés sont : les études portant sur les espèces animales, les études dans des langues autres que l'anglais et le français. Par ailleurs, ont été exclus par la suite, les articles ne portant que sur les effets du tabagisme ou de la pollution intérieure.

Après application des critères d'inclusion, le premier thésaurus a retrouvé 13 articles et le second en a retrouvé 185. Ensuite, une première procédure de sélection des articles a été réalisée suivant le modèle présenté en Annexe I et proposé par l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES) dans le *Guide d'analyse et de gradation des recommandations* [9] Ainsi, les lectures du titre, du résumé et de la méthodologie ont permis d'exclure respectivement 99, 45 et 23 articles. En outre, la recherche de proche en proche a permis de retrouver 1 article supplémentaire.

Au final, 32 articles ont été retenus et soumis à lecture critique à partir des grilles de lecture standardisée présenté en Annexe II et issues du guide de l'ANAES. La procédure de sélection des articles est résumée dans la figure 1.

L'ensemble des abréviations utilisées dans ce mémoire ont été détaillées en Annexe III.

**Figure 1 :** Schéma résumant la sélection des articles sur le modèle de l'ANAES associée à une recherche de proche en proche



## RESULTATS

Ce sont donc 32 articles qui ont été analysés dans le but d'identifier les effets de l'exposition prénatale aux polluants atmosphériques sur le fœtus et le nouveau-né. Parmi eux : 4 méta-analyses [10, 11, 12, 13], 1 revue de la littérature [14], 6 études de cohortes prospectives [15, 16, 17, 18, 19, 20], 18 études de cohortes rétrospectives [21 à 38], 2 études cas-témoins [39, 40] et 1 étude de prévalence [41]. 1 article a été publié en 2011, 12 en 2012, 4 en 2013, 12 en 2014, 3 en 2015 et 1 en 2016. Les études proviennent d'Amérique (14 aux Etats-Unis, 1 au Canada et 1 au Brésil), d'Europe (Espagne, Royaume Unis, Pays-Bas, Pologne, France), d'Australie, de Taiwan et du Ghana. Enfin, les populations incluses dans ces études ont des effectifs variables compris entre 386 et 1 917 155 pour la plus vaste étude.

L'analyse détaillée de ces articles a été présentée dans un tableau de synthèse (Annexe IV) comprenant :

- Les références de la publication : année, auteur, nom de la revue, lieu de l'étude
- Le(s) objectif(s) de l'étude
- Le type d'étude et la méthodologie utilisée
- Les caractéristiques de la population étudiée
- Les principaux résultats
- Les limites et biais identifiés par les auteurs
- La conclusion de l'étude
- Le niveau de preuve
- L'impact factor de la revue

Les conclusions principales, par type d'étude, ont été présentées dans les tableaux 1 à 5. Pour la majorité des études, l'exposition prénatale aux polluants atmosphériques est déterminée à partir des mesures de stations fixes ou satellites réparties sur le territoire national et de l'adresse maternelle retrouvée sur les certificats de naissances. Les polluants mesurés sont les : particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2.5</sub>), particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>), particules grossières (PM<sub>coarse</sub>), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), monoxyde de carbone (CO), monoxyde d'azote (NO), benzène, la pollution liée au trafic routier et la pollution liée aux centrales électriques d'énergies non renouvelables. Seule l'étude réalisée en Pologne par Jedrychowski et al., estime l'exposition aux polluants à partir de moniteurs individuels.

L'analyse des articles met en avant les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur : la croissance fœtale (5 articles), le poids de naissance (16 articles), la prématurité (8 articles), les malformations congénitales (4 articles), le risque de mort-né (2 articles) et les effets sur la pression artérielle (2 article).

Concernant la croissance fœtale, les 5 études qui s'y sont intéressées ont retrouvé une association significative entre divers polluants et une réduction de la croissance. Van den Houven et al. retrouvent une association significative entre réduction du périmètre crânien et PM10 (OR=-0,18mm) et NO2 (OR=-0,12mm) [15]. Iniguez et al. retrouvent également une association significative entre l'exposition au NO2 (>38 µg/m<sup>3</sup>) et la réduction du diamètre bipariétal (-9,1%), du périmètre abdominal (-8,3%) et de l'estimation de poids fœtal (-9,2% [17]). Dans l'étude de Ritz et al. [20], il existe aussi une association significative entre NO2 et réduction du diamètre bipariétal (-1mm), mais il n'a pas été retrouvé d'association significative pour les autres biométries fœtales. Enfin, les études de Vieira et al. [13] et Pereira et al. [26] ont retrouvées une association significative entre le NO2 et le retard de croissance intra utérin avec un OR à 1,31 pour les 2 études.

Concernant le poids de naissance, 7 études ont retrouvé une association significative entre l'exposition aux polluants de l'air et la réduction du poids de naissance. Les 3 méta-analyses et la revue de la littérature mettent en avant les effets des PM10, PM2.5, du CO et du NO2 (OR entre -10 et -30g) [10, 11, 13, 14]. Les 2 études de cohortes rétrospectives rapportent les effets des PM2.5 (OR respectifs : -13,8g et -20,5g) [23, 38]. Enfin, l'étude prospective menée par Amegah et al. au Ghana, retrouve un lien entre la réduction du poids de naissance et le travail des femmes enceintes dans les commerces de rues (OR=-177g) [19]

En outre, 9 études se sont intéressées au risque de petit poids de naissance (PPN). Parmi elles, 2 méta-analyses rapportent les effets du NO2, du CO, des PM2.5 et des PM10 (OR entre 1,03 et 1,10) [10, 11]. Dans, les 3 études de cohortes rétrospectives [27, 30, 31], sont rapportés les effets du NO, des PM10, des PM2.5 (OR entre 1,08 et 1,26. Dans l'étude prospective de Pedersen et al., le risque de PPN est associé au PM2.5 (OR=1,18) et à une densité de trafic routier de 5000 véhicules par jour (OR=1,06) [18]. Dans cette même étude, il est noté qu'une réduction du taux de PM2.5 est associé à une réduction du risque de PPN (OR=1,22). Par ailleurs, Ebisu et al. ont mis en évidence le risque de PPN en détaillant par composants des PM2.5. Ainsi on retrouve une augmentation du risque de 4,9% pour l'aluminium, 4,7% pour le carbone élémentaire, 5,7% pour le nickel et 5,0% pour le titane [28].

Quant au risque de naissance d'un nouveau-né petit pour l'âge gestationnel (PAG), ce sont 4 études de cohorte rétrospective qui l'ont traité [25, 31, 32, 38]. Les résultats révèlent une association significative avec le CO, le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et l'O<sub>3</sub> (OR entre 1,03 et 1,14)

Par ailleurs, 1 méta-analyse et 7 études de cohortes rétrospectives s'intéressent aux effets des polluants sur la prématurité. Dans la méta-analyse, Zhu et al. retrouvent une association significative entre prématurité et PM<sub>2.5</sub> (OR=1,10 [14]). Dans 5 études rétrospectives [23, 25, 26, 29, 35], les effets sur la prématurité ont été prouvés pour les PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> (OR compris entre 1,06 et 1,23). Padula et al. ont évalués ce risque pour des taux élevés de CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> (OR entre 1,38 et 2,83) [33]. De même, Bertin et al. ont évalué le risque de prématurité pour des taux de NO<sub>2</sub> supérieur à 16,4 µg/m<sup>3</sup> (OR=2,46) [37].

Le risque de malformations congénitales a été traité dans 4 parmi les études analysées. La méta-analyse de Chen et al. rapporte une association significative entre exposition prénatale au NO<sub>2</sub> et coarctation de l'aorte (OR=1,20) [12]. Les 2 études cas-témoins [39, 40] ont rapporté une association significative entre NO<sub>2</sub> et coarctation de l'aorte (OR=1,15), entre PM<sub>coarse</sub> et anomalie de fermeture de la paroi abdominale (OR=1,93) et entre O<sub>3</sub> et SO<sub>2</sub> et anomalie des membres (OR entre 1,03 et 1,39). Enfin, l'étude de cohorte rétrospective de Tanner et al., révèle une association significative entre PM<sub>2.5</sub> et cardiopathies congénitales (OR entre 1,13 et 8,80), et entre benzène et malformations orofaciales (OR entre 1,29 et 1,52) [36]

Deux études de cohortes rétrospectives [24, 34] ont évalués les effets de la pollution atmosphérique sur le risque de donner naissance à un enfant mort-né. Les résultats montrent une association significative entre ce risque et l'exposition prénatale au NO<sub>2</sub> (OR entre 1,08 et 1,16), au SO<sub>2</sub> (OR=1,13), au CO (OR=1,14) et à l'O<sub>3</sub> (OR=1,03)

Enfin, 2 études de cohorte s'intéressent aux effets sur la pression artérielle. D'une part, Jedrychowski et al. montrent une association significative entre exposition prénatale aux PM<sub>2.5</sub> et augmentation de la PAS (OR=6,1mmHg), mais pas d'association pour la PAD [16]. D'autre part, Lee et al. ne retrouvent pas d'association entre l'exposition aux polluants de l'air et la pression artérielle ni le risque de survenue d'une prééclampsie [29].

**Tableau 1 : Méta-analyses et revue de la littérature : les principales conclusions**

| Références de la publication | Objectifs                                                                                                                               | Résultats principaux                                                                                                                                                     | Limites et biais                                                                                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stieb et al. 2012</b>     | Evaluer les effets de l'exposition des femmes enceintes aux polluants de l'air sur la prématurité et le PN                              | Association entre PM2.5, PM10, CO et NO2 et diminution du PN (-10 à -30g), PPN (OR : 1,05 à 1,10), prématurité (OR : 1,04 à 1,06)                                        | Hétérogénéité des études<br>Biais de publication<br>Méthodologies variées                                        |
| <b>Dadvand et al. 2013</b>   | Quantifier l'association entre exposition maternelle au PM2.5 et PM10 et PN                                                             | Association significative entre PM2.5 et PPN (OR=1,1).<br>Association significative entre PM10 et PPN (OR=1,03), et réduction du PN (OR=-8,9g)                           | Seul variable d'ajustement : statut socio-économique                                                             |
| <b>Chen et al. 2014</b>      | Etudier l'association entre exposition prénatale aux polluants de l'air et risque d'anomalies congénitales                              | Association significative entre exposition au NO2 et coarctation de l'aorte (OR= 1,20)                                                                                   | Méthodologies hétérogènes, biais de publication et linguistique.<br>Adresse maternelle au moment de la naissance |
| <b>Vieira et al. 2015</b>    | Analyser les preuves scientifiques des effets de la pollution de l'air sur la grossesse, le fœtus et l'enfant                           | Association significative entre réduction du PN de 3,9G et exposition aux PM10 (OR=1,03) et aux PM2.5 (OR=1,10)<br>Association significative entre NO2 et RCIU (OR=1,31) | Méthodologies variées.<br>Pas de fenêtre de vulnérabilité                                                        |
| <b>Zhu et al. 2015</b>       | Quantifier la relation entre exposition prénatale aux PM2.5 et risques de prématurité, PG, PPN, réduction du PN, naissance d'un mort-né | Association significative entre PM2.5 et PPN (OR=1,05), prématurité (OR=1,10), PAG (OR=1,15), réduction du PN (OR=-14,58g),                                              | Méthodologies variées                                                                                            |

**Tableau 2 : Etudes de cohortes prospectives : principales conclusions**

| Références de publication                    | Objectifs                                                                                                                                                           | Résultats principaux                                                                                                                                                                    | Limites et biais                                                                                                                            |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Van den Hooven et al. 2012 (Pays-bas)</b> | Evaluer les effets de l'exposition aux PM10 et au NO2 sur la croissance fœtale                                                                                      | Association significative entre PM10 et : réduction du PC (OR=-0,18mm), du PN (OR=-3,6g) et prématurité (OR=1,4)<br>Et entre NO2 et : réduction du PC (OR=-0,12mm) et du PN (OR=-3,4g)  | Effectif limité (n=7772)<br>Non prise en compte de la mobilité des femmes enceintes.                                                        |
| <b>Jedrychowski et al. 2012 (Pologne)</b>    | Analyser les effets de l'exposition de la femme enceinte aux PM2.5 sur sa TA (moniteur individuel)                                                                  | Association significative entre PM2.5 et augmentation de la PAS (OR=6,1mmHg)<br>Pas d'association pour la PAD                                                                           | Effectif limité (n=431)<br>Echantillon non représentatif de la population étudiée<br>Biais de mesure (TA mesurée par divers praticiens)     |
| <b>Iniguez et al. 2012 (Espagne)</b>         | Evaluer l'association entre exposition prénatale au NO2 et croissance fœtale                                                                                        | Association significative entre NO2 et réduction du BIP (OR=-9,1%), du PA (OR=-8,3%), de l'EPF (OR=-9,2%) au T3 et réduction du PC (OR=-6,2%) et de la taille (OR=-6,2%) à la naissance | Non prise en compte de la mobilité des femmes enceintes                                                                                     |
| <b>Pedersen et al. 2013 (Europe)</b>         | Etudier les effets sur le PN de l'exposition maternelle à des niveaux bas de pollution de l'air.                                                                    | Association significative entre PPN et : PM2.5 (OR=1,18), trafic routier (OR=1,06)                                                                                                      | Estimation de l'exposition sur extrapolation pour la période 1994-2008<br>Mobilité maternelle non prise en compte.                          |
| <b>Amegah et al. 2014 (Ghana)</b>            | Evaluer les effets du travail de la femme enceinte dans la rue, sur la croissance fœtale et la prématurité.<br>Rechercher un lien avec la densité de trafic routier | Association significative entre travail de rue et réduction du PN (OR=-177g)<br>Et entre travail de rue, forte densité de trafic et PPN (OR=1,84)                                       | Données non renseigné :<br>tabagisme passif, exposition aux polluants des industries ou site de gestion des déchets.<br>Biais d'information |

|                                   |                                                                                                               |                                                                                        |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ritz et al.<br/>2014 (USA)</b> | Etudier l'impact de l'exposition maternelle à la pollution de l'air liée au trafic sur la croissance foetale. | Association significative entre réduction du BIP et CO (OR=-0,91mm) et NO2 (OR=-1 mm). | Estimation de l'exposition à partir de mesures faites 10 ans après l'étude de la cohorte.<br>Tabagisme passif et mobilité maternelle non renseigné<br>Echantillon non représentatif |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tableau 3 : Etudes de cohortes rétrospectives : principales conclusions**

| Références de publication            | Objectifs                                                                                                                                   | Résultats principaux                                                                                                                 | Limites et biais                                                                                                  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Chang et al.<br/>2011 (USA)</b>   | Evaluer l'association entre exposition au PM2.5 et prématurité.                                                                             | Pas d'association significative retrouvée                                                                                            | Non prise en compte de la mobilité des femmes enceintes.                                                          |
| <b>Wilhelm et al.<br/>2012 (USA)</b> | Evaluer l'association entre exposition prénatale à des hauts niveaux de pollution liée au trafic routier et le risque de PPN à Los Angeles. | Association significative entre PPN et exposition au NO (OR=1,08) et NOx (OR=1,07)                                                   | Pas de fenêtre critique de vulnérabilité.<br>Tabagisme actif ou passif et mobilité maternelle non prise en compte |
| <b>Kloog et al.<br/>2012 (USA)</b>   | Evaluer l'association entre exposition prénatale au PM2.5 et prématurité et PPN dans le Massachussets.                                      | Association significative entre PM2.5 réduction du PN (OR=-13,8g) et prématurité (OR=1,06)                                           | Non prise en compte de la pollution intérieure et de la mobilité des femmes enceintes.                            |
| <b>Faiz et al<br/>2012 (USA)</b>     | Evaluer l'association entre exposition prénatal aux polluants de l'air (PM2.5, SO2, NO2, CO) et risque de naissance d'un enfant mort-né.    | Association significative entre risque de mort-né et NO2 (OR=1,16), SO2 (OR=1,13), CO (OR=1,14)<br>Pas d'association pour les PM2.5. | Non prise en compte de la mobilité des femmes enceintes                                                           |
| <b>Le et al.<br/>2012 (USA)</b>      | Evaluer l'association entre les polluants de l'air et le risque de PAG et de prématurité                                                    | Association significative entre PAG et CO (OR=1,14), NO2 (OR=1,11), PM10 (OR=1,22) et O3                                             | Données sur la consommation d'alcool, la pollution intérieure, l'exposition au travail, non                       |

|                                        |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                               |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                                                                                                                                                              | (OR=1,11)<br>Association significative entre prématurité et SO2 (OR=1,07), O3 (OR=1,08)                                                                               | renseignées.<br>Estimation de l'exposition à partir des codes postaux (zones vastes)                                                          |
| <b>Pereira et al. 2012 (Australie)</b> | Evaluer l'association entre exposition prénatale à la pollution liée au trafic routier et la croissance fœtale                                                               | Association significative entre exposition à la pollution liée au trafic et RCIU (OR=1,31)                                                                            | Mesure des concentrations en polluant faite en 2010 puis extrapolation pour la période 2000-2006                                              |
| <b>Salihu et al. 2012 (USA)</b>        | Evaluer l'association entre exposition prénatale aux PM2.5 et PM10 et la morbidité fœtale et néonatale<br>Evaluer l'impact d'un programme national de promotion de la santé. | Association significative entre PM2.5 et PM10 et : PPN (OR=1,24), TPPN (OR=1,58), prématurité (OR=1,18)<br>Association réduite si programme de promotion de la santé. | Non prise en compte de la mobilité des femmes, l'exposition professionnelle, la proximité d'axes routiers)                                    |
| <b>Ebisu et al. 2012 (USA)</b>         | Etudier l'impact de l'exposition des femmes enceintes aux PM2.5, PM10 et polluants gazeux sur le PN.                                                                         | Association significative entre PPN et composants des PM2.5 : aluminium (+4,9%), carbone élémentaire (+4,7%), nickel (+5,7%) et titane (+5%)                          | Non prise en compte de la mobilité maternelle.<br>Informations (tabac, alcool) extraites des certificats de naissances (fiabilité réduite)    |
| <b>Lee et al. 2013 (USA)</b>           | Etudier l'impact de l'exposition aux polluants de l'air au 1 <sup>er</sup> trimestre sur le risque de survenue d'HTA, PE, PAG et prématurité                                 | Association significative entre prématurité et PM2.5 (OR=1,10) et O3 (OR=1,23).<br>Pas d'association pour HTA, PE, PAG                                                | Non prise en compte de la mobilité maternelle, de l'exposition sur le lieu de travail et à l'intérieur du foyer.                              |
| <b>Romao et al. 2013 (Brésil)</b>      | Analyser l'association entre exposition aux PM10 et PPN                                                                                                                      | Association significative et dose dépendante entre exposition au PM10 et PPN (OR=1,26)                                                                                | Stations de mesure peu nombreuses.<br>Non renseigné : mobilité maternelle, tabagisme, IMC, pathologies maternelles, profession, alimentation. |

|                                              |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hyder et al.<br/>2014 (USA)</b>           | Etudier les effets de l'exposition prénatale aux PM2.5 sur le risque de PPN, PAG et prématurité                                     | Association significative entre PM2.5 et PAG par 3 méthodes (OR=1,03, 1,06 et 1,08)                                                                   | Données issues du certificat de naissance (moins fiable que l'interrogatoire). Mobilité maternelle non prise en compte |
| <b>Hannam et al.<br/>2014 (Royaume-Unis)</b> | Quantifier les effets de la pollution de l'air sur la prématurité et la croissance fœtale.                                          | Association significative entre PAG et PM10 (OR=1,14) et CO (OR=1,21)                                                                                 | Echantillon réduit par les données manquantes sur certains dossiers                                                    |
| <b>Padula et al.<br/>2014 (USA)</b>          | Evaluer l'association entre exposition prénatale aux polluants de l'air liés au trafic routier et prématurité                       | Association significative entre haut taux de CO, NO2, PM2.5, PM10 et grande prématurité (OR entre 1,38 et 2,83)                                       | Non prise en compte de la mobilité maternelle<br>Données manquantes : IMC, tabagisme actif ou passif                   |
| <b>Green et al.<br/>2014 (USA)</b>           | Examiner la relation entre polluants de l'air et risque de naissance d'un enfant mort-né.                                           | Association significative entre risque de mort-né et exposition au NO2 (OR=1,08), O3 au T3 (OR=1,03)                                                  | Données manquantes : tabagisme actif ou passif, mobilité maternelle                                                    |
| <b>Ha et al.<br/>2015 (USA)</b>              | Evaluer l'association entre la proximité de la résidence maternelle d'une centrale électrique et le risque de prématurité et de PPN | Association significative entre distance <5km de centrales électriques (pétrole, gaz, déchets solides) et prématurité (OR=1,018)                      | Non prise en compte des autres sources de polluants et de la mobilité maternelle.                                      |
| <b>Tanner et al.<br/>2015 (USA)</b>          | Examiner si l'exposition maternelle aux PM2.5 et au benzène augmente le risque d'anomalies congénitales                             | Association significative entre PM2.5 et cardiopathie congénitale (PR entre 1,13 et 8,80), et entre benzène et fentes orofaciales (PR de 1,29 à 1,52) | Adresse maternelle prise en compte au moment de la naissance (constitution des malformations au T1)                    |
| <b>Bertin et al.<br/>2015 (France)</b>       | Evaluer l'association entre exposition prénatale à la pollution liée au trafic routier et prématurité                               | Association significative entre NO2 et prématurité (OR=2,46) en milieu urbain                                                                         | Mesure de NO2 seul<br>Mobilité maternelle non prise en compte<br>Pas de fenêtre de vulnérabilité                       |

|                                       |                                                                               |                                                                                      |                                                       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Stieb et al.<br/>2016 (Canada)</b> | Etudier les conséquences de l'exposition prénatale aux PM2.5 sur la grossesse | Association significative entre PM2.5 et PAG (OR=1,04), réduction du PN (OR=-20,5g), | Données manquantes : tabagisme, consommation d'alcool |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

**Tableau 4 : Etudes cas-témoins : principales conclusions**

| Références de publication                  | Objectifs                                                                                                                                               | Résultats principaux                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Limites et biais                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Schembari et al.<br/>2014 (Espagne)</b> | Evaluer l'association entre exposition prénatale aux polluants de l'air liés au trafic routier et le risque de malformations congénitales               | Association significative entre NO2 et coarctation de l'aorte (OR=1,15); et entre PMcoarse et anomalie de fermeture de la paroi abdominale(OR=1,93)                                                                                                                                                            | Estimation de l'exposition à partir de l'adresse au moment de la naissance.<br>Non renseignés : alimentation, alcool.                                                                                                                |
| <b>Lin et al.<br/>2014 (Taiwan)</b>        | Apprécier l'association entre exposition aux polluants de l'air au 1 <sup>er</sup> trimestre de la grossesse et risque d'anomalie des membres du fœtus. | Chez le prématuré : association significative entre : O3 et anomalie des membres (OR=1,23) et réduction des membres (OR=1,39); SO2 et syndactylie (OR=1,05) et réduction des membres (OR=1,04).<br>Chez la fille : association significative entre O3 et polydactylie (OR=1,11) et SO2 et syndactylie(OR=1,03) | Données non renseignées : génétique, habitus, alimentation, profession, environnement, mobilité maternelle<br>Estimation de l'exposition à partir de l'adresse au moment de la naissance (et non celle au 1 <sup>er</sup> trimestre) |

**Tableau 5 : Etude de prévalence : principales conclusions**

| Références de publication             | Objectifs                                                                  | Résultats principaux                                                                                       | Limites et biais                                                                                                            |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fleisher et al.<br/>2014 (OMS)</b> | Etudier l'impact des PM2.5 de l'air extérieur sur la grossesse et le fœtus | Association significative entre PPN et PM2.5 (OR=1.15)<br>Et entre PM2.5 et prématurité en Chine (OR=2.54) | Données transversales (pas de causalité), durée courte (pas d'hiver), données manquantes (tabac, IMC, pollution intérieure) |

## ANALYSE ET DISCUSSION

La prématurité, la croissance fœtale, la mortalité néonatale et les malformations congénitales, sont autant de problèmes de santé publique qui se posent actuellement dans nos sociétés occidentales [42]. C'est pourquoi, ils ont suscités un intérêt croissant dans la communauté scientifique, l'amenant à rechercher des étiologies et des facteurs favorisants, dans l'objectif de réduire cette morbidité et cette mortalité néonatale. S'il est désormais établi que l'environnement influe sur la croissance et le développement du fœtus [43] il demeure toutefois des interrogations sur le rôle de certains facteurs environnementaux, notamment les polluants atmosphériques. L'objectif de cette revue de la littérature était de réaliser une synthèse des différents effets de l'exposition prénatale aux polluants atmosphériques sur le fœtus et le nouveau-né, à partir des articles parus ces 5 dernières années.

Pour certaines issues de la grossesse, la définition retrouvée dans les articles est uniforme. Ainsi, la prématurité est définie par une naissance survenue avant 37 SA. Le petit poids de naissance correspond à un poids inférieur à 2500g alors que le très petit poids de naissance équivaut à un poids inférieur à 1500g. Toutefois, d'autres caractéristiques ont été redéfinies au fil du temps. Concernant le retard de croissance intra-utérin, Il est défini dans l'étude de Pereira et al. [26] par un poids de naissance inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile, alors qu'il correspond à une estimation échographique du poids fœtal inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile associée à un infléchissement de la courbe de croissance, dans l'étude plus récente de Vieira et al. [13]. Par ailleurs, les malformations congénitales sont définies de façon homogène. La coarctation de l'aorte est un rétrécissement de l'aorte thoracique descendante. Les anomalies du retour veineux pulmonaire consistent en un abouchement, total ou partiel, des veines pulmonaires dans le secteur droit. Le tronc artériel commun est défini par un seul vaisseau naissant du cœur au-dessus d'une large communication interventriculaire [44]. Concernant les malformations oro-faciales, sont décrites les fentes orofaciales qui correspondent à un défaut au niveau de la lèvre et/ou du palais et/ou de l'os maxillaire. Enfin, les anomalies de membres traitées sont la syndactylie qui correspond à un accollement et une fusion de plusieurs doigts ou orteils entre eux et la polydactylie qui est la présence de doigts ou d'orteils surnuméraires.

La revue de la littérature a permis de mettre en évidence une association significative entre les polluants contenus dans l'air et l'issue de la grossesse et en particulier pour la prématurité, la croissance fœtale et le poids de naissance. Une méta-analyse réalisée par Zhu et al. en 2015, suggèrent qu'une augmentation de 10µg/m<sup>3</sup> de l'exposition de la femme enceinte aux PM<sub>2.5</sub>, est associée de manière significative à une augmentation du risque de

prématurité (OR=1,10). 7 autres études de cohorte viennent appuyer ces résultats, et rapportent une augmentation du risque pour d'autres polluants tels que les PM10, le SO2, le NO2 et l'O3. 5 études se sont intéressées aux effets de la pollution atmosphérique sur la croissance fœtale et ont retrouvés ainsi une association significative entre l'exposition aux PM10 et au NO2 et la réduction de la croissance fœtale. En particulier, la méta-analyse de Vieira et al., publiée en 2015, rapportent une association significative (OR=1,31) entre le risque de retard de croissance intra-utérin et l'exposition prénatale au NO2. Les effets sur le poids de naissance ont été évalués dans 7 études dont 3 méta-analyses et 1 revue de la littérature. Les résultats sont également concordants et rapportent une réduction du poids de naissance chez les fœtus dont les mères sont exposées aux polluants de l'air tels que les PM2.5, les PM10, le CO et le NO2.

Par ailleurs, cette revue de la littérature est soumise à plusieurs types de biais inhérents à ce type d'étude. D'une part, il existe un biais de publication lié aux études qui n'ont pas été publiées. D'autre part, dans les critères d'inclusion, seuls les études en langue française ou anglaise ont été sélectionnées, ce qui crée un biais linguistique. Aussi, la seule base de données interrogée a été PubMed, créant ainsi un biais Medline. Les biais présents dans les études ont également été analysés. Tout d'abord, un biais de mesure est identifié dans toutes les études excepté celle de Jedrychowski et al. [16] En effet, dans toutes les autres études, la mesure de l'exposition du fœtus aux polluants atmosphériques repose sur des estimations calculées à partir de l'adresse maternelle présente sur le certificat d'accouchement et des concentrations mesurées par des stations nationales fixes ou mobiles. Ces stations, que l'on retrouve dans la majorité des pays industrialisés, fournissent des mesures régulières, parfois quotidiennes, des taux de polluants dans l'air et permettent aux autorités de veiller à la surveillance de la qualité de l'air et d'informer et prévenir les populations. Lorsque l'exposition est estimée à partir de l'adresse maternelle au moment de la naissance, il est supposé que les mères ne sont pas mobiles durant leurs grossesses. Or, de précédentes études ont constaté que 12 à 33% des femmes déménageaient durant leur grossesse [45]. Ainsi, cela pourrait entraîner des erreurs de classification d'une partie de la population étudiée, et en particulier pour les études sur les malformations congénitales, puisque celles-ci se constituent généralement au premier trimestre de la grossesse. Toutefois, d'autres études ont analysé l'impact des déplacements de la mère sur les études qui évaluent les effets de l'exposition prénatale aux polluants. Il en est ressorti que l'impact des déménagements d'une partie de la population, n'influeait pas sur les résultats et que l'adresse maternelle présente sur le certificat d'accouchement pouvait être utilisée dans les études épidémiologiques, y compris celles qui traitent des malformations congénitales [46, 47, 48]

Dans les articles analysés, seule l'étude prospective d'Amegah et al. [19] s'intéresse à l'exposition des femmes enceintes travaillant à l'extérieur (rues, marchés non couverts). Les informations nécessaires sont obtenues à l'interrogatoire des femmes enceintes, ce qui réduit la taille de la population étudiée ( $n=386$ ), mais les résultats restent tout de même significatifs. Pour les études de cohortes rétrospectives, les informations concernant l'activité professionnelle des mères ne sont pas mentionnées sur le certificat de naissance qui constitue la source d'information principale pour les auteurs. Toutefois, l'ajustement de l'analyse statistique aux variables tels que le statut socio économique et le niveau d'éducation, tend à réduire le risque de mauvaise classification de l'exposition.

Afin de contourner le biais de mesure, dans l'étude prospective de Jedrychowski et al., l'estimation de l'exposition est basée sur des moniteurs individuels pour chaque femme de la cohorte étudiée. Si les auteurs ne sont plus confrontés à ce biais, la taille de la cohorte se trouve néanmoins réduite par les contraintes matérielles et il est ainsi plus difficile d'obtenir des résultats significatifs.

De plus, il existe un biais de sélection dans l'étude de Ritz et al. car l'échantillon n'est pas représentatif de la population. En effet, les patientes incluses dans l'étude sont toutes suivies dans un même centre médical. Or, elles ne représentent pas la population générale, notamment en proportion des différentes ethnies.

Dans la plupart des études, l'analyse statistique permet d'ajuster les résultats à des variables qui constituent des facteurs de confusion, les principales étant : l'âge maternel, l'IMC, la parité, le tabagisme, l'ethnie, le niveau socio-économique, le statut marital, les pathologies durant la grossesse, le sexe du nouveau-né. Cependant, le tabagisme n'est pas pris en compte dans 4 études [22, 30, 33, 34]. Or, les effets du tabagisme actif sur le poids de naissance et la prématurité ont été démontrés [8]. Quant au tabagisme passif, ces effets ont également été démontrés [8], mais aucune étude n'a pu contrôler ce facteur de confusion du fait de l'absence de l'information dans les dossiers médicaux. D'autres facteurs de confusion ne sont pas mentionnés dans les sources d'information et entraînent donc un biais de confusion : la consommation d'alcool, le type d'alimentation, l'activité sportive, la prise de traitement ou de complément alimentaire durant la grossesse notamment l'acide folique.

Il convient également de noter, que seule l'étude d'Iniguez et al. a pu mettre en évidence une fenêtre de vulnérabilité (entre le début de la grossesse et 20 SA) durant laquelle l'exposition au NO<sub>2</sub> est davantage délétère sur la croissance fœtale [17].

Finalement, les études, bien qu'hétérogènes dans leur méthodologies, rapportent de façon consensuelle, une action néfaste de l'exposition de la femme enceinte aux polluants atmosphérique sur l'issue de la grossesse et en particulier, la prématurité, la croissance fœtale et le poids de naissance. D'ailleurs, deux études mettent en évidence l'effet bénéfique de la réduction de l'exposition. D'une part, Pedersen et al. dans une étude de cohorte prospective multicentrique retrouvent une association significative entre la réduction du taux de PM<sub>2.5</sub> de 10µg/m<sup>3</sup> et la réduction du risque de PPN (OR=1,22) [18]. D'autre part, Salihu et al., relèvent dans une étude de cohorte rétrospective une association entre l'exposition aux PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> et le risque de PPN et de prématurité, moins forte chez une population qui a bénéficiée d'un programme de promotion de la santé publique comparée à celle qui n'en a pas bénéficiée [27].

Dans les articles retenus, aucune étude ne présente un niveau de preuve scientifique à 1. Cependant, 12 études ont un niveau de preuve intermédiaire à 2 ce qui correspond à une présomption scientifique et 20 études ont un faible niveau de preuve à 1. Quant aux revues dans lesquelles les articles sont publiés, leur impact factor est compris entre 0,920 (Cadernos de Saude Publica) et 15,328 (The Lancet Respiratory Medicine).

Etant donné la variabilité des méthodologies et le nombre de biais que peuvent présenter ces études épidémiologiques, plusieurs auteurs ont cherché à y remédier et ont émis des recommandations. Ainsi, Woodruff et al. ont discuté les différentes méthodologies et ont mis en évidence l'importance du contrôle des facteurs de confusion, de la mesure de l'exposition de façon spatio-temporelle, de mettre en place des modèles à multiples polluants et de rechercher une fenêtre de vulnérabilité [49]. Slama et al. ont, dans un autre article, relevé, en plus des points précédents, l'importance d'étudier les mécanismes biologiques qui seraient responsables des effets sur l'issue de la grossesse [50].

En définitive, l'étude des effets de la pollution atmosphérique sur le fœtus et le nouveau né constitue un champ vaste et largement analysé par les auteurs. Et pour cause, l'environnement de la femme enceinte aurait une influence sur la santé future du fœtus. En effet, l'hypothèse de l'origine développementale de la santé et des maladies stipule que des expositions subies durant la vie fœtale peuvent augmenter le risque de survenue de maladie chronique dans l'enfance et à l'âge adulte, tels que les troubles du métabolisme, le diabète et les maladies cardiovasculaires [51].

## CONCLUSION

En conclusion, les résultats des 32 articles analysés dans le cadre de cette revue de la littérature, ont réaffirmé les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur le fœtus et le nouveau-né. Ainsi, l'exposition des femmes aux polluants les plus courants dans l'air, entraînerait une augmentation du risque de prématurité, une augmentation du risque de petits poids de naissance, une réduction du poids de naissance autour de 20g, une réduction des biométries fœtales (PC et BIP essentiellement) et une augmentation du risque de retard de croissance intra-utérin. Ces résultats, malgré la variabilité des études et les biais relevés, sont homogènes et constants. Quant aux effets sur la pression artérielle, sur le risque de malformations congénitales et sur le risque de naissance d'un enfant mort-né, les résultats sont inconstants et les études encore peu nombreuses.

Au vue de ces résultats, les sociétés savantes ont émis des recommandations à l'adresse des professionnels de santé. En particulier, la fédération internationale des gynécologues-obstétriciens a lancé, en 2015 un appel aux « obstétriciens, sages-femmes, professions infirmières en charge de la santé des femmes et autres professionnels de santé à agir rapidement pour prévenir l'exposition aux toxiques chimiques environnementaux » dont font parti les polluants atmosphériques [52].

La sage femme dispose d'une place centrale dans l'information, la prévention et l'éducation pour la santé. Privilégiée par son contact régulier avec la femme enceinte durant le suivi prénatal, l'information et les conseils qu'elle pourrait lui apporter pourraient permettre d'éduquer la patiente, réduire son exposition et ainsi minimiser les risques sur le fœtus. D'ailleurs, un programme de prévention basée sur l'information des femmes enceintes a déjà fait ses preuves aux Etats-Unis [27]. Il serait donc légitime d'interroger d'une part les femmes enceintes et d'autre part les professionnels de santé, sur leurs connaissances quant aux risques de la pollution atmosphérique et sur leurs actions pour les minimiser. Plus encore, il serait bénéfique de mettre en place un programme d'information et de prévention à l'échelle nationale, afin de modifier les comportements et préserver ainsi la santé des plus vulnérables.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Fédération des associations de surveillance de la qualité de l'air. La composition de l'air. [site web] [http://www.atmo-france.org/fr/index.php?/20080\\_4118/composition-de-l-air/id-menu-80.html](http://www.atmo-france.org/fr/index.php?/20080_4118/composition-de-l-air/id-menu-80.html)
2. Organisation Mondiale de la Santé. Evaluation rapide des sources de pollution de l'air, de l'eau et du sol. Genève : OMS ; 1982
3. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. Genève : WHO ; 2016
4. Santé Publique France. 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. Juin 2016.
5. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air. [site web]. Mis à jour le 26/10/16. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/227/0/dispositif-surveillance-qualite-lair-france.html>
6. Capra L, Tezza G, Mazzei F, Boner AL. The origins of health and disease: the influence of maternal diseases and lifestyle during gestation. Ital J. Pediatr. 2013 Jan ; 39 : 7
7. Williams L, Spence A, Tideman SC. Implications of the observed effects of air pollution on birth weight. Soc Biol 1977 ; 24 : 1-9
8. Slama R, Cordier S. Impact des facteurs environnementaux physiques et chimiques sur le déroulement et les issues de grossesse. Journal de gynécologie obstétrique et biologie de la reproduction. 2013 Sep;42:5:413-44
9. ANAES. Guide d'analyse de la littérature et gradations des recommandations. Janvier 2000

10. Stieb DM, Chen L, Eshoul M, Judek S. Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2012 Aug;117:100-11.
11. Dadvand P, Parker J, Bell ML, Bonzini M, Brauer M, Darrow LA, Gehring U, Glinianaia SV, Gouveia N, Ha EH, Leem JH, van den Hooven EH, Jalaludin B, Jesdale BM, Lepeule J, Morello-Frosch R, Morgan GG, Pesatori AC, Pierik FH, Pless-Mulloli T, Rich DQ, Sathyanarayana S, Seo J, Slama R, Strickland M, Tamburic L, Wartenberg D, Nieuwenhuijsen MJ, Woodruff TJ. Maternal exposure to particulate air pollution and term birth weight: a multi-country evaluation of effect and heterogeneity. *Environ Health Perspect.* 2013 Mar;121(3):267-373
12. Chen EK, Zmirou-Navier D, Padilla C, Deguen S. Effects of air pollution on the risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2014 Jul 31;11(8):7642-68.
13. Vieira SE. The health burden of pollution: the impact of prenatal exposure to air pollutants. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2015 Jun 10;10:1111-21.
14. Zhu X, Liu Y, Chen Y, Yao C, Che Z, Cao J. Maternal exposure to fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) and pregnancy outcomes: a meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2015 Mar;22(5):3383-96
15. van den Hooven EH, Pierik FH, de Kluizenaar Y, Willemsen SP, Hofman A, van Ratingen SW, Zandveld PY, Mackenbach JP, Steegers EA, Miedema HM, Jaddoe VW. Air pollution exposure during pregnancy, ultrasound measures of fetal growth, and adverse birth outcomes: a prospective cohort study. *Environ Health Perspect.* 2012 Jan;120(1):150-6.
16. Jedrychowski WA, Perera FP, Maugeri U, Spengler J, Mroz E, Flak E, Stigter L, Majewska R, Kaim I, Sowa A, Jacek R. Prohypertensive effect of gestational personal exposure to fine particulate matter. Prospective cohort study in non-smoking and non-obese pregnant women. *Cardiovasc Toxicol.* 2012 Sep;12(3):216-25.
17. Iñiguez C, Ballester F, Estarlich M, Esplugues A, Murcia M, Llop S, Plana A, Amorós R, Rebagliato M. Prenatal exposure to traffic-related air pollution and fetal growth in a cohort of pregnant women. *Occup Environ Med.* 2012 Oct;69(10):736-44.

18. Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, Aguilera I, Andersen AM, Ballester F, Beelen RM, Chatzi L, Cirach M, Danileviciute A, Dedele A, Eijdsden Mv, Estarlich M, Fernández-Somoano A, Fernández MF, Forastiere F, Gehring U, Grazuleviciene R, Gruzieva O, Heude B, Hoek G, de Hoogh K, van den Hooven EH, Håberg SE, Jaddoe VW, Klümper C, Korek M, Krämer U, Lerchundi A, Lepeule J, Nafstad P, Nystad W, Patelarou E, Porta D, Postma D, Raaschou-Nielsen O, Rudnai P, Sunyer J, Stephanou E, Sørensen M, Thiering E, Tuffnell D, Varró MJ, Vrijkotte TG, Wijga A, Wilhelm M, Wright J, Nieuwenhuijsen MJ, Pershagen G, Brunekreef B, Kogevinas M, Slama R. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *Lancet Respir Med*. 2013 Nov;1(9):695-704.
19. Amegah AK, Jaakkola JJ. Work as a street vendor, associated traffic-related air pollution exposures and risk of adverse pregnancy outcomes in Accra, Ghana. *Int J Hyg Environ Health*. 2014 Mar;217(2-3):354-62.
20. Ritz B, Qiu J, Lee PC, Lurmann F, Penfold B, Erin Weiss R, McConnell R, Arora C, Hobel C, Wilhelm M. Prenatal air pollution exposure and ultrasound measures of fetal growth in Los Angeles, California. *Environ Res*. 2014 Apr;130:7-13.
21. Chang HH, Reich BJ, Miranda ML. Time-to-event analysis of fine particle air pollution and preterm birth: results from North Carolina, 2001-2005. *Am J Epidemiol*. 2012 Jan 15;175(2):91-8.
22. Wilhelm M, Ghosh JK, Su J, Cockburn M, Jerrett M, Ritz B. Traffic-related air toxics and term low birth weight in Los Angeles County, California. *Environ Health Perspect*. 2012 Jan;120(1):132-8
23. Kloog I, Melly SJ, Ridgway WL, Coull BA, Schwartz J. Using new satellite based exposure methods to study the association between pregnancy PM<sub>2.5</sub> exposure, premature birth and birth weight in Massachusetts. *Environ Health*. 2012 Jun 18;11:40.
24. Faiz AS, Rhoads GG, Demissie K, Kruse L, Lin Y, Rich DQ. Ambient air pollution and the risk of stillbirth. *Am J Epidemiol*. 2012 Aug 15;176(4):308-16

25. Le HQ, Batterman SA, Wirth JJ, Wahl RL, Hoggatt KJ, Sadeghnejad A, Hultin ML, Depa M. Air pollutant exposure and preterm and term small-for-gestational-age births in Detroit, Michigan: long-term trends and associations. *Environ Int.* 2012 Sep;44:7-17
26. Pereira G, Cook AG, Haggard F, Bower C, Nassar N. Locally derived traffic-related air pollution and fetal growth restriction: a retrospective cohort study. *Occup Environ Med.* 2012 Nov;69(11):815-22.
27. Salihu HM, August EM, Mbah AK, Alio AP, de Cuba R 2nd, Jaward FM, Berry EL. Effectiveness of a federal healthy start program in reducing the impact of particulate air pollutants on fetal-infant morbidity outcomes. *Matern Child Health J.* 2012 Nov;16(8):1602-11.
28. Ebisu K, Bell ML. Airborne PM<sub>2.5</sub> chemical components and low birth weight in the northeastern and mid-Atlantic regions of the United States. *Environ Health Perspect.* 2012 Dec;120(12):1746-52.
29. Lee PC, Roberts JM, Catov JM, Talbott EO, Ritz B. First trimester exposure to ambient air pollution, pregnancy complications and adverse birth outcomes in Allegheny County, PA. *Matern Child Health J.* 2013 Apr;17(3):545-55.
30. Romão R, Pereira LA, Saldiva PH, Pinheiro PM, Braga AL, Martins LC. The relationship between low birth weight and exposure to inhalable particulate matter. *Cad Saude Publica.* 2013 Jun;29(6):1101-8.
31. Hyder A, Lee HJ, Ebisu K, Koutrakis P, Belanger K, Bell ML. PM<sub>2.5</sub> exposure and birth outcomes: use of satellite- and monitor-based data. *Epidemiology.* 2014 Jan;25(1):58-67
32. Hannam K, McNamee R, Baker P, Sibley C, Agius R. Air pollution exposure and adverse pregnancy outcomes in a large UK birth cohort: use of a novel spatio-temporal modelling technique. *Scand J Work Environ Health.* 2014 Sep;40(5):518-30.
33. Padula AM, Mortimer KM, Tager IB, Hammond SK, Lurmann FW, Yang W, Stevenson DK, Shaw GM. Traffic-related air pollution and risk of preterm birth in the San Joaquin Valley of California. *Ann Epidemiol.* 2014 Dec;24(12):888-95

34. Green R, Sarovar V, Malig B, Basu R. Association of stillbirth with ambient air pollution in a California cohort study. *Am J Epidemiol*. 2015 Jun 1;181(11):874-82.
35. Ha S, Hu H, Roth J, Kan H, Xu X. Associations Between Residential Proximity to Power Plants and Adverse Birth Outcomes. *Am J Epidemiol*. 2015 Aug 1;182(3):215-24.
36. Tanner JP, Salemi JL, Stuart AL, Yu H, Jordan MM, DuClos C, Cavicchia P, Correia JA, Watkins SM, Kirby RS. Associations between exposure to ambient benzene and PM(2.5) during pregnancy and the risk of selected birth defects in offspring. *Environ Res*. 2015 Oct;142:345-53
37. Bertin M, Chevrier C, Serrano T, Monfort C, Cordier S, Viel JF. Sex-specific differences in fetal growth in newborns exposed prenatally to traffic-related air pollution in the PELAGIE mother-child cohort (Brittany, France). *Environ Res*. 2015 Oct;142:680-7.
38. Stieb DM, Chen L, Beckerman BS, Jerrett M, Crouse DL, Omariba DW, Peters PA, van Donkelaar A, Martin RV, Burnett RT, Gilbert NL, Tjepkema M, Liu S, Dugandzic RM. Associations of Pregnancy Outcomes and PM2.5 in a National Canadian Study. *Environ Health Perspect*. 2016 Feb;124(2):243-9.
39. Schembari A, Nieuwenhuijsen MJ, Salvador J, de Nazelle A, Cirach M, Dadvand P, Beelen R, Hoek G, Basagaña X, Vrijheid M. Traffic-related air pollution and congenital anomalies in Barcelona. *Environ Health Perspect*. 2014 Mar;122(3):317-23.
40. Lin YT, Lee YL, Jung CR, Jaakkola JJ, Hwang BF. Air pollution and limb defects: a matched-pairs case-control study in Taiwan. *Environ Res*. 2014 Jul;132:273-80.
41. Fleischer NL, Merialdi M, van Donkelaar A, Vadillo-Ortega F, Martin RV, Betran AP, Souza JP. Outdoor air pollution, preterm birth, and low birth weight: analysis of the world health organization global survey on maternal and perinatal health. *Environ Health Perspect*. 2014 Apr;122(4):425-30.
42. Blondel B, Lelong N, Kermarrec N, Goffinet F. La santé périnatale en France métropolitaine de 1995 à 2010. Résultats des Enquêtes nationales périnatales. *J Gyn Obstet Biol Reprod* 2012;41:151-166. *Revue Sage-Femme* 2012;11:128-143

43. Gérin, M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quénel P, Dewailly E. Environnement et santé publique - Fondements et pratiques. 2003. Edisem Inc. / Editions Tec & Doc, Acton Vale, Paris
44. Batisse A, Fermont L, Lévy M. Cardiologie pédiatrique pratique : du fœtus à l'adulte. Editions Doin, Paris.
45. Fell DB, Dodds L, King WD. Residential mobility during pregnancy. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2004;18(6):408–414.
46. Canfield MA, Ramadhani TA, Langlois PH, et al. Residential mobility patterns and exposure misclassification in epidemiologic studies of birth defects. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2006;16(6):538–543.
47. Shaw, G. M., & Malcoe, L. H. (1992). Residential mobility during pregnancy for mothers of infants with or without congenital cardiac anomalies: A reprint. *Archives of Environmental Health*, 47(3), 236–238.
48. Khoury, M. J., Stewart, W., Weinstein, A., et al. (1988). Residential mobility during pregnancy: Implications for environmental teratogenesis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 41(6), 15–20
49. Woodruff TJ, Parker JD, Darrow LA, Slama R, Bell ML, Choi H, Glinianaia S, Hoggatt KJ, Karr CJ, Lobdell DT, Wilhelm M. Methodological issues in studies of air pollution and reproductive health. *Environ Res.* 2009 Apr;109(3):311-20.
50. Slama R, Darrow L, Parker J, Woodruff TJ, Strickland M, Nieuwenhuijsen M, Glinianaia S, Hoggatt KJ, Kannan S, Hurley F, Kalinka J, Srám R, Brauer M, Wilhelm M, Heinrich J, Ritz B. Meeting report: atmospheric pollution and human reproduction. *Environ Health Perspect.* 2008 Jun;116(6):791-8.
51. Hanson M.A., Gluckman P.D. Developmental origins of health and disease: new insights. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2008 ; 102 : 90-93
52. Fédération Internationale des Gynécologues-Obstétriciens. Communication spéciale : appel de la Fédération Internationale des Gynécologues Obstétriciens sur l'impact des produits chimiques toxiques sur la santé reproductive. Publié le 1er octobre 2015

# **ANNEXES**

## ANNEXE I

Les premières étapes de la sélection d'un article médical (ANAES, Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations)

LISTING

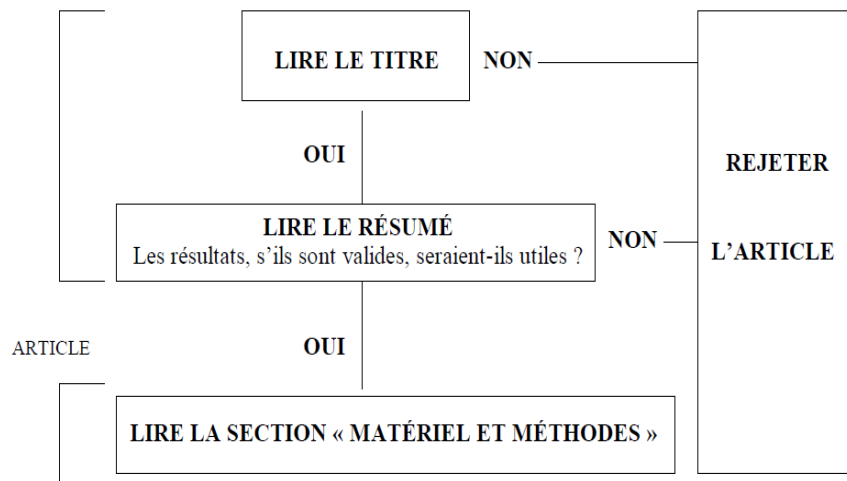


Figure 1. Les premières étapes de la sélection d'un article médical.

## ANNEXE II

- a) Grille de lecture des revues de synthèse  
(ANAES, Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations)

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| <b>GRILLE DE LECTURE DES REVUES DE SYNTHESE</b> |
|-------------------------------------------------|

Titre et auteur de l'article: \_\_\_\_\_

Rev/Année/Vol/Pages \_\_\_\_\_

Thème de l'article :

|                                                                                        | Totalement               | Partiellement            | Pas du tout              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Les objectifs de la revue de synthèse sont clairement exposés                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Méthodologie                                                                        |                          |                          |                          |
| 2.1. <i>Procédures de sélection</i>                                                    |                          |                          |                          |
| • L'auteur décrit ses sources de données                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les critères de sélection des études sont pertinents                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les critères d'inclusion et d'exclusion des articles sont décrits                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les études non publiées sont prises en compte                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.2. <i>Méthode d'analyse</i>                                                          |                          |                          |                          |
| • Les modalités de la lecture critique sont précisées (lecteurs, grille de lecture...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • L'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Résultats                                                                           |                          |                          |                          |
| • L'auteur décrit les résultats                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • L'auteur commente la validité des études choisies                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Applicabilité clinique                                                              |                          |                          |                          |
| • La revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Commentaires :

- b) Grille de lecture d'un article de causalité  
(ANAES, Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations)

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>GRILLE DE LECTURE D'UN ARTICLE DE CAUSALITE</b> |
|----------------------------------------------------|

**Titre et auteur de l'article:** \_\_\_\_\_

**Rev/Année/Vol/Pages** \_\_\_\_\_

**Thème de l'article :**

|                                                                                                                                   | OUI                      | NON                      | ?                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. La formulation des objectifs est clairement exprimée                                                                           |                          |                          |                          |
| 2. Méthodologie                                                                                                                   |                          |                          |                          |
| • L'étude est comparative                                                                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les populations exposées et témoins prises en compte sont bien définies (caractéristiques, critères d'inclusion et d'exclusion) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les facteurs de risque et d'exposition sont bien définis                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Résultats                                                                                                                      |                          |                          |                          |
| • Les groupes sont comparés                                                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • L'existence d'une association est prouvée et la force de l'association est testée                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • La causalité de l'association est étudiée                                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Les biais sont décrits et pris en compte                                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Commentaires :**

- c) Grille de lecture d'un article de pronostic  
(ANAES, Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations)

|                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRILLE DE LECTURE D'UN ARTICLE DE PRONOSTIC<br/>(ANALYSE DE COHORTE)</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|

Titre et auteur de l'article: \_\_\_\_\_

Rev/Année/Vol/Pages \_\_\_\_\_

Thème de l'article :

|                                                                                                                                             | OUI                      | NON                      | ?                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Les objectifs de l'étude sont clairement définis                                                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Méthodologie                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les modalités de constitution de la cohorte sont précisées</li> </ul>                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les patients de la cohorte ont été identifiés au même stade de la maladie</li> </ul>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les critères d'inclusion et d'exclusion sont spécifiés et adéquats</li> </ul>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les biais possibles sont exposés et les méthodes pour les prendre en compte sont décrites</li> </ul> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Le suivi est complet et correctement réalisé</li> </ul>                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les critères de jugement sont pertinents, fiables et tous utilisés</li> </ul>                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Les résultats                                                                                                                            |                          |                          |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>L'interprétation de ces critères est objective</li> </ul>                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les résultats sont ajustés pour les autres facteurs pronostiques</li> </ul>                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Commentaires :

## **ANNEXE III**

### Liste des abréviations

AG : âge gestationnel  
AQS : Air Quality System  
BIP : Diamètre bipariétal  
CHHS : Central Hillsborough Federal Healthy Start  
DEC : Department of Environment and Conservation  
EPA : Environmental Protection Agency  
EPF : estimation de poids fœtal  
FSD : Statistically Fused Air and Deposition Surfaces  
ICAPPO : International Collaboration on Air Pollution and Pregnancy Outcomes  
IF : impact factor  
IMC : indice de masse corporelle  
LF : longueur fémorale  
LUR : Land Use Regression (modèle permettant de visualiser la distribution géographique et les concentrations effectives des polluants de l'air)  
MATES : Multiple Air Toxics Exposure Study  
MDEQ : Michigan Department of Environmental Quality  
MRWA : Main Roads Western Australia  
NJDEP : New Jersey Department of Environmental  
NP : niveau de preuve  
OR : Odd Ratio  
PA : périmètre abdominal  
PAAQS : Protection Agency Air Quality System  
PAG : petit pour l'âge gestationnel  
PAD : pression artérielle diastolique  
PAS : pression artérielle systolique  
PC : périmètre crânien  
PN : poids de naissance  
PPN : petit poids de naissance  
PR : Prevalence ratio  
RCIU : retard de croissance intra utérin  
SCAQMD : South Coast Air Quality Management District  
SPSEA : Sao Paulo State Environmental Agency  
T1/T2/T3 : premier, deuxième et troisième trimestre de grossesse  
TA : tension artérielle  
TAGDT : Tele Atlas Geographic Data Technology.  
TPPN : Très Petit Poids de Naissance

## ANNEXE IV

Tableau de synthèse des 32 articles soumis à la lecture critique

| Références de publication                                                                                                      | Objectif(s) de l'étude                                                                                                                   | Type d'étude et méthodologie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Population étudiée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Principaux résultats                                                                                                                                                                                                            | Limites et biais                                                                                                                                                                                                                                                       | Conclusion                                                                                                                                          | Niveau de preuve Impact factor (2015) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <p><b>1</b></p> <p><b>Chang et al.</b></p> <p><b>2011</b></p> <p><b>American Journal of Epidemiology</b></p> <p><b>USA</b></p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale aux PM2,5 dans l'air ambiant et le risque de prématurité, en Caroline du Nord.</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Estimation de l'exposition par 2 méthodes :</p> <p>1/ A partir des stations AQS de l'EPA, pour les femmes qui vivent à moins de 12km.</p> <p>2/ A partir de prédictions statistiques de la base FSD de l'EPA</p> <p>Covariables : age maternel, niveau d'éducation, ethnies, tabac, statut marital, parité, sexe du NN, saison et année au moment de la conception.</p> | <p>Toutes les naissances vivantes en Caroline du Nord entre 2001 et 2005</p> <p><u>Critères de non inclusion</u> :</p> <p>AG &lt; 27 SA</p> <p>AG &gt; 42 SA</p> <p>PN &lt; 400g</p> <p>Anomalies congénitales</p> <p>Age maternel &lt;15 ans ou &gt;44 ans</p> <p>Pour la 1<sup>ère</sup> méthode : n=161 078 naissances</p> <p>Pour la 2<sup>ème</sup> méthode : n=453 562 naissances</p> | <p>Pas d'association significative retrouvée quelque soit la méthode de mesure de l'exposition</p> <p>1<sup>ère</sup> méthode : OR= 1,068 (IC 95% : 0,5-13,6)</p> <p>2<sup>ème</sup> méthode : OR= 1,041 (IC 95% : 0,9-7,3)</p> | <p>Non prise en compte de l'hétérogénéité de la répartition des PM2,5 autour de la station</p> <p>Non prise en compte des déplacements, voyages, activité professionnelle, activité sportive des femmes enceintes.</p> <p>→erreurs de l'estimation de l'exposition</p> | <p>Nécessité d'une mesure de l'exposition plus fine pour toutes les femmes enceintes et prenant en compte les déplacements et habitudes de vie.</p> | <p>NP = 3</p> <p>IF = 5,036</p>       |

|                                                                                                |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2</p> <p>Wilhelm et al.</p> <p>2012</p> <p>Environmental Health Perspectives</p> <p>USA</p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale à des hauts niveaux de polluants liés au trafic routier et le risque de PPN à terme à Los Angeles (Californie)</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition à partir de :</p> <p>1/ stations nationales pour les principaux polluants</p> <p>2/ prédictions pour le NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>,</p> <p>3/ stations SCAQMD (étude MATES III)</p> <p>Covariables : Age maternel, ethnie, niveau d'éducation, parité, AG, sexe du NN, soins prénataux, couverture sociale, lieux de naissance de la mère, statut socio-économique</p> | <p>Toutes les naissances uniques survenues entre le 1<sup>er</sup> juin 2004 et le 30 mars 2006 à Los Angeles</p> <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <p>Anomalies congénitales</p> <p>AG inconnu</p> <p>AG&lt;140 jours</p> <p>AG&gt;320 jours</p> <p>PN&lt;500g</p> <p>PN&gt;5000g</p> <p>→n= 241 415 naissances</p> | <p>Association significative retrouvée entre les PPN et :</p> <p>-l'exposition au NO : OR=1,08 (IC 95% 1,02-1,13)</p> <p>-l'exposition au NO<sub>x</sub> : OR=1,07 (IC 95% 1,01-1,13)</p> <p>Pas d'association significative retrouvée pour les PM<sub>2,5</sub> (issus des moteurs diesels et essences) et les PM<sub>10</sub>.</p> | <p>Courte durée de l'étude ne permettant pas de définir une fenêtre de plus grande vulnérabilité pendant la grossesse.</p> <p>Pas de mesure de l'exposition au CO par les stations de l'étude MATES III</p> <p>Mesure de l'exposition à partir de l'adresse sur le certificat de naissance (non prise en compte des déménagements pendant la grossesse)</p> <p>Exposition au tabagisme actif ou passif non renseigné</p> | <p>Association significative entre certains polluants liés au trafic et le risque de petit PN.</p> <p>NP = 3</p> <p>IF = 8,44</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                  |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p><b>3</b></p> <p><b>Van den Hooven et al.</b></p> <p><b>2012</b></p> <p><b>Environmental Health Perspectives</b></p> <p><b>Pays-Bas</b></p> | <p>Evaluer les effets de l'exposition maternelle à des polluants de l'air (PM10 et NO2) sur la croissance fœtale et la grossesse</p> | <p>Etude de cohorte prospective</p> <p>Estimation de l'exposition aux PM10 et au NO2 à partir de l'adresse maternelle, des mesures des stations fixes et des moyennes nationales de concentrations annuelles.</p> <p>Mesures échographiques :<br/> -T1 : LCC (DDR connue, cycle régulier)<br/> -T2-T3 : PC, LF, PA, EPF</p> <p>Covariables :<br/> Age maternel, niveau d'études, parité, prise d'acide folique, ethnie, tabagisme, alcool, facteurs anthropométriques maternels et paternels, exposition aux nuisances sonores</p> | <p>Toutes les femmes enceintes ayant consentis à l'étude, au Pays bas, entre 2001 et 2005</p> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <p>-Exposition aux polluants non mesurable<br/> -Adresse incomplète ou déménagement durant l'étude<br/> -Grossesse gémellaire<br/> -Avortement<br/> -MIU</p> <p>→n=7772 grossesses</p> | <p>Association significative entre réduction du PC (T3) et :</p> <p>- exposition au PM 10 (OR=-0.18mm, IC 95%: -0.24, -0.12 mm)<br/> - exposition au NO2:OR= -0.12 mm, (IC95% : -0.17, -0.06 mm</p> <p>Association significative entre réduction du PN et :</p> <p>- exposition au PM10 : OR=-3.6g (IC95%: -6.7, -0.4 g)<br/> - exposition au NO2 : OR=-3.4 g, (IC95%:-6.2, -0.6g)</p> <p>Association entre prématurité et exposition au PM10: OR=1,40, (IC95% : 1,03-1,89)</p> | <p>Mesure de l'exposition à partir de l'adresse maternelle sans prendre en compte les déplacements, activités professionnels et sportives.</p> <p>Cohorte de petite taille</p> | <p>Association probable entre l'exposition maternelle au PM10 et NO2 et la réduction du PN, et entre l'exposition au PM10 et la prématurité.</p> | <p>NP = 2</p> <p>IF = 8,44</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|

|   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |                                                                                 |                         |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 4 | Evaluer l'association entre la prématurité et le risque de PPN et l'exposition maternelle au PM2,5 dans l'air ambiant dans le Massachussetts | Etude de cohorte rétrospective<br><br>Mesure de l'exposition au PM2,5 pour chaque grossesse à partir d'une méthode de prédiction quotidienne avec une large résolution spatiale (10x10km)<br><br>Modèle linéaire et logistique ajusté aux covariables : sexe du NN, age maternel, ethnie, revenu moyen, niveau d'éducation de la mère, soins prénataux, AG, tabagisme, proximité d'espaces verts, densité moyenne de trafic routier, état de santé maternel. | Toutes les naissances vivantes uniques dans le Massachussetts entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2000 et le 31 décembre 2008<br><br>→n=634 244 | Association significative entre l'exposition au PM2,5 et :<br>- la réduction du PN : OR=-13,8g (IC95% : -21,1, -6,05)<br><br>- le risque de prématurité : OR=1,06 (IC95% : 1,01-1,13) | Résolution spatiale de 10x10km : ne permet pas une estimation fine de l'exposition<br><br>Non prise en compte de l'exposition au PM2,5 à l'intérieur des foyers. | Association entre l'exposition au PM2,5 et la prématurité et la réduction du PN | NP = 3<br><br>IF = 3,45 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

|                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                            |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p><b>5</b></p> <p><b>Stieb et al.</b></p> <p><b>2012</b></p> <p><b>Environmental Research</b></p> | <p>Evaluer les effets de l'exposition des femmes enceintes aux polluants de l'air sur la prématurité et le PN.</p> | <p>Revue systématique de la littérature et méta-analyse</p> <p>Bases de données : EMBASE, MEDLINE, Scopus, Current Contents, Global Health, Cochrane, TOXLINE et the Canadian Research Index</p> <p>-Sélection et analyse des articles par 2 personnes différentes et indépendantes.</p> | <p><u>Critères d'inclusion</u> :</p> <p>-Exposition ni accidentelle, ni professionnelle aux: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>.</p> <p>-Naissances vivantes humaines</p> <p>-AG&gt;20SA</p> <p>-Estimation du risque de prématurité, PPN, PAG, RCIU</p> <p>-Article en anglais, paru entre le 1<sup>er</sup> janvier 1980 et le 1<sup>er</sup> janvier 2011</p> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <p>-Séries chronologiques</p> <p>-Etude de cas</p> <p>-Série de cas</p> <p>-Abstract seul disponible</p> <p>→62 articles</p> | <p>55 études de cohorte, 5 études cas témoins et 2 études écologiques</p> <p><u>Populations étudiées</u> : de 153 à 3303834 naissances, dans 39 pays différents, de 1990 à 2000</p> <p><u>Résultats</u> : Association entre 4 polluants (CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et NO<sub>2</sub>) et :</p> <p>- la diminution du PN : -10 à -30g</p> <p>- le risque de PPN : OR entre 1.05 et 1.10</p> <p>- le risque de prématurité : OR de 1.04 à 1.06</p> <p>Résultats non constants pour O<sub>3</sub> et SO<sub>2</sub></p> | <p>Biais de publication (moins d'études publiés sur certains polluants)</p> <p>Haut degré d'hétérogénéité dans les études (périodes d'exposition)</p> <p>Mesure de l'exposition très variables selon les pays ou on lie les études (station de mesures, techniques, seuils)</p> | <p>Malgré l'hétérogénéité des études, de nombreuses preuves pour démontrer les effets néfastes de l'exposition au CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM sur l'issue de la grossesse.</p> | <p>NP = 2</p> <p>IF = 3,088</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                            |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p>6</p> <p>Faiz et al.</p> <p>2012</p> <p>American Journal of Epidemiology</p> <p>USA</p> | <p>Evaluer l'association entre le risque de naissance d'un enfant mort-né et l'exposition prénatal à des polluants de l'air (PM2.5, SO2, NO2, CO).</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition par les stations du NJDEP.</p> <p>Ajustement aux covariables : age maternel, ethnie, niveau d'éducation, soins prénataux, tabagisme, mois et année de la conception, température extérieure moyenne, statut socio économique, complications pendant la grossesse (HTA, PE, E, DG, DID, décollement placentaire)</p> | <p>Toutes les naissances vivantes ou mortes dans le New Jersey entre 1998 et 2004.</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Naissances uniques</li> <li>-AG&gt;20SA</li> <li>-AG&lt;42SA</li> <li>-PN&gt;500g</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Adresses maternelles à plus de 10km d'une station du NJDEP.</li> </ul> <p>→n=343,077 naissances (dont 1,446 mort-nés)</p> | <p>Association significative entre le risque de naissance d'un NN mort-né et :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-l'exposition au NO2 au T1 (OR=1,16 ; IC95% 1,03-1,31)</li> <li>-l'exposition au SO2 au T1 (OR=1,13 ; IC95% 1,01-1,28) et au T3 (OR=1,26 ; IC95% 1,03-1,37)</li> <li>-l'exposition au CO au T2 (OR=1,14 ; IC95% 1,01-1,28) et T3 (OR=1,14 ; IC95% 1,06-1,24)</li> </ul> <p>Pas d'association significative pour le PM2.5</p> | <p>Mesure de l'exposition à partir de l'adresse maternelle au moment de la naissance sans prendre en compte les déménagements.</p> | <p>Association significative entre l'exposition prénatale aux polluants (NO2, SO2, CO) et le risque de naissance d'un mort-né.</p> | <p>NP = 3</p> <p>IF = 5,036</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                                 |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                 |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p>7</p> <p>Jedrychowski et al.</p> <p>2012</p> <p>Cardiovascular toxicology</p> <p>Pologne</p> | <p>Analyser les effets de l'exposition de la femme enceinte aux PM2.5 sur sa TA.</p> | <p>Etude de cohorte prospective</p> <p>Mesure de l'exposition au PM2.5 à partir de moniteur individuel pour chaque femme pendant le T2.</p> <p>Mesure des TA standardisée durant le T3.</p> <p>Ajustement aux covariables : age maternel, parité, niveau d'éducation, prise de poids pendant la grossesse, IMC avant la grossesse, tabagisme (actif ou passif), plombémie maternelle.</p> | <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Femmes enceintes agés de 18 à 35 ans</li> <li>-Grossesse simples</li> <li>-Résident à Krakow (Pologne) depuis au moins 1 an avant la grossesse</li> </ul> <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tabagisme</li> <li>-Consommation de drogues</li> <li>-Séropositivité VIH</li> <li>-HTA chronique</li> <li>-Diabète</li> <li>-Obésité</li> </ul> <p>→ n=431 femmes enceintes</p> | <p>Association significative entre exposition aux PM2.5 et augmentation de la PAS : OR= 6,1 mm Hg (IC95% 0,6-11,6)</p> <p>Association plus forte pour les femmes ayant une prise de poids excessive durant la grossesse (&gt;18kg), OR = 5,5 mm Hg</p> <p>Pas d'association significative pour la PAD</p> | <p>Taille réduite de l'échantillon</p> <p>Echantillon non représentatif de la population de Krakow du fait des critères d'inclusion et de non inclusion.</p> <p>TA mesurée par des médecins différents, de la clinique .</p> | <p>Dans cette cohorte, association significative entre exposition au PM2,5 et augmentation de la PAS chez la femme enceinte</p> | <p>NP = 2</p> <p>IF = 2,063</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|           |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                    |                      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 8         | Evaluer l'association entre les polluants présents dans l'air ambiant (SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> ) et le risque de PAG et de prématurité. | Etude de cohorte rétrospective                                                                                                                                                   | Toutes les naissances vivantes de mères vivant à Détroit (Michigan) au moment de la naissance entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1990 et le 31 décembre 2001                                                     | Association significative entre risque de PAG et :<br>-niveau de CO>0,75ppm : OR=1,14 (IC95% 1,02-1,27)<br>-niveau de NO <sub>2</sub> >6,8ppb : OR=1,11 (IC95% 1,03-1,21)<br>-niveau de PM <sub>10</sub> >35µg/m <sup>3</sup> OR=1,22 (IC95% 1,03-1,46)<br>-O <sub>3</sub> : OR=1,11 (IC95% 1,02-1,20)<br><br>Association significative entre prématurité et :<br>-SO <sub>2</sub> : OR=1,07 (IC95% 1,01-1,14)<br>-niveau de O <sub>3</sub> >92ppb : OR=1,08 (IC95% 1,02-1,14) | Mesure de l'exposition à partir des codes postaux (adresses exactes non disponibles)<br><br>Niveau de pollution plutôt bas à Détroit plutôt bas (donc plus de risque d'erreur de mesure de l'exposition)<br><br>Certaines covariables non renseignés : consommation d'alcool, exposition à la pollution intérieure, exposition professionnelle. | Effets probables de CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> et PM <sub>10</sub> sur le risque de PAG<br><br>Effets probables de SO <sub>2</sub> et O <sub>3</sub> sur la prématurité. | NP = 3<br>IF = 5,929 |
| Le et al. |                                                                                                                                                                                           | Mesure de l'exposition au SO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> à partir de 3 stations fixes analysés par le MDEQ selon la méthode de l'EPA. | Ajustement aux covariables : âge maternel, niveau d'éducation, lieu de résidence, tendance de l'exposition à long terme, ethnie, tabagisme, soins prénataux, saison au moment de la naissance, sexe du NN, AG, | Critère d'inclusion :<br>-adresse maternelle à moins de 4km d'une station de mesure de la qualité de l'air<br>-PN>750g<br>-PN<4000g<br>-AG>22SA<br>-AG<42SA<br>-âge maternel entre 16 et 45 ans<br><br>→n=164 905 naissances                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                    |                      |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                                                                                |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p><b>9</b></p> <p><b>Iñiguez et al.</b></p> <p><b>2012</b></p> <p><b>Occupational and Environmental Medicine</b></p> <p><b>Espagne</b></p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale au NO2 et les biométries fœtales et néonatales dans une cohorte espagnole.</p> | <p>Etude de cohorte prospective multicentrique</p> <p>Mesure de l'exposition au NO2 à partir de l'adresse maternelle et d'un modèle de LUR.</p> <p>Mesures échographiques des biométries fœtales à 12, 20 et 32 SA : BIP, PA, LF, EPF.</p> <p>Mesures néonatales : poids, taille, PC</p> <p>Ajustement aux covariables : sexe, AG, caractéristiques maternelles (prise de poids durant la grossesse, classe sociale, tabagisme actif ou passif, consommation d'alcool et de caféine, alimentation équilibrée ou non.</p> | <p>Cohorte de femmes enceintes résidents à Valencia, recrutées entre novembre 2003 et Juin 2005</p> <p>Critère d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Age&gt;16 ans</li> <li>-Grossesses simples et spontanées</li> <li>-Pas de problème de communication</li> <li>-Au moins 2 échographies valides</li> <li>-Naissances vivantes</li> </ul> <p>→n=785 grossesses</p> | <p>Association significative entre NO2 et réduction des biométries :</p> <p><u>A 20 SA :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-LF : OR=-8% (IC95% -13.1% -2.7%)</li> <li>-BIP : OR=-7.1 % (IC95% -12.6% -1.4%)</li> </ul> <p><u>A 32 SA :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-BIP : OR=-9.1% (IC95% -14.2% -3.7%)</li> <li>-PA : OR=-8,3% (IC95% -13.8% -2.6%)</li> <li>-EPF : OR=-9.2 % (IC95% -14,6 % -3.6%)</li> </ul> <p><u>A la naissance :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-PC : OR=-6,2% (IC95% -11,7% -0,7%)</li> <li>-taille : OR=-6,2% (IC95% -11,8% -0,5%)</li> </ul> | <p>Mesure de l'exposition à partir de l'adresse maternelle sans prendre en compte les mobilités (travail, sorties, sport)</p> | <p>Impact du NO2 (polluant lié au trafic routier) sur la croissance fœtale</p> <p>Fenêtre d'exposition critique avant 20SA</p> | <p>NP = 2</p> <p>IF = 3,745</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                                     |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p>10</p> <p>Pereira et al.</p> <p>2012</p> <p>Occupational and Environmental Medicine</p> <p>Australie</p> | <p>Evaluer l'association entre la croissance foetale et l'exposition maternelle à des marqueurs spécifiques de la pollution liée au trafic routier.</p> <p><u>Sous objectif :</u><br/>Rechercher si cette association est plus forte dans les populations vulnérables.</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition à partir des stations du DEC et de la classification des routes du MRWA</p> <p>Ajustement aux covariables : diabète pré-existant, DG, statut autochtone, anomalies congénitales, statut marital, MAP, infection urinaire, RPM, PE, PMA, métrorragie au 3<sup>ème</sup> trimestre, tabagisme actif, température ambiante.</p> | <p>Toutes les naissances de mères résidant dans la région de Perth (Australie) entre le 1<sup>er</sup> janvier 2000 et le 31 décembre 2006.</p> <p><u>Sous groupes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Femmes restant majoritairement dans leur maison</li> <li>-Femmes qui ne déménagent pas pendant la grossesse.</li> <li>-Femmes avec des pathologies respiratoires ou circulatoires</li> <li>-Statut socio économique bas / moyen / haut</li> <li>-Accouchement avant 37 SA</li> <li>-Accouchement après 37SA</li> </ul> <p>→n=23 452 naissances</p> | <p>Association significative entre exposition à la pollution liée au trafic et RCIU :</p> <p>OR= 1.31 (IC 95% 1.07-1.60)</p> <p>Association plus forte pour les femmes passant la majeure partie de leur temps à la maison :</p> <p>OR=2.00 (IC 95% 1.22-3.27)</p> <p>Association significative entre exposition à la pollution liée au trafic et PAG chez les femmes qui n'ont pas déménagé durant la grossesse :</p> <p>OR=1.35 (IC 95% 1.08-1.69)</p> | <p>Estimation de l'exposition pour la période entre 2000 et 2006 à partir des mesures faites en 2010</p> | <p>Association démontrée entre pollution liée au trafic et RCIU.</p> <p>Plus d'études nécessaires pour les PAG.</p> | <p>NP = 3</p> <p>IF = 3,745</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <p><b>11</b></p> <p><b>Salihi et al.</b></p> <p><b>2012</b></p> <p><b>Maternal and Child Health Journal</b></p> <p><b>USA</b></p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale aux PM2.5 et aux PM10 et la morbidité fœtale et néonatale</p> <p>Sous-objectif : Evaluer l'impact d'un programme national de promotion de la santé (CHHS) sur cette association.</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition à partir des codes postaux maternels et des données des stations de l'EPA entre 2000 et 2007</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, niveau d'éducation, ethnie, tabagisme, parité, statut marital, pathologies (anémie, diabète préexistant, DG, HTAC, HTAG, PE, éclampsie, néphropathies, décollement placentaire, placenta praevia) soins prénataux, sexe du NN, année de naissance.</p> | <p>Toutes les naissances vivantes en Floride entre 2000 et 2007</p> <p>→ n=12 356 naissances</p> | <p>Association significative entre exposition aux PM2.5 et PM10 et:</p> <p>-PPN: OR=1,24 (IC95% 1,07-1,43)</p> <p>-TPPN: OR=1,58 (IC95% 1,09-2,29)</p> <p>-prématurité : OR=1,18 (IC95% 1,03-1,34)</p> <p>Association plus forte chez les NN issus d'ethnies afro-américaines.</p> <p>Association moins forte chez les NN dont les mères ont bénéficiées du programme national de promotion de la santé.</p> | <p>Classification de l'exposition à partir d'estimation et des mesures des stations et non pas par des dosages biologiques et individuels.</p> <p>Non prise en compte de facteurs : proximité d'axes routiers, exposition professionnelle, temps passé au sein de la résidence, déménagement s en cours de grossesse.</p> | <p>Association entre exposition aux particules fines et grossesses et morbidité fœtale et néonatale. Association plus prononcée chez les NN d'origines afro-américaines ;</p> <p>Surtout, un programme de promotion en santé publique permet de réduire cette morbidité.</p> | <p>NP = 3</p> <p>IF = 1.917</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

|                                                                                               |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                               |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p>12</p> <p>Ebisu et al.</p> <p>2012</p> <p>Environmental Health Perspectives</p> <p>USA</p> | <p>Etudier l'impact de l'exposition des femmes enceintes aux PM2.5, PM10 et polluants gazeux sur le PN</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition aux PM2.5, PM10, CO, NO2, O3, SO2 pour chaque trimestre</p> <p>Ajustement aux covariables : ethnies, statut marital, tabagisme, consommation d'alcool, niveau d'éducation, âge maternel, sexe du NN, AG, parité, suivi prénatal, voie d'accouchement, saison et année de naissance, température moyenne par trimestre.</p> | <p>Toutes les naissances entre le 1<sup>er</sup> janvier 2000 et le 31 décembre 2007 dans le Nord-Est et la Côte-Est des états unis</p> <p>Critère de non inclusion :<br/>-adresse inconnue<br/>-naissances multiples<br/>-AG&gt;44SA<br/>-AG&lt;37SA<br/>-PN&lt;1000g<br/>-PN&gt;5500g<br/>-lieu de naissance et adresse durant la grossesse différente<br/>-terme incertain<br/>-mesure de l'exposition impossible (pas de stations proche)</p> <p>→n= 1 207 800 naissances</p> | <p>Association significative entre augmentation du risque de PPN et certains composants des PM2.5 :<br/>-aluminium : 4.9% (IC 95% 3.4-6.5%)<br/>-carbone élémentaire : 4.7% (IC95% 3.2-6.2%),<br/>-nickel : 5.7% (2.7-8.8%),<br/>-titane : 5.0% (3.1-7.0%)</p> <p>Effets plus prononcés pour le nickel et le carbone élémentaire chez les NN afro-américains, et pour les NN de sexe masculin.</p> <p>Pas d'association significative pour les autres polluants.</p> | <p>Résultats dépendent de la fiabilité des données issues des certificats de naissances notamment pour le tabagisme, la consommation d'alcool et le suivi prénatal</p> <p>Estimation de l'exposition sur l'adresse au moment de la naissance (sans prendre en compte les déménagements)</p> <p>Exclusion de nombreuses naissances du fait de l'absence de stations de mesure assez proche.</p> | <p>Association entre certains composants des PM2.5 et le risque de PPN même en dessous des seuils tolérés</p> | <p>NP = 3</p> <p>IF = 8,44</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|

|                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                             |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p><b>13</b></p> <p><b>Dadvand et al.</b></p> <p><b>2013</b></p> <p><b>Environmental Health Perspectives</b></p> | <p>Quantifier l'association entre l'exposition maternelle aux PM2.5 et PM10 de l'air et le PN.</p> <p>Sous objectif : Explorer l'influence des caractéristiques régionales et de l'hétérogénéité des méthodes de mesure de l'exposition entre les centres, sur cette association</p> | <p>Meta-analyse Utilisation d'un protocole d'analyse commun dans 14 centres de 9 pays différents.</p> <p>Ajustement soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-au statut socio économique</li> <li>-au statut socio économique et d'autres covariables (âge maternel, ethnie, tabagisme, parité, sexe du NN)</li> <li>-aucun ajustement</li> </ul> | <p>14 centres ICAPPO : 6 en Amérique du Nord, 5 en Europe, 1 en Amérique du Sud, 1 en Asie, 1 en Australie.</p> <p>Population totale : environ 3 000 000 naissances, entre 1990 et 2000.</p> | <p>Meta analyse (après ajustement au statut socio économique seul) :</p> <p>Association significative entre PPN et :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-PM10 : OR = 1,03 (IC95% 1.01-1.05)</li> <li>-PM2.5 : OR = 1.10 (IC95% 1.03-1.18)</li> </ul> <p>Association significative entre PN et PM10 : OR= - 8.9g (IC95% -13.2, -4.6 g).</p> <p>Meta-régression : Associations plus fortes dans les centres où les taux de PM2.5 et les ratio PM2.5/PM10 sont plus élevés</p> | <p>Résultats de la méta analyse après ajustement au statut socio économique seulement (sans les autres covariables tels que le tabagisme)</p> <p>Données non renseignés dans le protocole ICAPPO et pouvant biaiser l'estimation de l'exposition professionnelle, temps passé à l'intérieur de la résidence,</p> | <p>Association entre exposition maternelle aux PM2.5 et PM10 et PPN et réduction du PN.</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 8,44</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

|                                                                                             |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                 |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>14</p> <p>Lee et al.</p> <p>2013</p> <p>Maternal and Child Health Journal</p> <p>USA</p> | <p>Etudier l'impact de l'exposition aux polluants de l'air au 1<sup>er</sup> trimestre de la grossesse, sur le risque de survenue d'HTA, de PE, de PAG et de prématurité</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition au PM2.5, PM10 et O3 durant le premier trimestre à partir de la méthode d'interpolation spatio-temporelle Kriging.</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, ethnie, parité, tabagisme, saison au moment de la naissance, année au moment de la conception, niveau d'éducation maternel, statut marital, couverture sociale, voie d'accouchement</p> | <p>Toutes les naissances vivantes a l'hôpital Magee-Women a Pittspurgh entre 1997 et 2002</p> <p>Critères d'exclusion :<br/>         -HTA chronique<br/>         -diabète préexistant<br/>         -AG&lt;15SA<br/>         -AG&gt;45SA<br/>         -adresse maternelle en dehors du comté Allegheny</p> <p>→n=34 705 naissances</p> | <p>Association significative entre prématurité et :<br/>         -PM2.5 : OR= 1.10 (IC95% 1.01–1.20)<br/>         -O3 : OR= 1.23 (IC95 1.01-1.50)</p> <p>Pas d'association significative entre PM2.5, PM10, O3 et HTA, PE ou PAG.</p> | <p>Etude de l'impact des autres polluants (CO, NO2, SO2) non possible</p> <p>Estimation de l'exposition sur l'adresse au moment de la naissance (sans prendre en compte les déménagements, déplacements et activité professionnelle durant la grossesse)</p> <p>Pas de données sur l'exposition aux polluants à l'intérieur des foyers.</p> | <p>Association entre PM2.5 et O3 et prématurité</p> <p>D'autres études nécessaires pour étudier l'impact de la pollution sur l'HTA et la PE</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF=1,917</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

|                                                                                                                             |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                 |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p><b>15</b></p> <p><b>Romao et al.</b></p> <p><b>2013</b></p> <p><b>Cadernos de Saude Publica</b></p> <p><b>Brésil</b></p> | <p>Analyser l'association entre l'exposition aux PM10 et les PPN, a Santo André (Brésil) .</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Mesure de l'exposition aux PM10 à partir des stations de la SPSEA</p> <p>Ajustement aux covariables :<br/>année de naissance, sexe du NN, PN, statut marital, niveau d'éducation, age maternel, type de grossesse (simple ou multiple), voie d'accouchement, suivi prénatal.</p> | <p>Toutes les naissances vivantes a Santo André entre 2000 et 2006</p> <p>Critères d'exclusion :<br/>-AG&lt;37SA<br/>-PN non renseigné</p> <p>→n= 57 392 naissances</p> | <p>Association significative et dose-dépendante entre exposition au PM10 et PPN: augmentation du risque de 26% (OR= 1.26 IC95% 1.14-1.40) si taux &gt;37,5 µg/m3 par rapport à un taux entre 0 et 36,82 µg/m3</p> | <p>Mesure de l'exposition basé sur des stations peu nombreuses et ne prenant pas en compte les déplacements et activités à distance du domicile</p> <p>Données non renseignées : tabagisme actif ou passif, habitudes alimentaires, poids maternel initial, exposition professionnelle, pathologies maternelles</p> | <p>Association entre PM10 et PPN avec effet dose-dépendant.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 0.920</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                                                 |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p><b>16</b></p> <p><b>Pedersen et al.</b></p> <p><b>2013</b></p> <p><b>The Lancet Respiratory Medicine</b></p> | <p>Etudier les effets de l'exposition maternelle à des bas niveaux de pollution atmosphérique sur le PN.</p> | <p>Etude de cohorte prospective multicentrique</p> <p>Mesure standardisée de l'exposition au PM2.5, au PM10, NO2, NOx.</p> <p>Ajustement aux covariables : age maternel, parité, taille et poids maternel initial, niveau d'éducation, tabagisme, saison au moment de la conception, sexe du NN, AG</p> | <p>14 cohortes dans 12 pays européens. Naissances vivantes uniques entre le 11 février 1994 et le 2 juin 2011.</p> <p>Critère de non inclusion : Information sur le PN, l'AG, le sexe non disponible.</p> <p>→n=74 178</p> | <p>Association significative entre PPN et :<br/>-augmentation de 5 µg/m3 du taux de PM2.5 : OR=1,18 (IC95% 1,06-1,33)</p> <p>-augmentation de la densité du trafic routier de 5000 véhicules par jour : OR=1,06 (IC95% 1,01-1,11)</p> <p>Association significative entre réduction du taux de PM2.5 de 10µg/m3 et réduction du risque de PPN : OR=1,22 (IC95% 1,08-1,33)</p> | <p>Mesure des concentrations des polluants de 2008 à 2011 (étude de 1994 à 2011), donc période 1994-2008 basée sur des estimations</p> <p>Exposition à distance du domicile non mesurable (absence de données sur les déplacements, activités professionnelles)</p> | <p>Association entre des taux de PM2.5 en dessous des seuils européens actuels (25 µg/m3) et RCIU.</p> <p>Une partie importante des RCIU pourrait être évitée en réduisant la pollution atmosphérique</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 15,328</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|

|                                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p><b>17</b></p> <p><b>Hyder et al.</b></p> <p><b>2014</b></p> <p><b>Epidemiology</b></p> <p><b>USA</b></p> | <p>Etudier les effets de l'exposition prénatale aux PM2.5 sur le risque de prématurité, de PPN et de PAG</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Estimation de l'exposition au PM2,5 à partir de 3 méthodes :</p> <p>1/stations fixes de l'EPA</p> <p>2/ et 3/ prédictions basées sur des données satellites</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, statut marital, niveau d'éducation, ethnie, suivi prénatal, tabagisme actif, voie d'accouchement, parité, saison au moment de la conception, FDR médicaux, MAP, FDR de prématurité ou de PAG, sexe du NN, AG.</p> | <p>Naissances vivantes uniques au Connecticut et dans le Massachussett (Etats-Unis) entre 2000 et 2006</p> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <p>-adresse maternelle non renseignée</p> <p>-PN&lt;1000g</p> <p>-PN&gt;5500g</p> <p>-AG&lt;20SA</p> <p>-AG&gt;46SA</p> <p>→n= 834 332</p> | <p>1<sup>ère</sup> méthode : Association entre PM2.5 et PAG : OR= 1,03 (IC95% 1,01-1,04)</p> <p>2<sup>ème</sup> méthode : Association entre PM2.5 et PAG : OR=1,06 (IC95% 1,03-1,10)</p> <p>3<sup>ème</sup> méthode : Association entre PM2.5 et : -PPN : OR= 1,08 (IC95% 1,01-1,16) -PAG : OR= 1,08 (IC95% 1,04-1,11)</p> | <p>Données sur le tabagisme, la consommation d'alcool, le suivi prénatal et les FDR médicaux maternels</p> <p>issues des certificats d'accouchements (moins fiable que les données issus de questionnaires)</p> <p>Exclusion des mères vivant à plus de 50km d'une station.</p> <p>Mesure de l'exposition individuelle et identification des sources de pollutions non réalisables par les stations fixes et satellites.</p> | <p>Association démontrée par 3 méthodes entre les PM2.5 et le risque de PAG.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 6,075</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                           |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                                    |                    |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 18                                                        | 1/ Evaluer les effets du travail de la femme enceinte en tant que vendeuse dans la rue, sur la croissance fœtale et la prématurité. | Etude de cohorte prospective                                                                                                                                                                                                                                | 386 femmes enceintes inscrites dans la maternité de Korle Bu Teaching Hospital, au Ghana, en 2010. Parmi elles 105 travaillent en tant que vendeuses de rue et 281 travaillent à l'intérieur. | Association significative entre le travail dans les commerces de rues et la réduction du PN (OR= -177g; IC95%: -324, -31)                                             | Pas de données sur le tabagisme passif                                                                                 | Association entre le travail extérieur au Ghana et la réduction du poids de naissance et le risque de PPN.                         | NP= 2<br>IF= 3,980 |
| Amegah et al.                                             | 2/Rechercher si l'exposition aux polluants liés au trafic routier est responsable de ces effets                                     | Estimation de l'exposition en fonction du lieu de travail (extérieur ou intérieur), de la densité de trafic et de la durée passée sur leur lieu de travail (nombres d'heures par jour, nombres de jours par semaine, et jusqu'à quel terme de la grossesse) | Ajustement aux covariables : âge maternel, classe sociale, niveau d'études, statut marital, parité, sexe du NN, pollution intérieure (combustible cuisine, brûlage déchets)                   | Exclusion :<br>-femmes au foyer (non exposées au stress du travail)<br>-coiffeuses (exposées à des produits chimiques ayant des effets néfastes prouvés sur le fœtus) | Association significative entre forte densité de trafic routier et travail extérieur et PPN: OR=1.84 (IC95% 1.05-3.24) | Pas de données sur l'exposition aux polluants issus des industries, et des sites de gestion des déchets                            |                    |
| 2013                                                      |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       | Pas d'association significative entre le travail en commerce de rues et le risque de prématurité                       | Estimation du niveau d'exposition à partir de l'interrogatoire de la patiente sur l'activité professionnelle (biais d'information) |                    |
| International Journal of Hygiene and Environmental Health |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                        | Estimation de l'AG à partir de la DDR                                                                                              |                    |
| Ghana                                                     |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                                    |                    |

|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p><b>19</b></p> <p><b>Schembari et al.</b></p> <p><b>2014</b></p> <p><b>Environmental Health Perspectives</b></p> <p><b>Espagne</b></p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale aux polluants de l'air liés au trafic routier et le risque de malformations congénitales (MC), à Barcelone (Espagne)</p> | <p>Etude cas témoins</p> <p>Estimation de l'exposition aux polluants (PM2,5, PM10, NOx, NO2, PMcoarse) à partir de l'application du modèle LUR de la cohorte ESCAPE pour les périodes critiques de chaque grossesse (3<sup>ème</sup> à 8<sup>ème</sup> semaine de grossesse)</p> <p>Ajustement aux covariables : année de la naissance ou de l'IMG, saison au moment de la conception, âge maternel, niveau socio-économique, tabagisme.</p> | <p>Parmi les naissances à Barcelone entre 1994 et 2006 :</p> <p>Cas : 2247 NN nés après 20 SG, vivants ou morts, porteur d'une MC non chromosomique, ou IMG après DPN de MC</p> <p>Témoins : 2991 NN vivants et indemnes de MC</p> <p>Exclusion :<br/>-MC mineures<br/>-syndromes génétiques<br/>-syndrome tératogène<br/>-&lt;20SG</p> | <p>Association significative entre coarctation de l'aorte et augmentation du taux de NO2 de 12.2 <math>\mu</math>g/m3: OR= 1.15; IC95%: 1.01-1.31</p> <p>Association significative entre anomalie de fermeture de la paroi abdominale et augmentation du taux de PMcoarse de 3,6 <math>\mu</math>g/m3: OR=1.93 (IC95% 1.37-2.73)</p> <p>Aucune association retrouvée pour les autres MC</p> | <p>Estimation de l'exposition à partir de l'adresse de la mère au moment de la naissance (constitution des MC en début de grossesse)</p> <p>MC qui se manifeste tardivement non incluses dans l'étude (biais de sélection)</p> <p>Données non renseignées : consommation d'alcool et habitudes alimentaires (acide folique)</p> | <p>Association entre polluants liés au trafic routier et coarctation de l'aorte (cohérent avec méta analyse) et les anomalies de fermeture de la paroi abdominale (à confirmer par de prochaines études)</p> <p>Pas d'association retrouvée pour la plupart des MC.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 8,44</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

|    |                                                                                                                             |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 20 | Etudier l'impact de l'exposition maternelle à la pollution de l'air liée au trafic sur la croissance fœtale, à Los Angeles. | Etude de cohorte prospective | <p>Patientes suivies au centre médical Cedars Sinai, à Los Angeles, en Californie, entre 1993 et 1996.</p> <p>Inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-âge &gt;18 ans</li> <li>-langue anglaise ou espagnol</li> <li>-grossesse simple</li> <li>-&lt;20SG</li> </ul> <p>Exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-mort nés,</li> <li>-PN&lt;500g,</li> <li>-AG&gt;308j</li> </ul> <p>consommation de drogues</p> <p>→n=566</p> | <p>Association significative entre réduction du BIP et exposition maternelle entre 29 et 37 SG :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-au CO : OR= -0.91 (IC95%: -1.56, -0.26)</li> <li>-au NO2 : OR= -1.00 (IC95% : -1.66, -0.34)</li> </ul> <p>Pas d'association retrouvée pour les autres biométries (LF, PC, PA) et pour les autres polluants (CO, O3, PM10)</p> | <p>Estimation de l'exposition sur des mesures faites 10 ans après les mesures des biométries (niveaux de pollution varient dans le temps)</p> <p>Adresse de la patiente au début de l'étude sans tenir compte des déménagements, ni des activités à l'extérieur du domicile.</p> <p>Echantillon non représentatif (proportion des ethnies)</p> <p>Données sur le tabagisme passif manquantes</p> | <p>Association entre augmentation de l'exposition maternelle aux polluants liés au trafic routier et réduction du diamètre bipariétal fœtal.</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 3,827</p> |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p>21</p> <p>Fleischer et al.</p> <p>2014</p> <p>Environmental Health Perspectives</p> | <p>Etudier l'impact des PM2,5 présentes dans l'air extérieur sur la grossesse et le fœtus dans le cadre de l'enquête mondiale de l'OMS sur la santé maternelle et périnatale (World Health Organization Global Survey on maternal and perinatal health)</p> | <p>Etude de prévalence</p> <p>Estimation de l'exposition aux PM2,5, à partir du géocodage des maternités incluses dans l'étude et de la moyenne des estimations des taux de PM2,5 dans un rayon de 50km autour de l'établissement.</p> <p>Modèle d'équation d'estimation généralisée pour déterminer l'association entre les PM2,5, le PN et la prématurité, ajusté selon la saison et d'autres potentiels facteurs de confusion (individuel, maternité, national)</p> | <p>192 900 naissances spontanées, simples et vivantes dans 22 pays : 5 pays africains, 8 pays américains, 9 pays asiatiques (pays à faible ou moyens revenus) entre 2004 et 2008</p> | <p><u>Niveau mondial</u></p> <p>-Pas d'association entre PM2,5 et prématurité.</p> <p>-Association significative entre PPN et :<br/>-PM2.5 (11,96-20,16 <math>\mu</math> g/m3) : OR= 1.15 (IC 95% 1.02-1.30)<br/>-PM2.5 (&gt;20.16 <math>\mu</math> g/m3) : OR= 1.15 (IC95% : 1.01-1.32)</p> <p><u>Chine</u> : association significative entre PM2,5 (<math>\geq</math> 36.5 <math>\mu</math> g/m3) et :<br/>-prématurité (OR= 2.54; IC95%:1.42-4.55)<br/>-PPN (OR= 1.99; IC95% 1.06-3.72)</p> | <p>Données transversale, donc pas de conclusion de causalité possible</p> <p>Exposition en 2007 et 2008 estimée à partir des mesures entre 2001 et 2006</p> <p>Sélection de la population étudiée entre septembre et mai (biais de sélection car la saison influence l'exposition à la pollution)</p> <p>Données manquantes (tabagisme, IMC, combustibles issus de la biomasse)</p> | <p>Première étude à étudier l'association entre pollution et effets sur la grossesse dans 22 pays à faible ou à moyen revenus.</p> <p>Pas d'association entre PM2,5 et prématurité</p> <p>Association significative entre taux élevé de PM2,5 et PPN.</p> <p>En Chine, association significative entre PM2,5 et prématurité et PPN</p> | <p>IF= 8,44</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

|                        |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 22                     | Apprécier l'association entre l'exposition maternelle aux polluants de l'air (NO2, CO, O3, SO2, PM10) au 1 <sup>er</sup> trimestre de la grossesse et le risque d'anomalie des membres chez le fœtus. | Etude cas-témoins                                                                                                                                                                                           | Parmi les 1510064 naissances vivantes uniques entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2001 et le 31 décembre 2007 à Taïwan :                                                                                          | <u>Prématuré :</u><br>-O3 et anomalie des membres (OR= 1.229, IC95% 1.042–1.450)<br>-SO2 et syndactylie (OR= 1.051, IC95% 1.019–1.085)<br>-SO2 et réduction des membres (OR= 1.043, IC95% 1.006–1.082)<br>-O3 et réduction des membres (OR= 1.391, IC95% 1.064–1.818)<br><br><u>Sexe féminin:</u><br>-O3 et polydactylie (OR= 1.110, IC95% 1.002–1.230)<br>-SO2 et syndactylie (OR= 1.026, IC95% :1.007–1.045) | Facteurs de confusion non contrôlable (car non indiqué sur le certificat de naissance): génétique, habitus, alimentation, profession, environnement.<br><br>Estimation de l'exposition à partir de l'adresse au moment de la naissance, sans prendre en compte d'éventuel déménagement | Cette étude apporte des preuves de :<br>-l'association entre l'exposition au SO2 présent dans l'air extérieur durant le 1 <sup>er</sup> trimestre de grossesse et le risque d'anomalies des membres<br>-l'association entre l'exposition à l'O3 et les réductions de membres chez les NN prématurés. | NP= 3<br>IF= 3,827 |
| Lin et al.             |                                                                                                                                                                                                       | Estimation de l'exposition maternelle durant les 3 premiers mois de grossesse (période critique) à partir du code postal maternel et des mesures continues des polluants par 72 stations de l'EPA de Taïwan | <u>Cas :</u> 1687 NN présentant une anomalie des membres<br><br><u>Contrôle :</u> NN indemne d'anomalie des membres échantillonnage appariée basée sur le mois et l'année de naissance (1 cas pour 10 témoins) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |
| 2014                   |                                                                                                                                                                                                       | Utilisation d'un modèle de régression logistique incluant les covariables (âge maternel, sexe du NN, AG, statut socio économique)                                                                           |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |
| Environmental Research |                                                                                                                                                                                                       | Analyse stratifié par AG et sexe du NN                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |
| Taiwan                 |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |

|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>23</p> <p>Chen et al.</p> <p>2014</p> <p>International Journal of Environmental Research and Public Health</p> | <p>Etudier l'association entre exposition maternelle a différents polluants (SO2, NO2, PM10, PM2.5, CO et O3) de l'air et le risque d'anomalies congénitales</p> | <p><u>Revue de la littérature</u> : Recherche d'articles sur la base de données PubMed, publiés entre janvier 2011 et janvier 2014, en anglais. Stratégie de recherche basée sur la méthode PRISMA</p> <p><u>Méta-analyse</u> : Vérification de l'hétérogénéité par le test Q de Cochrane Utilisation de STATA 11 pour l'analyse statistique</p> | <p>Pour la revue de la littérature 17 articles dont :<br/>- 7 études aux Etats-Unis, 4 en Angleterre, 1 en Australie, 1 en Israël, 1 en Italie, 1 en Corée du Sud, 1 en Espagne et 1 à Taïwan<br/>- 5 études de cohorte et 12 études cas/témoin.</p> <p>Pour la méta analyse : 13 articles obtenus et 21 combinaisons "polluants-anomalies congénitales" ont été étudiées</p> | <p>Association significative entre l'exposition au NO2 et l'augmentation du risque de coarctation de l'aorte (OR=1.20, IC95% :1.02, 1.41) pour chaque augmentation de 10 ppb</p> <p>Pas d'autres associations significatives retrouvées.</p> | <p>Méthodologies diverses (comparaison difficile) et définition des anomalies congénitales variable selon les études.</p> <p>Estimation de l'exposition à partir de l'adresse au moment de la naissance dans certaines études</p> <p>Facteurs de confusion variables en fonction des études (donc ajustements différents)</p> <p>Biais linguistique et biais de publication</p> | <p>Association entre exposition maternelle au NO2 et risque de coarctation de l'aorte.</p> <p>D'autres associations sont probables mais non retrouvés ici du fait des limites.</p> <p>Une amélioration de la mesure de l'exposition, de la définition des anomalies congénitales et du contrôle des facteurs de confusion est nécessaire pour les études à venir.</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 2,035</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                       |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>24</p> <p>Hannam et al.</p> <p>2014</p> <p>Scandinavian Journal of Work, Environment and Health</p> <p>Royaume-Unis</p> | <p>Quantifier les effets de la pollution de l'air sur la prématurité et la croissance fœtale dans une large cohorte au Royaume-Unis, en comparant la technique de mesure de l'exposition traditionnelle (monitoring fixe) et une nouvelle technique spatio temporelle</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Estimation de l'exposition à partir du géocodage des codes postaux associées aux mesures des polluants (PM2,5, PM10, CO, NO2) selon le modèle classique (stations fixes) et le nouveau modèle spatio temporel.</p> <p>Associations entre les risques et l'exposition par un modèle logistique de régression ajusté aux covariables (âge maternel, ethnie, statut socio économique, IMC, saison au moment de la naissance, tabagisme)</p> | <p>Naissances vivantes uniques dans le nord-ouest de l'Angleterre entre le 1<sup>er</sup> janvier 2004 et le 31 décembre 2008</p> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-PN&lt;500g</li> <li>-PN&gt;5500g</li> <li>-AG&lt;24SA</li> <li>-AG&gt;44SA</li> <li>-Données manquantes</li> </ul> <p>→n=203 562</p> | <p><u>Modèle classique</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Association significative entre PM2,5 et PAG (OR=1,63, IC95% 1,13-2,37)</li> </ul> <p><u>Modèle spatio temporel</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Association significative entre PM10 et PAG et : OR= 1.14 (IC95% 1.01–1.29)</li> <li>-Association significative entre exposition au CO au 2<sup>ème</sup> trimestre et PAG (OR=1.21, IC95% : 1.02–1.42)</li> <li>-Pas d'association pour la prématurité et le PN.</li> </ul> | <p>Beaucoup de dossiers avec données manquantes (IMC et tabagisme) donc les OR ajustés ont été calculés sur des échantillons de taille réduite.</p> | <p>L'exposition maternelle à des taux élevés de PM10 est associée à une augmentation du risque de PAG</p> <p>De même l'exposition en fin de grossesse au PM2,5, au NO2 et au CO est associée à une augmentation du risque de PAG.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 3,793</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <p>25</p> <p>Padula et al.</p> <p>2014</p> <p>Annals of epidemiology</p> <p>USA</p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition maternelle à certains polluants de l'air lié aux trafics routiers (CO, NO2, PM 10 et PM 2,5) et le risque de prématurité en Californie</p> | <p>Etude de cohorte, rétrospective</p> <p>Détermination de l'exposition à partir du géocodage de l'adresse maternelle, des mesures quotidiennes de CO, NO2, PM10 et PM2,5 par les stations de l'EPA, et à partir des mesures de densité de trafic par le TAGDT</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, ethnie, niveau d'éducation, parité, lieu de résidence au moment de l'accouchement, niveau socio économique, PN</p> | <p>Naissances vivantes de mère résidant dans les 4 départements principaux de la vallée de San Joaquin en Californie entre 2000 et 2006</p> <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <p>-AG&lt;20SA<br/>-AG&gt;42SA<br/>-PN&lt;500g<br/>-PN&gt;5000g<br/>-Naissances multiples<br/>-AG non indiqué</p> <p>→n=263 204</p> | <p>Association significative entre grande prématurité (20 à 27 SA) et exposition au 2<sup>ème</sup> trimestre aux plus haut taux de CO, NO2, PM2,5 et PM10 (OR entre 1,38 et 2,83)</p> <p>Association plus forte si statut socio économique défavorable (OR entre 2,14 et 4,30)</p> <p>Association entre densité de trafic routier et prématurité non significative</p> | <p>Estimation de l'exposition maternelle basée sur le lieu de résidence de la mère au moment de l'accouchement, ne prenant pas en compte les déménagements et les déplacements (travail, activités) pendant la grossesse.</p> <p>Données indisponibles (poids/taille maternelle, tabagisme actif ou passif), or ces facteurs sont associées à la prématurité.</p> | <p>L'exposition aux polluants de l'air issus du trafic routier, en particulier en fin de grossesse, est associée à une augmentation du risque de naissance prématuré.</p> <p>L'association est d'autant plus forte que la prématurité est sévère (20 à 27 SA) et d'autant plus forte pour les patientes à niveau socio économique défavorable.</p> | <p>NP=3</p> <p>IF= 2,335</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|

|                                                                                                                  |                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>26</p> <p>Vieira et al.</p> <p>2015</p> <p>International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease</p> | <p>Analyser les preuves scientifiques des effets de la pollution de l'air sur la grossesse, le fœtus et la santé respiratoire de l'enfant</p> | <p>Revue de la littérature</p> <p>Inclusion : articles issus de PubMed et Web of Science, en anglais, de 2010 à 2015, espèce humain</p> | <p>27 études de cohorte prospective</p> | <p>Association significative entre diminution du PN de 8,9g et augmentation de 10µg/m3 de l'exposition maternelle aux PM10 (OR=1,03, IC95% : 1,01-1,05) et aux PM2,5 (OR=1,10, IC95% : 1,03-1,18)</p> <p>Association significative entre NO2 et RCIU (OR= 1.31; IC95%: 1.08–1.69)</p> <p>Résultats inconstants pour le benzène et le tabagisme passif maternel</p> | <p>Certains résultats inconstants du fait de la diversité des protocoles et des mesures utilisées.</p> <p>Nécessité de plus d'étude de cohorte prospective</p> <p>Peu d'étude sur les effets du tabagisme passif</p> <p>Les études ne déterminent pas de fenêtre de vulnérabilité</p> | <p>Les principaux effets rapportés sont la restriction de croissance fœtale et la diminution du PN et sont associés aux PM10, PM2,5 et NO2.</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 3,046</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>27</p> <p>Green et al.</p> <p>2014</p> <p>American Journal of Epidemiology</p> <p>USA</p> | <p>Examiner la relation entre exposition prénatale aux polluants de l'air (PM2,5, NO2, CO, SO2, O3) et risque de naissance d'un mort né en Californie, dans un modèle ajusté a la température.</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Utilisation des codes postaux des mères et des mesures hebdomadaires du California Air Resources Board, pour déterminer l'exposition maternelle aux polluants de l'air (PM2.5, NO2, CO, SO2, O3)</p> <p>Covariables prises en compte : caractéristiques démographiques de la mère, sexe du NN, saison de la DDR, lieu de résidence de la mère, année de la conception</p> | <p>3 012 270 naissances vivantes et 13 999 naissances d'enfant mort né, en Californie entre le 1<sup>er</sup> janvier 1999 et le 31 décembre 2009</p> <p>Exclusion :<br/>-données manquantes sur l'AG, le PN, le code postal<br/>-distance entre lieu de résidence et station de surveillance de la qualité de l'air, supérieure à la distance limite requise</p> | <p>Association significative entre augmentation de 10-ppb du NO2 durant toute la grossesse et le risque de mort-né : OR = 1.08, (IC95%: 1.03, 1.13)</p> <p>Association significative entre l'augmentation de 10-ppb d'O3 durant le 3<sup>ème</sup> trimestre et le risque de mort né : OR = 1.03, (95% CI: 1.01, 1.05).</p> <p>Pas d'association retrouvée pour le SO2 et le CO</p> | <p>Données sur le tabagisme manquantes</p> <p>Estimation de l'exposition maternelle approximative car :<br/>-basée sur les codes postaux (zones +/- vastes)<br/>-basée sur le lieu de résidence de la mère au moment de la naissance qui peut être différent pendant la grossesse.<br/>-ne prend pas en compte les déplacements de la mère à l'extérieur (travail, activités)</p> | <p>Cette étude est une des premières apportant des preuves sur l'association entre des polluants de l'air (dioxyde d'azote et ozone) et le risque de donner naissance à un enfant mort-né.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 5,036</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                             |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                            |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>28</p> <p>Zhu et al.</p> <p>2015</p> <p>Environmental Science and Pollution Research</p> | <p>Quantifier la relation entre l'exposition maternelle aux PM2.5 et les risques de PPN, réduction du PN, PAG, prématurité et naissance d'un mort-né.</p> | <p>Méta analyse de Bases de données : PubMed, Web of Science, Embase et Google Scholar</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-langue anglaise</li> <li>-publié avant le 1<sup>er</sup> mars 2014</li> <li>-définition correct des critères de jugements (PPN, prématurité, PAG)</li> <li>-ajustement à l'âge maternel, l'ethnie, la parité, le niveau d'éducation et le sexe de l'enfant.</li> </ul> <p><u>Exclusion</u> : revues de la littérature</p> <p>Analyse par 2 personnes différentes et indépendantes.</p> | <p>25 articles sélectionnés</p> <p>Population entre 481 et 15 480 904.</p> <p>Majoritairement aux USA</p> <p>Entre 2000 et 2008</p> <p>Majoritairement études transversales, 8 études de cohorte, 1 étude cas-témoin.</p> | <p>Association significative entre augmentation de 10 µg/m3 des PM2.5 et :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-PPN: OR=1.05 (IC95% 1.02–1.07),</li> <li>-Prématurité: OR=1.10 (IC95 % 1.03–1.18)</li> <li>-PAG: OR=1.15 IC95% 1.10–1.20)</li> <li>-réduction du PN : OR= 14.58 g (IC 95 % 9.86–19.31) (seulement au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre)</li> </ul> <p>Pas d'association entre PM2.5 et naissance d'un mort-né</p> | <p>Hétérogénéité des études (mesure de l'exposition, ajustements)</p> <p>Mesure de l'exposition sur toute la grossesse ou par trimestre, pas d'étude avec mesure de l'exposition par semaine ou mois.</p> <p>Pas d'identification des effets en fonction des divers composants des PM2.5</p> | <p>Association entre PM2.5 et PPN, PAG, prématurité.</p> <p>Nécessité de prendre des mesures pour réduire les risques.</p> | <p>NP= 2</p> <p>IF= 2,760</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>29</p> <p>Ha et al.</p> <p>2015</p> <p>American Journal of Epidemiology</p> <p>USA</p> | <p>1/ Evaluer l'association entre la distance entre le lieu de résidence maternelle et les centrales électriques (énergies non renouvelable), et le risque de prématurité et de PPN, en Floride.</p> <p>2/ Classer le niveau de l'association, par type de combustible</p> <p>3/Déterminer le niveau d'exposition aux PM 2,5 des femmes enceintes vivant proche des centrales électriques</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Détermination de la distance entre la résidence et la centrale électrique la plus proche.</p> <p>Classement des centrales électriques par type de combustible.</p> <p>Détermination de l'exposition maternelle aux PM2.5 à partir des données du réseau national de santé publique environnementale</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, ethnique, niveau d'éducation, statut marital, niveau socio économique</p> | <p>Toutes les naissances vivantes en Floride entre le 1<sup>er</sup> janvier 2004 et le 31 décembre 2005</p> <p>Exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-NN de mère vivant en dehors de la Floride</li> <li>-Dossiers où l'adresse et/ou l'AG ne sont pas renseignés</li> <li>-Adresses dont le géocodage est impossible</li> <li>-Naissances multiples</li> <li>-PN&lt;500g</li> <li>-PN&gt;5000g</li> <li>-AG&lt;140 jours</li> <li>-AG &gt;320 jours</li> </ul> <p>→n=423 719 naissances.</p> | <p>Association significative entre distance &lt;5km et prématurité : OR=1,018 (IC 95%: 1.013-1.023)</p> <p>Niveau plus élevé de PM2.5 à proximité des centrales électriques.</p> <p><u>Distances &lt;20km :</u></p> <p>association entre prématurité et centrales à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-pétrole : OR=1,14 (1,06-1,24),</li> <li>-gaz : OR= 1,09 (1,04-1,13)</li> <li>-déchets solides : OR=1,16 (1,09-1,22)</li> </ul> | <p>Non prise en compte des autres sources de polluants comme le trafic et les émissions industriels.</p> <p>Le lieu de résidence pris en compte pour le calcul de la proximité est celui au moment de la naissance (non prise en compte des déménagements, activités quotidiennes en dehors du domicile: travail, voyage...)</p> | <p>L'étude amène des preuves de l'association entre la proximité (&lt;20km) de la résidence maternelle avec une centrale électrique et les risques augmentés de prématurité et de petits PN.</p> <p>Des études sont nécessaires pour confirmer ces résultats et rechercher les polluants responsables de cette association.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 5,036</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                     |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p>30</p> <p>Tanner et al.</p> <p>2015</p> <p>Environmental Research</p> <p>USA</p> | <p>Examiner si l'exposition maternelle aux PM<sub>2,5</sub> et au benzène ambiant augmente le risque de certaines anomalies congénitales en Floride</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Recueil des cas d'anomalies congénitales cardiaques, des fentes orofaciales et des spina bifida à partir du registre des anomalies congénitales de l'état de Floride.</p> <p>Estimation de l'exposition maternelle au PM<sub>2,5</sub> et au benzène à partir des stations de l'EPA</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, niveau d'éducation, ethnie, statut marital, parité, niveau socio-économique, sexe du NN.</p> | <p>Toutes les naissances vivantes simples entre 2000 et 2009 en Floride</p> <p>→n=1 917 155</p> | <p>Association significative entre PM<sub>2,5</sub> et :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-tronc artériel commun NI</li> <li>-anomalies du retour veineux pulmonaire NI</li> <li>-coarctation de l'aorte NI</li> <li>-interruption de l'arc aortique NI</li> <li>-malformation cardiaque congénitale isolée ou non</li> </ul> <p>Association significative entre benzène et :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-fente palatine isolée</li> <li>-fentes orofaciales</li> </ul> | <p>Estimation de l'exposition maternelle à partir de l'adresse maternelle au moment de l'accouchement or les anomalies congénitales apparaissent au premier trimestre et la patiente peut avoir déménagé durant la grossesse.</p> | <p>Cette étude suggère une association entre exposition au PM<sub>2,5</sub> et au benzène et certaines anomalies congénitales en Floride. Néanmoins, de nombreuses études montrent qu'il n'y a pas d'association. D'autres études sont nécessaires</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 3,827</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <p><b>31</b></p> <p><b>Bertin et al.</b></p> <p><b>2015</b></p> <p><b>Environmental Research</b></p> <p><b>France</b></p> | <p>Evaluer l'association entre l'exposition prénatale à la pollution liée au trafic routier et la prématurité dans la cohorte mère-enfant PELAGIE en Bretagne (France)</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Estimation de l'exposition à partir de la classification de l'adresse maternelle en "rural" ou "urbain", et de la mesure des concentrations de NO2</p> <p>Ajustement aux covariables : âge maternel, niveau d'éducation, IMC, statut marital, parité, tabagisme, consommation d'alcool, HTA avant ou pendant la grossesse, diabète gestationnel, saison de la conception, consommation de poisson.</p> | <p>Femmes enceintes entre 2002 et 2006 vivant en milieu urbain (n=1550) ou rural (n=959) en Bretagne (France)</p> <p>Inclusion :<br/>-Naissances vivantes et uniques</p> <p>Exclusion :<br/>-AG non renseigné<br/>-adresse incomplète</p> | <p>Pour les femmes qui vivent en milieu urbain, association significative entre prématurité et exposition à des taux de NO2 supérieur à 16,4 µg/m3 : OR=2,46 (IC 95% 1,06-5,81)</p> <p>Pas d'association significative pour les femmes qui vivent en milieu rural.</p> | <p>Utilisation du NO2 comme marqueur de la pollution liée au trafic, pas de données sur les autres polluants liés au trafic.</p> <p>Mesure de l'exposition par les stations de 2005 à 2006. Extrapolation pour la période de 2002 à 2004.</p> <p>Mobilité durant la grossesse non prise en compte. Pas de fenêtre critique de vulnérabilité.</p> | <p>Augmentation du risque de prématurité pour les femmes enceintes vivant en milieu urbain et exposées à des taux élevés de NO2.</p> | <p>NP= 3</p> <p>IF= 3,827</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|

|                                                                                                  |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <p>32</p> <p>Stieb et al.</p> <p>2016</p> <p>Environmental Health Perspectives</p> <p>Canada</p> | <p>Etudier les conséquences sur la grossesse de l'exposition des femmes enceintes aux PM 2,5 dans les populations urbaines et rurales.</p> | <p>Etude de cohorte rétrospective</p> <p>Exposition au PM2,5 estimée à partir d'une modélisation basée sur le code postal maternel associé à la mesure des taux de PM 2,5 par des stations de surveillance fixes et par des satellites mobiles.</p> <p>Ajustement aux covariables : âge des parents, parité, statut marital, ethnie, niveau d'éducation, statut socioéconomique, AG, sexe du NN, résidence (urbaine ou rurale), lieu de naissance des parents, saison et année de la naissance.</p> | <p>3 104 090 naissances vivantes au Canada entre 1999 et 2008</p> | <p>Association significative entre augmentation de 10- <math>\mu</math> g/m<sup>3</sup> en PM2.5 durant toute la grossesse et :</p> <p>-PAG : OR=1.04; IC(95%): 1.01-1.07</p> <p>-diminution du PN : OR=-20.5g; IC(95%): -24.7, -16.4.</p> <p>Pas d'association entre PPN et PM2,5</p> | <p>Données sur le tabagisme et l'alcoolisme non disponibles</p> | <p>Etude de grande envergure, incluant les populations urbaines et rurales, apportant la preuve de l'association positive entre l'exposition aux PM 2,5 et l'augmentation de la prématurité et la diminution du poids de naissance.</p> | <p>NP=3</p> <p>IF=8,44</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|

## **NOUVEAU-NES PRE-POLLUES : Impact de l'exposition prénatale à la pollution atmosphérique chez le fœtus et le nouveau-né**

### **Résumé :**

**Introduction :** A l'heure actuelle, la pollution de l'air est un problème majeur de santé publique. Certains polluants communs tels que les particules fines, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre ou le monoxyde de carbone sont associés à des conséquences néfastes sur l'issue de la grossesse. En effet, le fœtus et le nouveau-né sont plus vulnérables face à l'air pollué. L'objectif de ce mémoire est de réaliser une synthèse sur les différents impacts de la pollution atmosphérique sur le développement du fœtus et du nouveau-né.

**Matériels et méthode :** Une revue de la littérature a été réalisée à partir de la base de données PubMed, incluant tout les articles publiés en anglais ou en français, du 1<sup>er</sup> mars 2011 au 1<sup>er</sup> mars 2016 et correspondant aux mots clés "pollution de l'air", "développement fœtal" et "exposition prénatale"

**Résultats :** Une association significative a été retrouvée entre l'exposition prénatale aux polluants de l'air et le risque de petit poids de naissance, de prématurité, de réduction du poids de naissance et de petit pour l'âge gestationnel. Les résultats concernant le risque de naissance d'un enfant mort-né et d'anomalies congénitales sont inconstants.

**Conclusion :** Une meilleure compréhension de l'impact des facteurs environnementaux sur l'issue de la grossesse permettrait, par le biais de campagne de prévention, de réduire la prématurité et la morbidité néonatale et ainsi de réduire leur coût économique.

**Mots-clés :** pollution de l'air – développement fœtal – issues de la grossesse

### **Abstract :**

**Introduction :** Today, air pollution is a major public health concern. Common pollutants such as nitrogen oxide (NO<sub>2</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), particulate matter (PM) and carbon monoxide (CO) have been shown to be associated with several adverse pregnancy outcomes. Indeed, fetus development and newborns are recognized to be more particularly vulnerable to air pollution. The objective of this article is to review the main studies on the effects of air pollution during pregnancy and the impact of these effects on the fetus and the newborns.

**Materials and method :** We performed a review of articles from the PubMed databases that were published in English or in French within the past 5 years (from 1 March 2011 to 1 March 2016), and including the keywords : "air pollution", "fetal development" and "prenatal exposure".

**Results :** A significant association was found between prenatal exposition to air pollutants and low birth weight, preterm birth, decrease in birth weight and small for gestational age. The results about stillbirth and congenital malformation are inconsistent.

**Conclusion :** Better understanding of the impact of environmental factors on the pregnancy outcomes could, by facilitating more effective prevention, help to reduce prematurity and neonatal morbidity, and reduce health care costs.

**Keywords :** Air pollution – Fetal development – Birth outcomes