



Effets du bruit en milieu de travail durant la grossesse

**SYNTHÈSE SYSTÉMATIQUE AVEC MÉTA-ANALYSE
ET MÉTA-RÉGRESSION**

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

Effets du bruit en milieu de travail durant la grossesse

SYNTHÈSE SYSTÉMATIQUE AVEC MÉTA-ANALYSE ET MÉTA-RÉGRESSION

Direction des risques biologiques
et de la santé au travail

Septembre 2009

AUTEURE

Agathe Croteau, M.D., Ph. D., médecin-conseil
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

AVEC LA COLLABORATION DE

Membres du Groupe de référence grossesse-travail :
Maurice Poulin, M.D., M. Sc., médecin-conseil, responsable du groupe
Lise Goulet, M.D., Ph. D., médecin-conseil
Mylène Trottier, M.D., médecin-conseil

REMERCIEMENTS

À madame Johanne Lauzon, bibliothécaire à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), pour son aide lors de l'élaboration des stratégies de recherche dans les bases de données Medline et Embase.

À monsieur Louis Rochette, statisticien à l'INSPQ, pour ses conseils relatifs au calcul des intervalles de confiance à 95 % dans les modèles de méta-régression.

À messieurs Michel Picard, professeur d'audiologie à l'Université de Montréal, Tony Leroux, professeur d'audiologie à l'Université de Montréal, Richard Laroque, audiologiste à l'INSPQ et Richard Martin, agent de recherche à la Direction de santé publique de Chaudière-Appalaches et responsable de la coordination de l'*Avis sur la pertinence d'une politique publique de lutte au bruit au Québec*, pour leur relecture et judicieux commentaires.

MISE EN PAGES

Olga Hernandez, technicienne en administration
Institut national de santé publique du Québec

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 1^{er} TRIMESTRE 2010
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-57912-0 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-57913-7 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2010)

AVANT-PROPOS

Le Groupe de référence grossesse-travail (GRGT) est un regroupement de professionnels dont la mission est de contribuer à la diminution des résultats défavorables de grossesse reliés au travail. Le GRGT relève de l'Institut national de la santé publique du Québec. Il fournit un support scientifique aux professionnels de la santé impliqués dans l'élaboration des recommandations médicales, dans le cadre du programme « Pour une maternité sans danger ». Le GRGT développe et diffuse des outils de connaissance, notamment des synthèses systématiques de la littérature scientifique.

SOMMAIRE

Objectifs

Synthétiser l'information scientifique disponible concernant les effets de l'exposition au bruit en milieu de travail durant la grossesse. Les effets sur la grossesse étudiés sont : l'avortement spontané (AS), la mortinaissance (MN), les anomalies congénitales (AC), l'accouchement avant terme (AAT), le faible poids à la naissance (FPN), l'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG), la pré-éclampsie (PE) et l'hypertension gestationnelle (HTG). L'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant y est aussi abordé.

Méthode

D'abord, deux recherches bibliographiques, une sur Medline et l'autre sur Embase, ont été effectuées pour identifier les études épidémiologiques originales qui ont évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse. Les études publiées en français ou en anglais entre 1970 et août 2008, ont été retenues. Les bibliographies des articles et les dossiers personnels de l'auteure ont permis de compléter la liste des articles à consulter. Il n'y a pas eu de recherche systématique de matériel non publié. La présente revue porte sur 27 articles. Ensuite, une autre recherche sur Medline a permis d'identifier trois études ayant voulu estimer l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant.

Chaque étude a subi une évaluation systématique des aspects suivants : - devis de l'étude et effectif, - validité externe, - population étudiée (mode de sélection, taux de participation), - effet sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant (définition et mesure) - exposition au bruit (définition, groupe de comparaison, méthode de mesure), et - contrôle de la confusion (facteurs personnels et autres expositions professionnelles). En plus d'un score de validité, ces aspects ont permis d'établir un niveau (faible, modéré ou élevé) pour les risques de biais de sélection, de biais d'information au niveau de l'exposition et de biais de confusion lié aux facteurs personnels ou aux autres expositions professionnelles.

Pour chaque effet (sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant), s'il était possible de combiner les résultats, une méta-analyse a été réalisée afin d'obtenir une mesure d'association synthèse (MAS), d'évaluer la présence d'hétérogénéité et d'effectuer des analyses de sensibilité (parfois des analyses par sous-groupes) utiles lors de l'évaluation de la validité et des sources d'hétérogénéité. Pour certaines dyades, lorsque le nombre d'études était suffisant, une méta-régression a été réalisée. Cette méthode complète la méta-analyse et permet d'obtenir une MAS ajustée simultanément pour les différents risques de biais. La recherche d'un biais de publication était effectuée par l'examen d'un graphique en entonnoir.

L'ampleur de l'effet correspondant à chaque dyade est estimée à partir de la MAS de la méta-analyse ou de la MAS ajustée par méta-régression, lorsque disponible. Enfin, la force de l'évidence est classée dans l'un des sept niveaux décrits plus loin, suite à l'évaluation des critères suivants : plausibilité biologique, précision statistique, validité et cohérence.

Résultats

Les résultats sont présentés au tableau sommaire ci-après, on peut y voir l'ampleur de l'effet, les critères utilisés et la classification de la force de l'évidence pour chaque dyade évaluée.

Pour les huit effets sur la grossesse, la plausibilité biologique est jugée bonne en présence d'un niveau sonore d'au moins 85 dBA ou d'un niveau sonore moindre si la tâche exige une grande concentration ou un effort mental important, sinon la plausibilité biologique est jugée moyenne. En présence d'une exposition qui correspond à une plausibilité biologique moyenne, la force de l'évidence sera modifiée pour l'AS et l'IPAG. Elle passera de III à IV pour l'AS et de II à III pour l'IPAG.

Conclusion

En présence d'exposition au bruit en milieu de travail, une évidence suffisante d'augmentation du risque d'IPAG de 27 % a été constatée. Il existe une suspicion d'augmentation du risque pour quatre effets sur la grossesse : l'AS (6 %), l'AAT (13 %), la PE (12 %) et l'HTG (42 %). Enfin, les données ne permettent pas de conclure au sujet des risques de MN, d'AC, de FPN et de perte auditive chez l'enfant.

Tableau sommaire des résultats (ampleur de l'effet, critères et classification de la force de l'évidence) pour chaque effet sur la grossesse et sur l'audition de l'enfant

Effet sur la grossesse	Ampleur de l'effet	Critères				Classification de la force de l'évidence
		Plausibilité biologique ^a	Précision statistique	Validité	Cohérence	
AS	1,06	bonne	moyenne	faible	moyenne	III ^b
MN ^c	1,22	bonne	faible	faible	bonne	IV
AC ^c	1,70	bonne	faible	faible	bonne	IV
AAT	1,13 ^d	bonne	faible	bonne	bonne	III
FPN	indéterminée	bonne	moyenne ou faible	indéterminée	faible	IV
IPAG	1,27 ^d	bonne	bonne	bonne	moyenne	II ^e
PE	1,12	bonne	faible	moyenne	bonne	III
HTG	1,42	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	III
Effet sur l'audition de l'enfant						
Pertes auditives modérées à sévères	nulle	moyenne	indéterminée	faible	faible	IV
Pertes auditives légères	4,09	moyenne	moyenne	faible	non évaluée	IV

Légende : I Évidence forte d'augmentation du risque.
 II Évidence suffisante d'augmentation du risque.
 III Suspicion d'une augmentation du risque.
 IV Les données ne permettent pas de conclure.
 V Suspicion d'absence d'augmentation du risque.
 VI Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque.
 VII Évidence forte d'absence d'augmentation du risque.

^a Pour les effets sur la grossesse, la plausibilité biologique est jugée bonne en présence d'un niveau sonore d'au moins 85 dBA ou d'un niveau sonore moindre si la tâche exige une grande concentration ou un effort mental important, sinon la plausibilité biologique est jugée moyenne.

^b Niveau III si la plausibilité est bonne (voir note « a »), sinon niveau IV.

^c Seulement 2 études.

^d Résultat d'une méta-régression.

^e Niveau II si la plausibilité est bonne (voir note « a »), sinon niveau III.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES.....	XI
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	XIII
INTRODUCTION.....	1
1 MÉTHODE.....	3
1.1 Identification des publications pertinentes	3
1.2 Description méthodologique et évaluation des risques de biais dans les études	3
1.2.1 Validité externe	4
1.2.2 Population.....	4
1.2.3 Effet sur la grossesse	5
1.2.4 Exposition au bruit	5
1.2.5 Contrôle de la confusion	7
1.2.6 Les différents effets sur la grossesse (variables dépendantes).....	8
1.2.7 Évaluation des risques de biais	9
1.2.8 Présentation des résultats des études originales	10
1.2.9 Le bruit en milieu de travail et l'audition de l'enfant	11
1.3 Méta-analyse	11
1.3.1 Estimation de la mesure d'association synthèse	11
1.3.2 Évaluation de l'hétérogénéité	12
1.3.3 Analyses de sensibilité et analyses par sous-groupes	12
1.3.4 Méta-régression.....	13
1.3.5 Recherche du biais de publication.....	13
1.3.6 Présentation des résultats de la méta-analyse.....	14
1.4 Force de l'évidence	15
1.4.1 Ampleur de l'effet.....	15
1.4.2 Évaluation des quatre critères	16
1.4.3 Classification de la force de l'évidence en sept niveaux.....	18
2 RÉSULTATS	37
2.1 Plausibilité biologique	37
2.2 Le bruit en milieu de travail et les risques d'avortement spontané et de mortinaissance	38
2.2.1 Bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané	39
2.2.2 Bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance	40
2.3 Le bruit en milieu de travail et le risque d'anomalie congénitale	49
2.4 Le bruit en milieu de travail et le risque d'accouchement avant terme	54
2.5 Le bruit en milieu de travail et le risque de faible poids à la naissance	62
2.6 Le bruit en milieu de travail et le risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel	65

2.7	Le bruit en milieu de travail et les risques de pré-éclampsie et d'hypertension gestationnelle	72
2.7.1	Bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie.....	72
2.7.2	Bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle.....	73
2.8	Le bruit en milieu de travail durant la grossesse et l'audition de l'enfant	83
2.8.1	Plausibilité biologique.....	83
2.8.2	Les conséquences d'une perte auditive légère ou modérée chez les enfants.....	84
2.8.3	Identification des publications	85
2.8.4	Description méthodologique des études	85
2.8.5	Présentation et analyse des résultats	86
2.8.6	Conclusion concernant l'audition des enfants dont les mères étaient exposées à du bruit en milieu de travail durant la grossesse.....	87
CONCLUSION.....		93
RÉFÉRENCES		95
ANNEXE 1	STRATÉGIES DE RECHERCHE	101
ANNEXE 2	CALCUL DE LA MESURE D'ASSOCIATION SYNTHÈSE (MAS) ET ESTIMATION DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ.....	105
ANNEXE 3	GRAPHIQUES « EN ENTONNOIR »	109
ANNEXE 4	CALCUL DU NOMBRE DE TRAVAILLEUSES ENCEINTES À NE PAS EXPOSER POUR ÉVITER UN CAS	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Résumé des conditions nécessaires pour la classification de la force de l'évidence (FÉ) en 7 niveaux.....	20
Tableau 2	Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse.....	23
Tableau 3	Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse.....	30
Tableau 4	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques d'avortement spontané (AS) et de mortinaissance (MN)	42
Tableau 5	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané.....	44
Tableau 6	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance	45
Tableau 7	Mesures d'association synthèses (MAS) d'avortement spontané et de mortinaissance associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé.....	46
Tableau 8	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'anomalie congénitale	50
Tableau 9	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'anomalie congénitale.....	51
Tableau 10	Mesures d'association synthèses (MAS) d'anomalie congénitale associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé.....	52
Tableau 11	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'accouchement avant terme	56
Tableau 12	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'accouchement avant terme	58
Tableau 13	Mesures d'association synthèses (MAS) d'accouchement avant terme associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé.....	59
Tableau 14	Méta-régression : AAT et bruit en milieu de travail	60
Tableau 15	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque de faible poids à la naissance	63
Tableau 16	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de faible poids à la naissance	64

Tableau 17	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG).....	67
Tableau 18	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel	69
Tableau 19	Mesures d'association synthèses (MAS) d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé	70
Tableau 20	Méta-régression : IPAG et bruit en milieu de travail	70
Tableau 21	Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques de pré-éclampsie (PE) et d'hypertension gestationnelle (HTG)	75
Tableau 22	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie	77
Tableau 23	Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle	78
Tableau 24	Mesures d'association synthèses (MAS) de pré-éclampsie et de d'hypertension gestationnelle associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé.....	79
Tableau 25	Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet sur l'audition de l'enfant) des études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant.....	88
Tableau 26	Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant.....	90
Tableau 27	Mesures d'association (MA) et score global des études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant	91
Tableau 28	Ampleur de l'effet, critères et classification de la force de l'évidence pour chaque effet sur la grossesse et sur l'audition de l'enfant	94

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Arbre décisionnel de classification de la force de l'évidence	21
Figure 2	Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané.....	44
Figure 3	Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance	45
Figure 4	Avortement spontané et bruit en milieu de travail	47
Figure 5	Mortinaissance et bruit en milieu de travail	48
Figure 6	Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'anomalie congénitale	51
Figure 7	Anomalie congénitale et bruit en milieu de travail.....	53
Figure 8	Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'accouchement avant terme	58
Figure 9	Bruit en milieu de travail et accouchement avant terme	61
Figure 10	Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de faible poids à la naissance	64
Figure 11	Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel	69
Figure 12	Bruit en milieu de travail et insuffisance de poids pour l'âge gestationnel	71
Figure 13	Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie	77
Figure 14	Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle.....	78
Figure 15	Bruit en milieu de travail et pré-éclampsie	81
Figure 16	Bruit en milieu de travail et hypertension gestationnelle	82

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

AAT	Accouchement avant terme
AC	Anomalie congénitale
AS	Avortement spontané
FPN	Faible poids à la naissance
GRGT	Groupe de référence grossesse-travail
HTG	Hypertension gestationnelle
IC	Intervalle de confiance
IPAG	Insuffisance de poids pour l'âge gestationnel
MA	Mesure d'association
MAS	Mesure d'association synthèse
MN	Mortinaissance
PE	Pré-éclampsie
RC	Rapport de cotes
RR	Risque relatif
SS	Statistiquement significatif

INTRODUCTION

L'effet sur la grossesse de l'exposition au bruit en milieu de travail a fait l'objet de recherches épidémiologiques depuis environ 25 ans. Le bruit en milieu de travail était l'objet principal d'investigation pour une minorité d'études, mais plusieurs études ont rapporté des résultats secondaires concernant l'effet de cette exposition professionnelle sur la grossesse. Dans l'ensemble, les résultats présentent des divergences et la qualité méthodologique des études est variable.

D'autre part, l'efficacité des mesures préventives de protection de la travailleuse enceinte et de l'enfant à naître nécessite une bonne connaissance de l'effet des conditions de travail sur la grossesse.

Il est donc nécessaire d'examiner le plus rigoureusement possible l'ensemble des données scientifiques sur ce sujet. La méthode de la synthèse systématique a été retenue pour y arriver. Ce travail a pour but de faire la synthèse des connaissances concernant les effets possibles du bruit en milieu de travail durant la grossesse.

Les effets sur la grossesse étudiés sont : l'avortement spontané (AS), la mortinaissance (MN), les anomalies congénitales (AC), l'accouchement avant terme (AAT), le faible poids à la naissance (FPN), l'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG), la pré-éclampsie (PE) et l'hypertension gestationnelle (HTG). L'effet du bruit, en milieu de travail durant la grossesse, sur l'audition de l'enfant y est aussi abordé.

Pour chaque effet, la conclusion tiendra compte de l'ampleur de l'effet, de la plausibilité biologique, de la précision statistique, de la validité et de la cohérence des résultats ainsi que de la possibilité d'un biais de publication. Chacun de ces éléments sera évalué de manière systématique et transparente afin de faciliter la compréhension et la prise de décision par le lecteur.

1 MÉTHODE

La première partie de cette synthèse systématique porte sur les études épidémiologiques originales qui ont évalué l'effet du bruit en milieu de travail sur la grossesse. Deux recherches bibliographiques, une dans la base Embase sur Dialog et l'autre dans la base Medline sur Pubmed ont été effectuées pour identifier les articles admissibles publiés entre janvier 1970 et août 2008. Les stratégies de recherche utilisées sont présentées à l'annexe 1.

1.1 IDENTIFICATION DES PUBLICATIONS PERTINENTES

	PubMed	Identifiées par les deux		Embase	Total	
Nombre de références identifiées :	115	80	35	131	166	246
Références ne présentant pas de résultats concernant l'effet du bruit en milieu de travail sur la grossesse :						- 201
Références en d'autres langues que le français, l'anglais ou l'espagnol :						- 20
Documents retenus pour évaluation approfondie :	20	1	19	5	24	= 25
Recensions des écrits :	4	1	3	3	6	- 7
Études originales :	16	0	16	2	18	= 18
Articles identifiés dans les bibliographies :						+ 5
Articles identifiés dans les dossiers de l'auteur :						+ 6
Publications multiples des mêmes résultats :						- 2
Publications d'études originales incluses :						= 27

Il n'y a pas eu de recherche systématique de matériel non publié. La présente revue porte sur 27 articles¹⁻²⁷.

1.2 DESCRIPTION MÉTHODOLOGIQUE ET ÉVALUATION DES RISQUES DE BIAIS DANS LES ÉTUDES

Les tableaux 2 et 3 présentent chaque article et ses caractéristiques méthodologiques. Les articles y sont identifiés par le nom du premier auteur et l'année de publication. Le devis d'étude est indiqué, soit : études cas-témoins, études (cohortes) rétrospectives et cohortes prospectives. Les 27 publications se répartissent comme suit : 8 études cas-

témoins^{2;3;6;8;9;13;14;24}, 13 études (cohortes) rétrospectives^{4;7;12;16-23;25;27} et 6 cohortes prospectives^{1;5;10;11;15;26}. Dans ces études (cohortes) rétrospectives, la documentation de l'exposition durant la grossesse et le recrutement de la population sont effectués après le dénouement de la grossesse et les personnes perdues au suivi sont inconnues des investigateurs.

Chaque article a été évalué de façon systématique par l'auteure qui a attribué à chacun un score de validité. Ce score découle de la « Grille d'analyse d'articles scientifiques adaptée pour le Groupe de référence grossesse-travail »²⁸. La valeur maximale du score est de 18 points et se décompose en cinq volets : validité externe (2 points), population (4 points), effet sur la grossesse (2 points), exposition au bruit (6 points) et contrôle de la confusion (4 points). Meilleure est jugée la validité, plus élevé est le score. Il est possible, dans une même étude, d'avoir un score de validité différent selon le résultat considéré lorsque certaines caractéristiques méthodologiques (ex. : définition de l'exposition, contrôle de la confusion) ne sont pas les mêmes pour tous les résultats présentés.

Pour chaque étude, les scores concernant la validité externe, la population et l'effet sur la grossesse sont présentés au tableau 2, et les scores concernant l'exposition au bruit et le contrôle de la confusion sont présentés au tableau 3.

1.2.1 Validité externe

Le score de validité externe, sur 2 points, se compose d'un point pour le pays et d'un point pour la période où a été réalisée l'étude.

1.2.1.1 Pays où a été réalisée l'étude (sur 1 point)

- pays où les conditions de vie et de travail sont comparables aux nôtres^{2-6;8-10;12-25} : (1/1 point);
- pays où les conditions de vie et de travail sont assez difficiles^{7;11} : (0,5/1 point);
- pays où les conditions de vie et de travail sont très difficiles^{1;26;27} : (0/1 point).

1.2.1.2 Période où a été réalisée l'étude (sur 1 point)

- de 1970 à maintenant^{1-14;16-27} : (1/1 point);
- période non mentionnée mais publication récente¹⁵ : (0,5/1 point).

1.2.2 Population

Au volet population, sur 4 points, le score se compose de deux points pour le mode de sélection de la population et de 2 points pour le taux de participation.

1.2.2.1 Mode de sélection de la population (sur 2 points)

- approprié^{1-9;11-27} : (2/2 points);
- inapproprié (ex. : participation volontaire des sujets¹⁰) : (1/2 points).

1.2.2.2 Taux de participation (sur 2 points)

Un problème de sélection a plus de chance de biaiser les résultats si le taux de participation est faible ou différentiel. Le taux de participation est évalué globalement et pour chaque groupe lorsque spécifié (femmes exposées versus non exposées ou cas versus témoins) :

- $\geq 80\%$ ^{1-3;5-9;12;13;15;18-21;24-26} : (2/2 points);
- $\geq 80\%$ pour les non-cas et $60 - 79\%$ pour les cas¹⁷ : (1,5/2 points);
- $60 - 79\%$ ²² : (1/2 points);
- $< 60\%$ ^{4;14} ou inconnu^{10;11;16;23;27} : (0/2 points).

1.2.3 Effet sur la grossesse

Concernant l'effet sur la grossesse, le score de validité se compose d'un point pour la définition et d'un point pour la mesure de l'effet.

1.2.3.1 Définition de l'effet sur la grossesse (sur 1 point)

- repose sur des critères objectifs, précisés et spécifiques^{2-10;12-25;27} : (1/1 point);
- définition inhabituelle ou non classique de l'effet^{1;9;22;26} : (0,5/1 point);
- non défini^{11;15} : (0/1 point).

1.2.3.2 Mesure de l'effet sur la grossesse (sur 1 point)

- documenté dans les dossiers médicaux ou les registres des naissances^{1-4;7-13;16-18;20-22;24;26;27} : (1/1 point);
- AS rapportés par la mère^{5;17;19} : (1/1 point);
- rapporté par la mère (dans cette étude, les mères sont des infirmières en obstétrique ou en néonatalogie)¹⁴ : (1/1 point);
- rapporté par la mère (la majorité des cas avaient été hospitalisés)²⁵ : (1/1 point);
- rapporté par la mère^{6;23} : (0,5/1 point);
- non précisé¹⁵ : (0/1 point).

1.2.4 Exposition au bruit

Pour l'exposition au bruit, sur 6 points, le score se compose de 1 point pour la définition, 1 point pour le choix du groupe de comparaison et de 4 points pour la mesure de l'exposition.

1.2.4.1 Définition de l'exposition au bruit (sur 1 point)

Les connaissances en acoustique permettent d'estimer les niveaux de bruit ambiant (dBA) lorsqu'une personne déclare devoir parler fort ou crier pour communiquer. Ces niveaux sont de 78 dBA pour la voix forte et de 85 dBA pour la voix criée^{29;30}. Selon Michel Picard, Ph. D. professeur d'audiologie à l'Université de Montréal « C'est l'estimé le plus exact auquel on puisse en arriver dans l'état actuel de connaissance. »

- mesurée en dBA^{4;9;10;12;13;15;21;26} : (1/1 point);
- mesurée à l'aide d'une question permettant d'évaluer le niveau sonore^{* 2;3;6;24} : (0,75/1 point);
- estimation subjective du niveau de bruit^{† 14;16-20;22;23} : (0,5/1 point)
- bruit présent ou absent (dichotomique)^{1;5;7;8;11;13;21;25;27} : (0/1 point).

1.2.4.2 Choix du groupe de comparaison (non exposées au bruit) (sur 1 point)

- le groupe de comparaison est constitué de travailleuses non exposées ou très faiblement exposées^{1-14;16;21-27} : (1/1 point);
- le groupe de comparaison est constitué de travailleuses pouvant être exposées à des niveaux appréciables de bruit (jusqu'à < 85 dBA)¹⁵ : (0,5/1 point);
- le groupe de comparaison se compose de l'ensemble des travailleuses de l'étude incluant les travailleuses exposées¹⁷⁻²⁰ : (0/1 point).

1.2.4.3 Mesure de l'exposition (sur 4 points)

- niveaux de bruit mesurés^{10;15;26} ou déterminés par des hygiénistes industriels^{12;13;21} : (4/4 points) (sauf 3/4 dans une étude où les relevés sonométriques n'ont pu être effectués à chaque poste⁴);
- documentée de façon prospective, auprès des mères durant la grossesse (biais de rappel peu probable)^{1;5;11} : (3/4 points);
- documentée de façon rétrospective auprès des mères après la fin de la grossesse (il est possible que la connaissance du résultat de la grossesse influence la mesure de l'exposition par un biais de rappel)^{2;3;6-8;13;14;16-18;20;21;23-25;27} : (2/4 points) (sauf 3/4 points dans une étude où les résultats d'une analyse groupée[‡] indiquent qu'un biais de rappel est peu probable¹⁹ et dans une autre où 73 % des femmes ont pu fournir une mesure exacte en dBA_(8 h)⁹);
- selon le titre d'emploi²² : (1/4 points).

Un autre aspect concernant l'exposition est la possibilité d'une erreur d'information, causée par le fait que les travailleuses exposées au bruit auront, pour la plupart, cessé d'y être exposées à partir de la 20^e semaine¹⁵ ou plus souvent bénéficié de congés temporaires durant la grossesse⁹. Cela pourrait avoir comme conséquence une sous-évaluation des associations étudiées, car il y a diminution de la durée de l'exposition chez les travailleuses plus exposées. Cependant, il est difficile d'en évaluer l'impact, car dans la majorité des articles cette information n'est pas mentionnée.

* Par exemple : « Devez-vous élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à deux mètres? »

† Par exemple : « Bruit fort, bruit modéré ou bruit absent ».

‡ Dans l'analyse groupée, l'exposition moyenne du groupe professionnel est imputée à chaque travailleuse appartenant à ce groupe. Comme la majorité des travailleuses appartenant à un groupe professionnel ont eu un résultat de grossesse favorable, l'exposition moyenne du groupe est peu susceptible d'être biaisée par la minorité qui aurait eu un résultat défavorable de grossesse.

1.2.5 Contrôle de la confusion

L'évaluation du contrôle de la confusion, sur 4 points, comporte 2 points pour les facteurs personnels et 2 points pour les facteurs professionnels (autres expositions).

Pour un facteur donné, le contrôle de la confusion est considéré adéquat si (1) le résultat était ajusté pour ce facteur; (2) le facteur n'était pas lié avec l'effet sur la grossesse dans les données; (3) l'auteur indiquait que le facteur n'entraînait pas de confusion; ou (4) la valeur du facteur était la même pour tous les sujets de l'étude, par exemple par restriction au niveau des critères d'inclusion.

1.2.5.1 Facteurs personnels (sur 2 points)

Il est reconnu que plusieurs facteurs personnels peuvent affecter les risques d'effets défavorables sur la grossesse³¹. Les facteurs ou groupes de facteurs retenus sont : (1) l'âge maternel, (2) l'histoire obstétricale (mesurée par la parité, la gravidité ou un antécédent de résultat de grossesse défavorable, ex. : AS, AAT, FPN), (3) le niveau socioéconomique (mesuré par la classe sociale, le revenu ou la scolarité), (4) la stature de la mère (mesurée par la taille, l'indice de masse corporelle (IMC) ou le poids pré-gravidique), (5) le tabagisme, (6) la consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments, (7) les maladies maternelles chroniques (diabète, hypertension artérielle, maladies auto-immunes, autres), (8) la présence d'AC, (9) la prise d'acide folique (pour les défauts de fermeture du tube neural) et (10) certaines infections (infections virales, chorio-amnionite). Selon l'effet sur la grossesse étudié, différents facteurs personnels ou groupe de facteurs peuvent entraîner de la confusion.

Facteurs pouvant entraîner de la confusion selon l'effet étudié	Effets sur la grossesse							
	AS	MN	AC	AAT	FPN	IPAG	HTG	PE
Âge maternel	✓		✓	✓	✓	✓		✓
Histoire obstétricale	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Niveau socio-économique				✓	✓	✓		
Stature de la mère		✓	✓	✓	✓	✓		✓
Tabagisme	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments	✓	✓	✓		✓	✓		
Maladies maternelles chroniques	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Présence d'anomalie congénitale	✓	✓			✓	✓		
Prise d'acide folique			✓					
Certaines infections	✓	✓	✓	✓	✓			

Un score sur 2 points sera attribué selon le nombre de facteurs ayant fait l'objet d'un contrôle adéquat de la confusion. Le nombre maximum de facteurs à contrôler varie de 3 à 9 selon l'effet sur la grossesse étudié.

Effets sur la grossesse	Nombre de facteurs ayant fait l'objet d'un contrôle de la confusion					
AS	0/7	1/7	2/7	3-4/7	5/7	6-7/7
MN	0/6	1/6	2/6	3/6	4-5/6	6/6
AC	0/7	1/7	2/7	3-4/7	5/7	6-7/7
AAT	0/7	1/7	2/7	3-4/7	5/7	6-7/7
FPN	0/9	1-4 ^a /9	5-9 ^a /9	1-3 ^b /9	4-6 ^b /9	7-9 ^b /9
IPAG	0/8	1-3 ^a /8	4-8 ^a /8	1-3 ^b /8	4-6 ^b /8	7-8 ^b /8
HTG	0/3		1/3		2/3	3/3
PE	0/4		1/4	2/4	3/4	4/4
Score sur 2 points	0 point	0,25 point	0,5 point	1 point	1,5 point	2 points

^a excluant le tabagisme.

^b incluant le tabagisme.

- la totalité ou presque, des facteurs ont fait l'objet d'un contrôle adéquat^{1-3;21} : (2/2 points);
- la plupart des facteurs ont fait l'objet d'un contrôle adéquat^{6;9;12;15;18;20;21;23;25;26} : (1,5/2 points);
- environ la moitié des facteurs ont fait l'objet d'un contrôle adéquat^{9;12;13;17;19;24;27} : (1/2 points);
- quelques facteurs ont fait l'objet d'un contrôle adéquat^{10;14;27} : (0,25-0,5/2 points);
- aucun facteur n'a fait l'objet d'un contrôle adéquat^{4;5;7;8;10;11;13;16;21;22} : (0/2 points).

1.2.5.2 Facteurs professionnels (sur 2 points)

- les autres expositions professionnelles font l'objet d'un contrôle adéquat^{1-3;10;23;25} : (2/2 points);
- les autres expositions professionnelles font l'objet d'un contrôle partiel^{13-15;18;21} : (1/2 points);
- aucune autre exposition professionnelle ne fait l'objet d'un contrôle adéquat^{4-13;16;17;19-22;24;26;27} : (0/1 point).

1.2.6 Les différents effets sur la grossesse (variables dépendantes)

Les effets sur la grossesse considérés sont : l'AS, la MN, les AC, l'AAT, le FPN, l'IPAG, la PE et l'HTG.

Les effets sur la grossesse ne sont pas toujours définis de la même manière dans les publications participant à cette synthèse. Les définitions utilisées dans chacune des études sont précisées au tableau 2.

Les AS ont été définis comme une mort fœtale survenue avant 26^{5;8} ou avant 28^{17;19} semaines de grossesse; par ailleurs, la MN correspond à une mort fœtale à 28 semaines ou plus de grossesse^{19;27}.

Dans une étude, les cas d'AC étaient définis comme certaines malformations structurales signalées au registre des malformations de la Finlande¹³ et dans une autre, les AC étaient classés selon la 9^e Classification internationale des maladies²⁷.

L'AAT est défini comme un accouchement avant 37 semaines complètes de grossesse^{3;9;10;14-16;18;21;22;27} dans tous les articles, sauf dans un où il est défini comme une naissance entre 22 et 36 semaines de grossesse²⁴.

Le FPN se définit comme un poids à la naissance inférieur à 2 500 g¹⁸. Dans deux publications, les résultats présentés se rapportent au poids moyen à la naissance^{4;10}.

Alors que dans la plupart des études, l'IPAG (nouveau-né de poids inférieur au 10^e percentile pour l'âge gestationnel et le sexe)^{2;7;10;21;27} est utilisé comme mesure du déficit de croissance fœtale, d'autres utilisent plutôt comme variable dépendante une naissance de poids inférieur au 5^e percentile pour l'âge gestationnel²⁰, une naissance à terme dont le poids est inférieur au 25^e percentile pour l'âge gestationnel⁹ ou un poids inférieur à 2 500 g parmi les naissances à terme²². Certains résultats portent sur le poids moyen de naissance ajusté pour l'âge gestationnel et le sexe²⁶ ou ajusté pour l'âge gestationnel et l'âge gestationnel au carré¹. Dans deux publications, l'IPAG n'était pas défini^{11;15}.

Différents critères ont été utilisés pour définir la PE, soit : au moins 2 épisodes d'hypertension ($\geq 140/90$ mm Hg) avec albuminurie à partir de la 20^e semaine⁶, hypertension de grossesse avec albuminurie ou œdème ou les deux¹², protéinurie et hypertension diagnostiquées à au moins deux reprises ou hospitalisation pour hypertension²⁵.

Les critères de définition de l'HTG différaient aussi parmi les études, soit : au moins 2 épisodes d'hypertension ($\geq 140/90$ mm Hg) sans albuminurie à partir de la 20^e semaine⁶, hypertension de grossesse sans albuminurie ni œdème¹², élévation d'au moins 20 mm Hg de la pression artérielle moyenne ($\frac{1}{3}$ pression systolique + pression diastolique) entre la 1^{re} et la dernière visite pré-natale²¹, pression systolique ≥ 140 mm Hg et/ou pression diastolique ≥ 90 mm Hg lors d'au moins un trimestre de la grossesse²³. Dans une autre étude, la variation de tension artérielle diastolique au 3^e trimestre a été mesurée¹⁰.

1.2.7 Évaluation des risques de biais

Les caractéristiques méthodologiques des études permettent d'évaluer les risques de biais. Les principaux biais à évaluer dans le domaine des effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse sont : le biais de sélection (mode de sélection et participation (%) de la population), le biais d'information au niveau de l'exposition (définition et mesure) et le biais de confusion (facteurs personnels, autres expositions professionnelles).

Risque de biais	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux facteurs personnels	Biais de confusion lié aux autres expositions professionnelles
Faible	Participation ≥ 80 % et sélection adéquate	Mesure objective en dBA	Tous ou la plupart des facteurs sont contrôlés	Contrôle adéquat des autres expositions professionnelles
Modéré	Participation de 65 à 79 % et sélection adéquate	Question permettant d'évaluer le niveau sonore ou posée à la mère durant la grossesse, ou estimé par le titre d'emploi sans connaître l'issue de la grossesse	Environ la moitié ou quelques facteurs sont contrôlés	Contrôle partiel des autres expositions professionnelles
Élevé	Participation < 65 % ou? ou sélection inadéquate	Question posée à la mère après la fin de la grossesse ne permettant pas d'évaluer le niveau sonore	Aucun facteur n'est contrôlé	Aucun contrôle des autres expositions professionnelles

Pour chaque dyade « bruit en milieu de travail – effet sur la grossesse », un tableau résume les risques de biais présents dans chaque étude et une figure illustre les proportions d'études qui présentent des risques de biais dans cette dyade.

Lors de l'analyse des résultats de la dyade, l'impact des risques de biais sera estimé par des analyses de sensibilité et si possible, par une méta-régression. Ces étapes sont expliquées aux sections 1.3.3 et 1.3.4.

1.2.8 Présentation des résultats des études originales

Les résultats de chaque étude originale sont présentés sous forme de tableaux. Chaque type d'effet du bruit professionnel durant la grossesse fait l'objet d'un tableau différent.

Dans certains cas, l'estimé de la mesure d'association (MA) et de l'intervalle de confiance (IC)^{10;14;17;21;22} ou l'IC seul^{8;11;17-19} ont dû être calculés par l'auteure à l'aide des données présentées dans la publication d'origine.

Les mesures d'association accompagnées d'un IC ne sont pas toutes utilisées dans les méta-analyses, car il arrive que l'on doive choisir le résultat correspondant le mieux à l'exposition étudiée. Par exemple, à la section 2.4, deux résultats sont issus de la même étude; l'un correspond à une exposition d'au moins 78 dBA et l'autre correspond à une exposition d'au moins 90 dBA. C'est le résultat coïncidant le mieux à l'exposition étudiée dans la dyade qui fera partie de l'analyse.

Certains résultats incompatibles avec le calcul des mesures d'association synthèses^{1;4;10;26} sont quand même présentés, dans les tableaux décrivant les résultats des études originales, pour l'information du lecteur et sont pris en compte lors de l'évaluation du risque. Ces résultats peuvent porter sur :

- la durée de la grossesse⁴;
- le poids à la naissance^{4;10};
- le poids ajusté pour l'âge gestationnel et pour l'âge gestationnel au carré¹;
- le poids ajusté pour l'âge gestationnel et le sexe du bébé²⁶;
- la variation de tension artérielle diastolique au 3^e trimestre¹⁰.

1.2.9 Le bruit en milieu de travail et l'audition de l'enfant

Après avoir complété la première et principale partie de cette synthèse systématique, il a été décidé d'ajouter une section portant sur l'effet du bruit, en milieu de travail durant la grossesse, sur l'audition de l'enfant.

Une nouvelle recherche de publications a été faite et les études identifiées ont été évaluées en adaptant la méthode décrite aux points 1.2 à 1.2.8.

Les résultats de cette recherche de publications, la description des études et l'analyse de leurs résultats sont présentés à la section 2.8.

1.3 MÉTA-ANALYSE

La méta-analyse constitue l'étape de la synthèse quantitative des résultats d'une synthèse systématique. Elle comprend l'estimation d'une mesure d'association synthèse (MAS)[§], l'évaluation de l'hétérogénéité et l'exploration des sources potentielles d'hétérogénéité. Ces deux dernières sous-étapes permettront de porter un jugement sur la pertinence d'utiliser soit la MAS globale (de l'ensemble des études), soit des mesures d'association synthèses par sous-groupes, ou de ne pas utiliser de MAS dans l'évaluation du risque.

Pour chaque dyade combinant un effet sur la grossesse ou l'audition de l'enfant (variable dépendante) en lien avec le bruit en milieu de travail (variable indépendante), une méta-analyse a été réalisée lorsque le matériel disponible le permettait.

1.3.1 Estimation de la mesure d'association synthèse

Lorsque plusieurs résultats sont disponibles pour une dyade (exposition au bruit en milieu de travail – effet sur la grossesse ou l'audition de l'enfant) et que ces résultats sont présentés (ou calculables) sous la forme d'une mesure d'association avec son intervalle de confiance (IC); il est possible de calculer une MAS à partir de ces résultats. La MAS est obtenue à partir des risques relatifs (RR) ou des rapports de cotes (RC). En effet, lorsque le risque d'effet défavorable sur la grossesse est faible, le RC est un bon estimé du RR d'incidence cumulative³² et il est possible de combiner des RC et des RR afin d'obtenir une MAS. Une

[§] Ici, le terme mesure d'association synthèse (MAS) remplace les termes risque relatif résumé (RRR) et risque relatif synthèse (RRS) utilisés dans les méta-analyses précédentes de l'auteure.

MAS avec son IC 95 % est obtenue en effectuant une somme pondérée des MA (RR ou RC).

Les calculs s'effectuent d'abord suivant le modèle à effets fixes où les MA sont pondérées selon l'inverse de leur variance (poids = $1/\text{var}(\ln \text{MA})$), estimée à l'aide de l'IC. Ensuite, pour tenir compte de l'hétérogénéité, le modèle à effets aléatoires est utilisé suivant la méthode proposée par DerSimonian et Laird³³. La MAS calculée avec le modèle à effets aléatoires est un résultat statistiquement plus conservateur; par conséquent, son IC sera plus large. La méthode de calcul est expliquée à l'annexe 2.

1.3.2 Évaluation de l'hétérogénéité

On entend par hétérogénéité, une variation entre les résultats d'études qui est plus grande que la variation attendue (simplement due au hasard)³⁴. Plusieurs approches existent pour évaluer l'hétérogénéité, parmi lesquelles trois sont proposées ici. Il s'agit de la comparaison des mesures d'association synthèses obtenues par le modèle à effets fixes et par le modèle à effets aléatoires, du test du χ^2 d'hétérogénéité et du test du I^2 .

Plus l'hétérogénéité est faible, plus le résultat obtenu à l'aide du modèle à effets aléatoires se rapproche de celui obtenu avec le modèle à effets fixes. En l'absence d'hétérogénéité, c'est-à-dire lorsque le $\chi^2_{(\text{hétéro.})}$ est inférieur ou égal aux degrés de liberté ((d.d.l.) = nombre d'études moins 1), la MAS obtenue avec le modèle à effets aléatoires sera égale à celle obtenue avec le modèle à effets fixes. Par contre, une différence importante entre les deux mesures d'association synthèses indique la présence d'hétérogénéité marquée.

L'hétérogénéité est souvent évaluée à partir du $\chi^2_{(\text{hétéro.})}$ et du nombre de d.d.l. dont on peut tirer une valeur-p d'hétérogénéité. Le seuil de 10 % (valeur-p < 0,10) est généralement reconnu comme indiquant la présence d'hétérogénéité. Cependant, ce test a peu de puissance pour détecter l'hétérogénéité lorsqu'il y a peu d'études, et détecte trop facilement une hétérogénéité cliniquement non importante lorsqu'il y a beaucoup d'études³⁵.

Un autre test statistique, le I^2 est indépendant du nombre d'études. Il exprime la proportion de la variabilité totale attribuable à l'hétérogénéité^{34;36}. Il n'y a pas de règle universelle permettant de qualifier l'hétérogénéité de légère, modérée ou sévère, mais il est suggéré qu'une hétérogénéité légère corresponde à un $I^2 < 30\text{-}40\%$ et qu'une hétérogénéité notable corresponde à un $I^2 > 50\%$ ^{34;36}. La méthode de calcul du I^2 est expliquée à l'annexe 2.

1.3.3 Analyses de sensibilité et analyses par sous-groupes

Pour chaque effet sur la grossesse ou l'audition de l'enfant, une MAS globale (portant sur l'ensemble des études concernées) est calculée et l'hétérogénéité est évaluée. En présence d'hétérogénéité, il faut tenter d'en expliquer l'origine. Les analyses de sensibilité sont utiles pour vérifier la robustesse ou stabilité de la MAS selon différents scénarios. Chaque scénario implique un critère d'inclusion plus sévère qui permet de constituer un sous-ensemble d'études où le risque d'un biais est faible.

Les analyses de sensibilité sont effectuées en calculant une MAS pour chaque sous-ensemble d'études dont les caractéristiques méthodologiques indiquent un risque faible pour un type de biais (de sélection, d'information au niveau de l'exposition, de confusion lié aux facteurs personnels ou aux autres expositions professionnelles) et un score de validité élevé (supérieur ou égal à 13/18). Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé faible, sont décrites à la section 1.2.7. Ces analyses de sensibilité permettent de vérifier si les mesures d'association synthèses diffèrent selon les caractéristiques méthodologiques et le score global de validité.

Des analyses par sous-groupes sont aussi utiles pour explorer les sources d'hétérogénéité telles que certaines caractéristiques des populations, de l'exposition ou de l'effet. Les analyses par sous-groupes indiquent si la mesure d'association diffère selon les strates de variables telles que le secteur d'activité (ex. : santé, cléricale, industrie), la définition de l'effet (définition classique de l'IPAG, autres définitions de l'IPAG), etc.

1.3.4 Méta-régression

Une autre approche pour expliquer l'hétérogénéité est la méta-régression; cette méthode permet d'examiner si l'hétérogénéité peut s'expliquer par un ou plusieurs facteurs. La méta-régression est une modélisation par régression multivariée où chaque étude est considérée comme un sujet, l'exposition (bruit en milieu de travail) est l'équivalent de la variable indépendante, la mesure d'association ($\ln(RR \text{ ou } RC)$) obtenue par chaque étude est la variable dépendante, et les différents risques de biais sont les covariables.

Alors que les analyses de sensibilité d'une méta-analyse évaluent séparément l'effet de chaque risque de biais, le principal avantage de la méta-régression est de pouvoir tenir compte simultanément de plusieurs risques de biais. Cependant, moins il y a d'études et plus le nombre des covariables à prendre en compte est grand, moins la méta-régression sera utilisable^{37;38}. Le modèle de méta-régression pourra aussi évaluer les interactions entre les covariables lorsque pertinent.

La prise en compte simultanée des différents risques de biais par le modèle de méta-régression permet d'interpréter la MAS ajustée comme une estimation de l'association qui serait mesurée par un groupe théorique d'études où tous les risques de biais seraient faibles.

Afin de choisir le meilleur modèle, les covariables les plus faiblement associées sont retirées du modèle pourvu que leur retrait améliore l'ajustement du modèle (la signification statistique globale basée sur un test de F) sans trop diminuer la part de variation expliquée par le modèle (coefficient de détermination (R^2)) ni modifier de plus de $\pm 10 \%$ la valeur de la MAS ajustée du modèle initial.

1.3.5 Recherche du biais de publication

Un biais de publication peut se produire parce que les études ayant obtenu des résultats statistiquement significatifs ont plus de chance d'être publiées que les études dont les résultats n'atteignent pas le seuil de signification statistique^{37;38}. Si plusieurs études ayant

obtenu des résultats négatifs ou non statistiquement significatifs, non publiées, ne sont pas recensées, un biais de publication peut sérieusement affecter les résultats de la synthèse systématique, d'où l'importance de chercher à inclure toutes les études pertinentes.

Puisque les études réalisées à partir de larges effectifs ont plus de chance d'obtenir des résultats statistiquement significatifs, il existe une méthode qui permet d'évaluer la plausibilité d'un biais de publication. Cette méthode fait appel à un graphique « en entonnoir » (en anglais « funnel plot ») dans lequel la mesure d'association est sur l'axe des X sur une échelle logarithmique, et l'ordonnée (axe des Y) correspond à l'inverse de la variance de la mesure d'association. Donc, les points représentant les résultats des études de plus faible effectif seront situés vers le bas.

En présence d'un biais de publication, des études n'ayant pas obtenu un résultat statistiquement significatif, en général plus petites, seront absentes, il y aura donc moins de points du côté gauche. C'est pourquoi une répartition asymétrique à droite suggère un biais de publication³⁷⁻³⁹. En l'absence de biais de publication, on peut s'attendre à dénombrer environ autant de petites études de part et d'autre de la MAS (fortement influencée par les grandes études). Dans ce cas, les points au bas du graphique sont répartis de manière symétrique et le biais de publication est jugé improbable. Les graphiques en entonnoir sont illustrés à l'annexe 3.

1.3.6 Présentation des résultats de la méta-analyse

Les résultats des méta-analyses sont présentés sous forme de tableaux. Pour chaque effet étudié, une MAS globale est présentée puis les mesures d'association synthèses obtenues pour chaque analyse de sensibilité et par sous-groupes, lorsque de telles analyses sont effectuées. Pour chaque MAS calculée, les résultats d'études inclus sont identifiés, la valeur-p et le χ^2 d'hétérogénéité sont présentés ainsi que le résultat du test « I^2 ». Les mesures d'association synthèses obtenues par les modèles à effets fixes et aléatoires (lorsque possible) sont présentés avec leur IC.

Pour chaque méta-régression réalisée, les résultats présentés comprennent les mesures d'association synthèses ajustées pour chaque variable (exposition et covariables) retenues dans le modèle. Elles sont accompagnées de leur valeur-p et IC à 95 %. La signification statistique globale du modèle (test de F) et le coefficient de détermination (R^2) sont présentés pour chaque modèle de méta-régression.

Les figures, réalisées à l'aide du logiciel StatsDirect, complètent la présentation des résultats de méta-analyse pour chaque dyade. Les traits horizontaux, sur une échelle logarithmique, représentent l'IC 95 % de chaque mesure d'association. Ces dernières sont représentées par un rectangle noir dont la surface est proportionnelle à leur poids dans le calcul de la MAS avec le modèle à effets fixes. Les losanges clairs, au bas des figures, représentent les mesures d'association synthèses obtenues pour toutes les études et pour différents sous-ensembles d'études (analyses de sensibilité et de sous-groupes).

1.4 FORCE DE L'ÉVIDENCE

Pour chaque dyade combinant un effet sur la grossesse ou l'audition de l'enfant avec le bruit en milieu de travail, un niveau de force de l'évidence est établi. Ce niveau correspond au degré de confiance que l'on peut avoir en la véracité de l'association.

La force de l'évidence sera classée dans l'un des sept niveaux suivants, en tenant compte de l'**ampleur de l'effet** et des **quatre critères** suivants : plausibilité biologique, précision statistique, validité et cohérence, ainsi que de la possibilité d'un **biais de publication**.

- I. Évidence forte d'augmentation du risque
- II. Évidence suffisante d'augmentation du risque
- III. Suspicion d'augmentation du risque
- IV. Les données ne permettent pas de conclure
- V. Suspicion d'absence d'augmentation du risque
- VI. Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque
- VII. Évidence forte d'absence d'augmentation du risque

1.4.1 Ampleur de l'effet

L'ampleur de l'effet sera déterminée par la valeur de la MAS globale (de l'ensemble des études), ou par la valeur de la MAS découlant des études de score de validité** élevé (si cette dernière diffère de la MAS globale). Lorsqu'une méta-régression est effectuée, l'ampleur de l'effet est déterminée par la valeur de la MAS ajustée.

- **≥ 2,00** : l'ampleur de l'effet est considérée comme élevée;
- **entre 1,15 et 1,99** : l'ampleur de l'effet est considérée comme modérée;
- **entre 1,05 et 1,14** : l'ampleur de l'effet est considérée comme faible;
- **< 1,05** : l'ampleur de l'effet est considérée comme négligeable ou nulle.

Ces catégories de l'ampleur de l'effet (élevée, modérée, faible, ...) sont applicables au domaine de l'effet des conditions de travail sur la grossesse. Le choix des limites de chaque catégorie est arbitraire et tient compte de l'incidence relativement élevée d'effets néfastes observables chez les femmes enceintes. En effet, si une condition survenant normalement pour 15 % des grossesses se trouve augmentée de 20 %, il y aura alors 18 % (3 % de plus) des grossesses qui en seront affectées; ce qui représente un impact notable. Par ailleurs, une association dont l'ampleur est faible peut quand même être causale³².

Pour les dyades où le niveau de la force de l'évidence est de I, II ou III, le nombre de sujets à traiter pour éviter un cas, *number needed to treat*³⁷ en anglais, sera utilisé pour estimer le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas. Ce nombre dépend à la fois de la MAS et du risque de base dans le groupe de comparaison, pour l'effet en

** Mise en garde : Le score de validité utilisé n'étant pas universel, il est possible que d'autres évaluateurs utilisant d'autres grilles portent un jugement différent sur la validité des études. Cependant, le score utilisé ici est basé sur des éléments les plus objectifs possibles afin de faciliter l'évaluation de la validité des études.

cause. Plus grands sont la MAS et le risque de base, plus petit sera le nombre de sujets à traiter pour éviter un cas. Différentes sources sont utilisées pour établir les risques de base de chaque effet, nécessaires au calcul du nombre de sujets à traiter^{31;40;41}. La méthode de calcul est expliquée à l'annexe 4.

1.4.2 Évaluation des quatre critères

La qualité de chaque critère : plausibilité biologique, précision statistique, validité et cohérence; sera évaluée comme bonne, moyenne ou faible tel que décrit ci-dessous.

1.4.2.1 Plausibilité biologique

- Bonne si les connaissances de physiologie humaine ou les études animales permettent **d'expliquer comment** l'exposition pourrait entraîner l'effet sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant.
- Moyenne (plausible jusqu'à preuve du contraire) si les connaissances de physiologie humaine ou les études animales **laissent supposer** que l'exposition pourrait entraîner l'effet sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant, **sans qu'on ne connaisse**, cependant, **les mécanismes physiologiques** sous-jacents.
- Faible (non plausible jusqu'à preuve du contraire) si les connaissances de physiologie humaine ou les études animales indiquent que **l'exposition ne pourrait pas entraîner** l'effet sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant.

1.4.2.2 Précision statistique

Si l'ampleur de l'effet est $\geq 1,05$ et que la **MAS globale** (de l'ensemble des études) a déterminé l'ampleur de l'effet, la précision statistique sera considérée :

- Bonne si l'IC 95 % de la MAS est statistiquement significatif (**SS**) (début après la valeur 1,00);
- Moyenne si l'IC 95 % de la MAS **débute entre 0,90 et 1,00**;
- Faible si l'IC 95 % de la MAS **débute avant 0,90**.

Si l'ampleur de l'effet est $\geq 1,05$ et qu'elle a été déterminée soit par la MAS des études de score de validité élevé ou par la MAS ajustée d'une méta-régression, la précision statistique sera évaluée à l'aide du schéma suivant :

		Début de l'IC 95 % de la MAS globale		
		SS ($> 1,00$)	0,90-1,00	$< 0,90$
Début de l'IC 95 % -de la MAS des études de score de validité élevé, -ou de la MAS ajustée obtenue par méta-régression	SS ($> 1,00$)		Bonne	
	0,90-1,00		Moyenne	
	0,80-0,89			
	$< 0,80$		Faible	

Si l'ampleur de l'effet est < 1,05, la précision statistique sera considérée :

- Bonne si l'IC 95 % de la MAS est comprise **entre 0,80 et 1,25**;
- Moyenne si l'IC 95 % de la MAS est comprise **entre 0,67 et 1,50**;
- Faible si l'IC 95 % de la MAS est **plus large**.

La précision statistique est l'un des quatre critères, d'importance équivalente, utilisés pour évaluer la force de l'évidence. Une interprétation erronée et fréquente du résultat d'un test de signification statistique est de déclarer qu'il n'y a pas de différence entre les groupes si le test n'est pas statistiquement significatif³². D'ailleurs, bien que généralement admis, le choix du seuil de signification à 0,05 demeure une convention arbitraire³².

1.4.2.3 Validité

Les analyses de sensibilité sont utiles dans l'évaluation de la validité. Elles sont effectuées en calculant d'autres mesures d'association synthèses sur des sous-ensembles d'études ayant un faible risque de présenter chacun des biais suivants :

- Biais de sélection; faible si le taux de participation est d'au moins 80 % et la sélection des sujets adéquate,
- Biais d'information au niveau de l'exposition; faible si mesurée en dBA,
- Biais de confusion lié aux facteurs personnels; faible si tous ou la plupart des facteurs ont fait l'objet d'un contrôle adéquat,
- Biais de confusion lié aux autres expositions professionnelles; faible si les autres expositions professionnelles ont fait l'objet d'un contrôle adéquat.

Les quatre MAS résultant des analyses de sensibilité seront comparées avec l'ampleur de l'effet pour en vérifier la stabilité. Si l'ampleur de l'effet est $\geq 1,05$, elle sera considérée stable pour une analyse de sensibilité, si la MAS de cette analyse de sensibilité est au moins aussi grande ou du même ordre de grandeur ($\pm 10\%$) tout en demeurant d'au moins 1,05. Si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$, elle sera considérée stable pour une analyse de sensibilité, si la MAS de cette analyse de sensibilité est aussi $< 1,05$.

La validité sera jugée :

- Bonne si l'ampleur de l'effet est stable pour les **quatre** analyses de sensibilité et s'il y a au moins 2 études dont le score de validité est élevé dans cette dyade.
- Moyenne si l'ampleur de l'effet est stable :
 - soit pour les **quatre** analyses de sensibilité, mais qu'il y a moins de 2 études dont le score de validité est élevé dans cette dyade,
 - soit pour **deux ou trois** des quatre analyses de sensibilité et s'il y a au moins 2 études dont le score de validité est élevé dans cette dyade.
- Faible si l'ampleur de l'effet est stable :
 - soit pour **deux ou trois** des quatre analyses de sensibilité, mais qu'il y a moins de 2 études dont le score de validité est élevé dans cette dyade,
 - soit pour **moins de deux** des quatre analyses de sensibilité.

Lorsqu'une **méta-régression** aura été **réalisée**, les analyses de sensibilité ne serviront pas pour évaluer la validité, car la MAS du modèle retenu devra être égale à $\pm 10\%$ de la valeur de la MAS ajustée simultanément pour tous les risques de biais non faibles. La validité est considérée comme :

- Bonne si l'ampleur de l'effet est déterminée par une MAS ajustée obtenue par méta-régression.

1.4.2.4 Cohérence

La cohérence sera évaluée par deux tests d'hétérogénéité (valeur-p du X^2 et I^2) et par l'appréciation de la distorsion^{††} entre la MAS produite par le modèle à effets aléatoires et celle obtenue avec le modèle à effets fixes.

La cohérence sera jugée :

- Bonne si **absence de distorsion et $I^2 < 40\%$** .
- Moyenne si **absence de distorsion et [$I^2 = 40-50\%$ ou ($I^2 > 50\%$ et $p \geq 0,10$)]**.
- Faible si **présence de distorsion ou ($I^2 > 50\%$ et $p < 10\%$)**.

Lorsqu'une méta-régression aura été effectuée, la valeur du R^2 sera prise en considération en plus des tests d'hétérogénéité de la méta-analyse afin de tenir compte de la part d'hétérogénéité expliquée par le modèle.

1.4.3 Classification de la force de l'évidence en sept niveaux

La force de l'évidence sera classée dans l'un des sept niveaux suivants :

- I. Évidence forte qu'il y a augmentation du risque
- II. Évidence suffisante qu'il y a augmentation du risque
- III. Suspicion d'une augmentation du risque
- IV. Les données ne permettent pas de conclure
- V. Suspicion d'absence d'augmentation du risque
- VI. Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque
- VII. Évidence forte d'absence d'augmentation du risque

Pour les dyades où l'ampleur de l'effet est $\geq 1,05$, la classification de la force de l'évidence tiendra compte des quatre critères (plausibilité biologique, précision statistique, validité, cohérence); tandis que si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$ trois des quatre critères (précision statistique, validité, cohérence) seront pris en compte. Dans ce cas, la plausibilité biologique est considérée séparément. Le tableau 1 résume les conditions nécessaires pour la classification de la force de l'évidence décrite ci-dessous. Ces conditions sont aussi présentées sous forme d'un arbre décisionnel à la figure 1.

^{††} Il y a présence de distorsion si la MAS du modèle à effets fixes est $< 1,05$ alors que la MAS du modèle à effets aléatoires est $\geq 1,05$ ou en présence de la situation inverse.

Si l'ampleur de l'effet est $\geq 1,15$ la force de l'évidence sera de :

- niveau I : Évidence forte qu'il y a augmentation du risque, si :
 - les 4 critères sont bons **et** qu'un biais de publication est improbable;
- niveau II : Évidence suffisante qu'il y a augmentation du risque, si :
 - les 4 critères sont bons **mais** le graphique « en entonnoir » suggère un biais de publication.

Si l'ampleur de l'effet est $\geq 1,05$ la force de l'évidence sera de :

- niveau II : Évidence suffisante qu'il y a augmentation du risque, si :
 - aucun critère n'est faible **et** au moins deux critères sont bons (dont la plausibilité biologique **et** soit (la validité ou la précision statistique));
- niveau III : Suspicion d'une augmentation du risque, si :
 - aucun critère n'est faible **et** au moins deux critères sont bons **mais** (la plausibilité biologique est moyenne **ou** (la validité et la précision statistique sont moyennes)) ou;
 - aucun critère n'est faible **et** moins que deux critères sont bons ou;
 - 1 critère est faible (pas la plausibilité biologique) **et** au moins un critère est bon.
- niveau IV : Les données ne permettent pas de conclure, si :
 - au moins 2 critères sont faibles ou;
 - 1 critère est faible **et** aucun n'est bon ou;
 - la plausibilité biologique est faible ou;
 - une importante distorsion ne permet pas de dire si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$ ou $\geq 1,05$.

Si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$ la force de l'évidence sera de :

- niveau VII : Évidence forte d'absence d'augmentation du risque, si :
 - les 3 critères^{††} sont bons **et** qu'un biais de publication est improbable.
- niveau VI : Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque, si :
 - les 3 critères^{††} sont bons **mais** le graphique « en entonnoir » suggère un biais de publication ou;
 - moins que 2 critères^{††} sont faibles **et** la plausibilité biologique est faible ou;
 - aucun critère^{††} n'est faible **et** au moins deux critères^{††} sont bons.
- niveau V : Suspicion d'absence d'augmentation du risque, si :
 - aucun critère^{††} n'est faible **et** moins que deux critères^{††} sont bons ou;
 - 1 critère^{††} est faible **et** au moins un critère^{††} est bon.

^{††} Les trois critères sont la précision statistique, la validité et la cohérence. Si l'ampleur de l'effet est négligeable ou nulle ($< 1,05$), la plausibilité biologique est considérée à part.

- niveau IV : Les données ne permettent pas de conclure, si :
 - au moins 2 critères^{††} sont faibles ou;
 - 1 critère^{††} est faible **et** aucun n'est bon ou;
 - une importante distorsion ne permet pas de dire si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$ ou $\geq 1,05$.

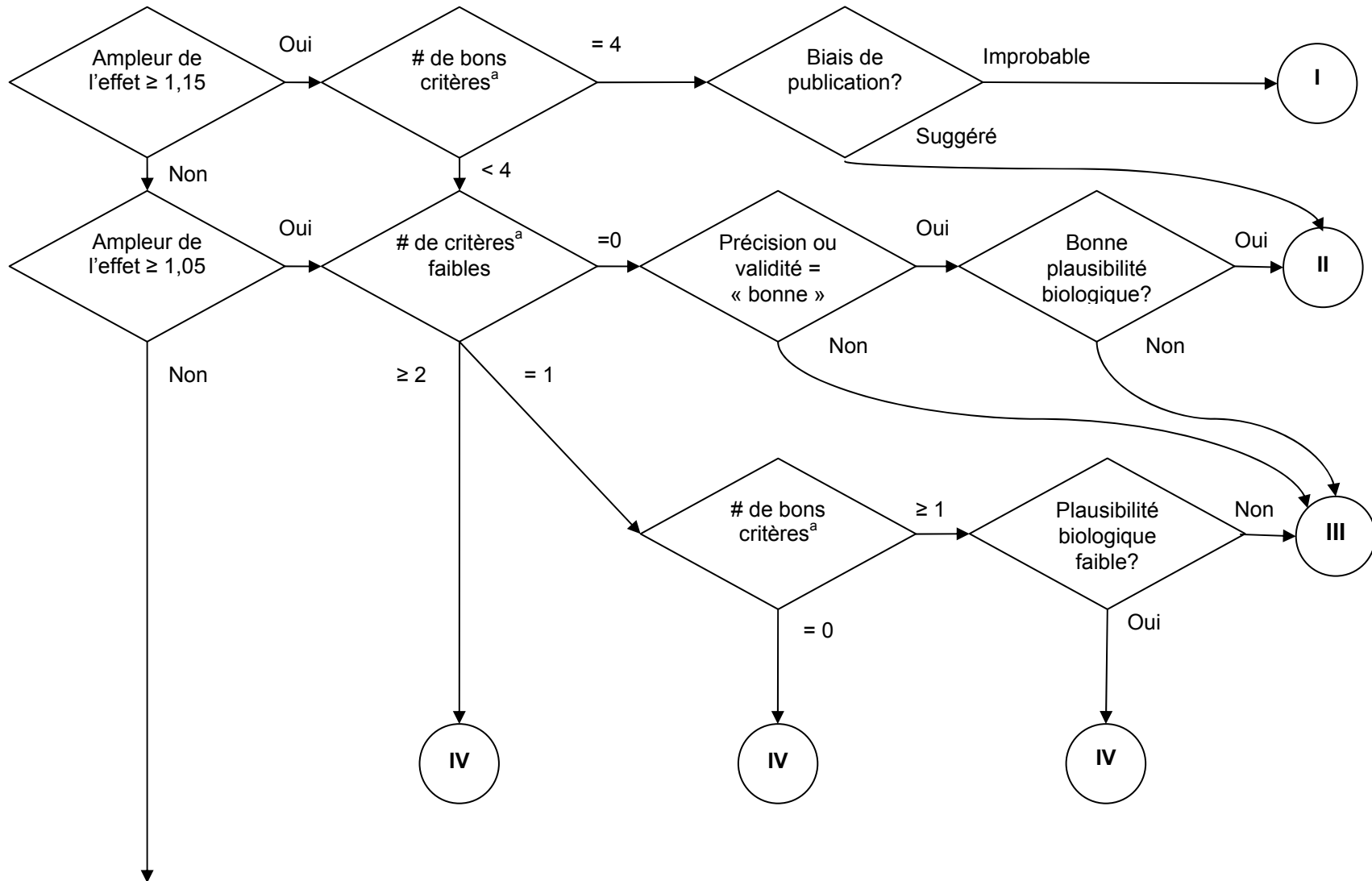
Tableau 1 Résumé des conditions nécessaires pour la classification de la force de l'évidence (FÉ) en 7 niveaux

Ampleur de l'effet $\geq 1,05$		Ampleur de l'effet $< 1,05$	
FÉ	Parmi les 4 critères ^a , évaluer le nombre qui sont jugés : bon (B), moyen (M) ou faible (F).	Parmi les 3 critères ^b , évaluer, le nombre qui sont jugés : bon (B), moyen (M) ou faible (F). Considérer la plausibilité biologique séparément.	FÉ
I	Ampleur $\geq 1,15 + 4B$ + biais de publication improbable (sinon II)	$3B$ + biais de publication improbable (sinon VI)	VII
II	$0F + \geq 2B$ (dont plausibilité biologique et (validité ou précision)) (sinon III)	$< 2F$ + plausibilité biologique faible; $0F + \geq 2B$	VI
III	$0F + < 2B$; $1F$ (pas la plausibilité biologique) + $\geq 1B$	$0F + < 2B$; $1F + \geq 1B$	V
IV	$\geq 2F$; $1F + 0B$; plausibilité biologique faible (F)	$\geq 2F$; $1F + 0B$;	IV
IV	Ampleur indéterminée : une importante distorsion empêche de dire si l'ampleur de l'effet est $< 1,05$ ou $\geq 1,05$.		IV

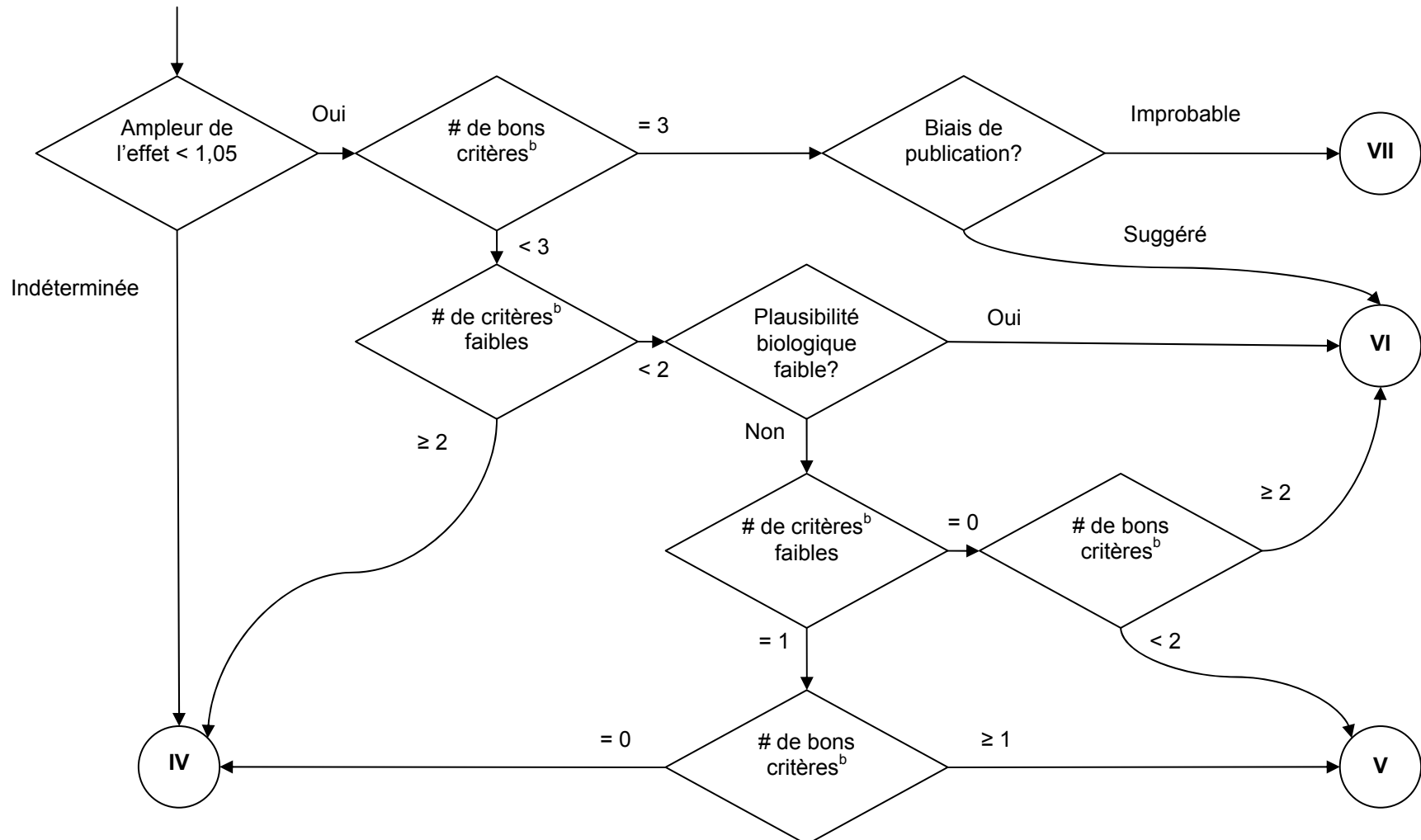
^a Plausibilité biologique, précision statistique, validité, cohérence.

^b Précision statistique, validité, cohérence.

Figure 1 Arbre décisionnel de classification de la force de l'évidence



^a Parmi les 4 critères suivants : plausibilité biologique, précision statistique, validité et cohérence.



^b Parmi les 3 critères suivants : précision statistique, validité et cohérence.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
Chen <i>et al.</i> 2000 ¹	cohorte prospective n = 792	Chine, 1996-1998, travailleuses d'une usine pétrochimique moderne (1 point)	Employées ayant eu une naissance vivante simple à l'hôpital de la compagnie (le seul de la région). Exclusion si : anomalie congénitale majeure, problème gynécologique ou endocrinien, exposée à un solvant autre que le benzène, fumeuse, consomme de l'alcool. (2 points)	92 % (2 points)	Poids ajusté pour l'âge gestationnel et l'âge gestationnel au carré (0,5 point)	Poids mesuré à la salle d'accouchement par l'infirmière. Durée selon la date des dernières menstruations. (1 point)
Croteau <i>et al.</i> 2006 ²	1 536 cas et 4 441 témoins	Canada, 1997-1999, travailleuses (2 points)	Tous les cas et 20 % des non-cas parmi les naissances vivantes simples de travailleuses (≥ 20 h/sem., ≥ 4 sem.) dans 7 régions du Québec. (2 points)	cas : 90 % témoins : 93 % (2 points)	IPAG ^a (1 point)	Déclarations de naissance (1 point)
Croteau <i>et al.</i> 2007 ³	1 242 cas et 4 513 témoins	Canada, 1997-1999, travailleuses (2 points)	Tous les cas et 20 % des non-cas parmi les naissances vivantes simples de travailleuses (≥ 20 h/sem., ≥ 4 sem.) dans 7 régions du Québec. (2 points)	cas : 90 % témoins : 93 % (2 points)	AAT ^b (1 point)	Déclarations de naissance (1 point)
Duclos <i>et al.</i> 1984 ⁴	étude rétrospective n = 192	France, 1979-1980, ouvrières (2 points)	Sélection de femmes ouvrières parmi les dossiers d'une maternité de la périphérie Lyonnaise. (2 points)	40 % (0 point)	Poids à la naissance, Durée de la grossesse (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)
Florack <i>et al.</i> 1993 ⁵	cohorte prospective n = 170	Allemagne, 1987-1989, travailleuses (2 points)	Le personnel féminin non-médical de 39 hôpitaux, planifiant une grossesse, a été invité à participer. (2 points)	estimée à 85 % (2 points)	AS (< 26 semaines) (1 point)	Selon la mère, et pour la plupart des cas, contact avec le médecin ou la sage-femme (1 point)

^a Poids inférieur au 10^e percentile pour l'âge gestationnel et le sexe de l'enfant.

^b Accouchement avant 37 semaines complètes de grossesse.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
Haelterman <i>et al.</i> 2007 ⁶	102 cas de PE, 99 cas d'HTG et 4 381 témoins	Canada, 1997-1999, travailleuses (2 points)	Échantillon aléatoire (20 %) des naissances vivantes simples de travailleuses (≥ 20 h/sem., ≥ 4 sem.) dans 7 régions du Québec. Exclusion si : hypertension (HTA) ou diabète chronique nécessitant une médication, autres maladies chroniques prédisposant à la PE ^c , HTA avant 20 semaines de grossesse, seulement 1 épisode d'HTA rapporté, PE déclarée sans au moins 2 épisodes d'HTA ou protéinurie à partir de la 20 ^e semaine. (2 points)	93 % (2 points)	PE ^d , HTG ^e (1 point)	Questionnaire administré aux mères par entrevue téléphonique après l'accouchement. (0,5 point)
Hanke <i>et al.</i> 1999 ⁷	étude rétrospective n = 1 064	Pologne, 1996-1997, travailleuses (1,5 point)	Échantillon aléatoire de 8 % des naissances (≥ 22 sem.) vivantes simples sans malformation. Exclusion si maladie chronique de la mère. (2 points)	99 % (2 points)	IPAG ^a (1 point)	Dossiers médicaux et échographie (1 point)
Hansteen <i>et al.</i> 1996 ⁸	793 cas et 808 témoins	Norvège, 1985-1989 (2 points)	Cas : femmes admises pour un AS au département de gynécologie d'un hôpital régional; témoins : sélectionnés parmi les femmes consultant pour une échographie de routine à 17-18 semaines, appariés pour l'âge maternel (± 5 ans) et le moment de la conception (± 4 semaines). Exclusion si plus de 3 AS antérieurs. (2 points)	cas = 99 % tém. = 98 % (2 points)	AS (< 26 semaines) (1 point)	Selon le diagnostique posé à l'hôpital. (1 point)

^c Arthrite rhumatoïde, colite ulcéreuse, lupus érythémateux disséminé.

^d Au moins 2 épisodes d'hypertension (≥ 140/90 mm Hg) avec albuminurie à partir de la 20^e semaine.

^e Au moins 2 épisodes d'hypertension (≥ 140/90 mm Hg) sans albuminurie à partir de la 20^e semaine.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
Hartikainen-Sorri <i>et al.</i> 1988 ⁹	189 cas d'AAT et 189 témoins, 204 cas d'IPAG et 204 témoins	Finlande, 1982, travailleuses (2 points)	Parmi les naissances simples de 2 CH universitaires, recrutement de tous les cas (AAT, IPAG) et de la prochaine naissance simple de même sexe, (à terme pour les témoins des AAT), (de même âge gestationnel et de poids $\geq 50^{\text{e}}$ percentile pour les témoins des IPAG), du même hôpital, appariés pour l'âge maternel (± 3 ans), la parité et le domicile (rural/urbain). (2 points)	83 % (2 points)	AAT ^b , IPAG ^f (0,5 pt. (IPAG)) (1 point (AAT))	Dossiers médicaux (1 point)
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	cohorte prospective n = 292	Finlande, 1983-1987, travailleuses (2 points)	Dans les milieux de travail visés (bruyants), les femmes exposées (≥ 78 dBA _(8 h)) et intéressées à participer devaient contacter le groupe de recherche au début de la grossesse. Les non-exposées (3 :1) (conditions de travail semblables à l'exception du bruit) étaient recrutées au centre de santé maternelle et appariées pour l'âge maternel (± 3 ans) et la parité. (1 point)	participation volontaire des femmes exposées (0 point)	AAT ^b , poids moyen, IPAG ^a , tension artérielle diastolique au 3 ^e trimestre (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)
Hruba <i>et al.</i> 1999 ¹¹	cohorte prospective n = 3 897	République Tchèque, 1990-1992 (1,5 point)	Femmes enceintes recrutées à la 18 ^e semaine de grossesse. (2 points)	? (0 point)	IPAG (non définie) (0 point)	Selon l'obstétricien ou le pédiatre questionné. (1 point)
Irwin <i>et al.</i> 1994 ¹²	étude rétrospective n = 5 522	USA, 1987-1989, militaires (2 points)	Femmes dans la marine admises à l'hôpital militaire pour l'accouchement d'un seul enfant. Femmes appariées au fichier des ressources humaines de la Défense dont le titre d'emploi a permis de caractériser les expositions professionnelles. Exclusion si hypertension préexistante. (2 points)	88 % (2 points)	HTG ^g , PE ^h (1 point)	Selon le diagnostic posé à l'hôpital. (1 point)

^f Enfant né à terme et dont le poids est inférieur au 25^e percentile pour l'âge gestationnel.

^g Hypertension de grossesse sans albuminurie ni œdème.

^h Hypertension de grossesse avec albuminurie ou œdème ou les deux.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
Kurppa <i>et al.</i> 1989 ¹³	1 475 cas et 1 475 témoins	Finlande, 1976-1982 (2 points)	Tous les cas et un témoin par cas dont la naissance est survenue immédiatement avant dans le même district de soins maternels. Exclusion si anomalie chromosomique. (2 points)	96 % (2 points)	AC ⁱ (1 point)	Cas signalés au registre des malformations congénitales. (1 point)
Luke <i>et al.</i> 1995 ¹⁴	210 cas et 1 260 témoins	USA, 1980-1991, infirmières (2 points)	Grossesse la plus récente depuis 1980 chez des infirmières œuvrant en obstétrique ou en néonatalogie durant la grossesse. Tous les cas d'AAT et 20 % des non-cas, appariés pour la date d'accouchement ($\pm$ 2 mois). Exclusion si grossesse gémellaire, enceinte au moment du recrutement, réponse incomplète au questionnaire. (2 points)	42 % (0 point)	AAT ^b (1 point)	Questionnaire aux mères (infirmières en obstétrique ou néonatalogie), durée selon la date des dernières règles ou la date prévue de l'accouchement. (1 point)
Magann <i>et al.</i> 2005 ¹⁵	cohorte prospective n = 814	USA, années ?, militaires (1,5 point)	Militaires enceintes ayant fait suivre leur grossesse et ayant accouché au Centre médical naval de San Diego. (2 points)	100 % (2 points)	AAT ^b , IPAG (non définie) (1 point (AAT)) (0 point (IPAG))	Non précisée (0 point)
Mamelle <i>et al.</i> 1984 ¹⁶	étude rétrospective n = 1 928	France, 1977-1978, travailleuses (2 points)	Naissances de femmes ayant accouché dans 2 hôpitaux obstétricaux et ayant occupé un emploi durant la grossesse. (2 points)	? (0 point)	AAT ^b (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)

ⁱ Certaines malformations structurales : système nerveux central, fente palatine, malformation squelettique (excluant pied bot et luxation de la hanche) et cardio-vasculaire parmi les AC signalées au registre des malformations (découvertes durant la 1^{re} année de vie ou chez un enfant mort-né parmi les naissances d'au moins 600 g).

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
McDonald <i>et al.</i> 1986 ¹⁷	étude rétrospective n = 30 964 grossesses actuelles et 26 298 grossesses antérieures	Canada, 1982-1984, travailleuses (2 points)	Grossesses actuelles et antérieures de femmes admises pour un accouchement ou un AS dans 11 hôpitaux de Montréal (environ 90 % des naissances de la ville ont lieu dans ces hôpitaux) et ayant travaillé au début de la grossesse. (2 points)	90 % des femmes admises pour un accouchement et 75 % des femmes admises pour un AS (1,5 point)	AS (< 28 semaines), (1 point)	Dossiers médicaux pour les grossesses actuelles et questionnaires aux mères pour les grossesses antérieures (1 point)
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁸	étude rétrospective n = 22 761	Canada, 1982-1984, travailleuses (2 points)	Naissances vivantes, simples de femmes admises pour un accouchement dans 11 hôpitaux de Montréal (environ 90 % des naissances de la ville ont lieu dans ces hôpitaux), ayant travaillé au moins 30 h/sem. au début de la grossesse et ayant conservé des conditions de travail semblables jusqu'à l'arrêt du travail ou la 28 ^e semaine. (2 points)	90 % (2 points)	AAT ^b , FPN ^j (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁹	étude rétrospective n = 22 613	Canada, 1982-1984, travailleuses (2 points)	Grossesses antérieures, simples de femmes admises pour un accouchement ou un AS dans 11 hôpitaux de Montréal (environ 90 % des naissances de la ville ont lieu dans ces hôpitaux) et ayant travaillé au moins 30 h/sem. au début de la grossesse. Exclusion si mort fœtale ≥ 20 semaines avec AC. (2 points)	87 % ^k (2 points)	AS avant 28 semaines (3 sous-groupes : < 10 sem., 10-15 sem., 16-27 sem.), MN (≥ 28 sem.) (1 point)	Questionnaire aux mères (1 point)

^j Poids à la naissance < 2 500 g.

^k 90 % des femmes admises pour un accouchement x (80 % de la population) et 75 % des femmes admises pour un AS x (20 % de la population⁴¹), donc (90 % x 80 %) + (75 % x 20 %) = 87 % de la population qui a pu fournir l'information au sujet des grossesses antérieures.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
McDonald <i>et al.</i> 1990 ²⁰	étude rétrospective n = 22 761	Canada, 1982-1984, travailleuses (2 points)	Naissances vivantes, simples de femmes admises pour un accouchement dans 11 hôpitaux de Montréal (environ 90 % des naissances de la ville ont lieu dans ces hôpitaux), ayant travaillé au moins 30 h/sem. au début de la grossesse et ayant conservé des conditions de travail semblables jusqu'à l'arrêt du travail ou la 28 ^e semaine. (2 points)	90 % (2 points)	IPAG ^l (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)
Nurminen et Kurppa 1989 ²¹	étude rétrospective n = 1 190	Finlande, 1976-1982, travailleuses (2 points)	Femmes ayant travaillé durant la grossesse et ayant eu une naissance simple parmi les témoins de l'étude de Kurppa ¹³ sur les AC. (2 points)	96 % (2 points)	HTG ^m , AAT ⁿ , IPAG ^a (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)
Peoples-Sheps <i>et al.</i> 1991 ²²	étude rétrospective n = 2 711	USA, 1980, travailleuses (2 points)	Échantillon des naissances vivantes simples de femmes mariées, non afro-américaines (97 % blanches) et ayant travaillé durant la grossesse. (2 points)	76 % (1 point)	IPAG ⁿ , AAT ^{b,o} (0,5 pt. (IPAG)) (1 point (AAT))	Certificats de naissance (1 point)
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 1991 ²³	étude rétrospective n = 2 587	France, 1981, travailleuses (2 points)	Échantillon représentatif des naissances, femmes encore au travail à la fin du 1 ^{er} trimestre. (2 points)	? (0 point)	HTG ^p (1 point)	Questionnaire aux mères après l'accouchement. (0,5 point)
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 2004 ²⁴	2 369 cas et 4 098 témoins	17 pays d'Europe, 1994-1997, femmes travailleuses (2 points)	Dans les unités de maternité participantes des 17 pays, ^q toutes les naissances simples prématurées et un échantillon de 10 % des naissances simples à terme de femmes ayant travaillé au moins les 3 premiers mois de la grossesse. (2 points)	cas = 94 % tém. = 96 % (2 points)	AAT (22-36 sem.) (1 point)	Dossiers médicaux selon échographie et date des dernières règles (1 point)

^l Poids inférieur au 5^e percentile pour l'âge gestationnel.

^m Élévation d'au moins 20 mm Hg de la pression artérielle moyenne ($\frac{1}{3}$ pression systolique + pression diastolique) entre la 1^{re} et la dernière visite prénatale.

ⁿ Poids à la naissance < 2 500 g parmi les naissances à terme.

^o Pour les analyses portant sur l'AAT, exclusion des IPAG (< 2 500 g à terme).

^p Pression systolique $\geq$ 140 mm Hg et/ou pression diastolique $\geq$ 90 mm Hg lors d'au moins un trimestre de la grossesse.

^q Allemagne, Écosse, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Pays Bas, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Russie, Slovénie, Suède, Turquie.

Tableau 2 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet(s) sur la grossesse) des études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET(S) SUR LA GROSSESSE	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION(S) 1 POINT	MESURE 1 POINT
Wergeland et Strand 1997 ²⁵	étude rétrospective n = 3 321	Norvège, 1989, travailleuses (2 points)	Naissances vivantes simples de femmes ayant occupé un emploi rémunéré au-delà du 3 ^e trimestre. (2 points)	87 % (2 points)	PE ^r (1 point)	Questionnaire aux mères ^s (1 point)
Wu <i>et al.</i> 1998 ²⁶	cohorte prospective n = 200	Taiwan, 1991 (1 point)	Échantillon aléatoire de 200 femmes parmi 855 (23,4 %) femmes à leur 1 ^{re} visite prénatale et acceptant de participer. Exclusion si grossesse gémellaire, AS, MN. (2 points)	95 % (2 points)	Poids ajusté pour l'âge gestationnel et le sexe de l'enfant (0,5 point)	Dossiers médicaux (1 point)
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	étude rétrospective n = 3 750	Chine, 1986-1987 (1 point)	Population de 1 875 cas (mort périnatale et/ou malformation) et de 1 875 témoins nés vivants sans malformation, tous pesant ≥ 1 000 g ou de durée de grossesse ≥ 28 semaines. (2 points)	? (0 point)	MN ^t , AC ^u , AAT ^b , IPAG ^a (1 point)	Dossiers médicaux (1 point)

^r Protéinurie et hypertension diagnostiquées à au moins deux reprises ou hospitalisation pour hypertension.

^s 132 des 180 cas ont été hospitalisés pour hypertension.

^t Mort fœtale tardive (≥ 28 sem.) survenue avant le début du travail.

^u Selon la 9^e Classification internationale des maladies.

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Chen <i>et al.</i> 2000 ¹	bruit : oui, habituellement au travail jusqu'à 28 semaines (0 point)	bruit : non (1 point)	questionnaire avant l'accouchement (3 points)	âge, toutes non-fumeuses et non consommatrices d'alcool, taille, indice de masse corporelle, scolarité, parité, sexe de l'enfant, tabagisme passif, population relativement homogène au niveau socio-économique (toutes employées par la même entreprise), anomalies congénitales majeures exclues (2 points)	benzène, stress, effort physique, autre risque, posture assise prolongée, tabagisme passif (2 points)
Croteau <i>et al.</i> 2006 ²	doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres (0,75 point)	peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, tabagisme, tabagisme passif, caféine, alcool, drogues illicites, activité physique, scolarité, revenu, ethnie, présence d'un conjoint, taille du père, histoire de résultat de grossesse défavorable, anomalie congénitale, gravidité, indice de masse corporelle, taille de la mère, maladies chroniques (2 points)	heures/semaine, quart de travail, régularité de l'horaire, station debout, soulèvement de charges, travail sous contrainte de temps, charge psychologique au travail (2 points)
Croteau <i>et al.</i> 2007 ³	doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres (0,75 point)	peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, tabagisme, scolarité, revenu, présence d'un conjoint, histoire de résultat de grossesse défavorable, parité, AC, indice de masse corporelle, taille, diabète durant la grossesse, hypertension chronique, autres maladies chroniques, médicaments sans prescription (2 points)	heures/semaine, quart de travail, régularité de l'horaire, station debout, postures difficiles, soulèvement de charges, vibrations au corps entier, températures très chaudes ou très froides, charge psychologique au travail (2 points)
Duclos <i>et al.</i> 198 ⁴⁴	> 89 dBA 80 – 89 dBA 70 – 79 dBA (1 point)	50 – 69 dBA (1 point)	relevés sonométriques dans 11 entreprises les plus représentatives ^a (3 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)

^a Les relevés sonométriques n'ont pu être effectués à chaque poste.

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Florack <i>et al.</i> 1993 ⁵	bruit au travail : oui (0 point)	bruit au travail : non (1 point)	questionnaire durant la grossesse (3 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
Haelterman <i>et al.</i> 2007 ⁶	doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres (0,75 point)	peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, tabagisme, scolarité, parité, histoire d'AS, indice de masse corporelle, activité physique de loisir au premier trimestre (1,5 point)	aucune (0 point)
Hanke <i>et al.</i> 1999 ⁷	bruit au travail : oui (0 point)	bruit au travail : non (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
Hansteen <i>et al.</i> 1996 ⁸	bruit : oui (0 point)	bruit : non (1 point)	questionnaire après l'AS (cas), entre la 17 ^e et la 18 ^e semaine de grossesse (témoins) (2 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
Hartikainen-Sorri <i>et al.</i> 1988 ⁹	≥ 81 dBA ^b bruit d'impact (1 point)	< 81 dBA pas de bruit d'impact (1 point)	questionnaire postal après l'accouchement ^c (3 points)	témoins appariés pour l'âge de la mère, la parité, le domicile (rural/urbain), ajusté pour taille et poids de la mère, gain pondéral et tabagisme. (AAT : 1 point, IPAG : 1,5 point)	aucune (0 point)

^b Les travailleuses exposées au bruit ont eu des arrêts de travail plus fréquents durant la grossesse.

^c Parmi les 26 travailleuses exposées, 19 (73 %) ont pu fournir une mesure exacte de leur exposition en dBA pour 8 heures.

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	≥ 78 dBA _(8 h) ≥ 90 dBA _(8 h) (1 point)	< 78 dBA _(8 h) (1 point)	mesurée lors du recrutement (4 points)	âge, parité (pour tension artérielle, poids moyen et ≥ 78 dBA) (HTG : 0,5 point, poids moyen : 0,25 point) aucune (pour les autres dyades) (AAT et IPAG : 0 point)	analyses stratifiées pour vibrations, station debout et rotation des quarts de travail (pour tension artérielle, poids moyen et ≥ 78 dBA) (2 points) aucune (pour les autres dyades) (0 point)
Hruba <i>et al.</i> 1999 ¹¹	bruit : oui (0 point)	bruit : non (1 point)	questionnaire entre la 18 ^e et la 21 ^e semaine de grossesse (3 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
Irwin <i>et al.</i> 1994 ¹²	bruit durant une journée type : - élevé : ≥ 84 dBA _(8 h) et faisant partie du programme militaire de conservation de l'ouïe, - modéré : bruit plus fort que celui d'une conversation mais ne faisant pas partie du programme (1 point)	bruit durant une journée type : - faible : rarement ou jamais exposées à un bruit plus fort que celui d'une conversation (1 point)	à partir du titre d'emploi, selon un panel de 6 hygiénistes et médecins du travail, ignorant le statut diagnostique (désaccord de plus de 2 membres dans 2 % des cas) (4 points)	parité, âge, ethnie, état civil, scolarité, le tabagisme varie de 18 à 21 % parmi les emplois dans la marine (HTG : 1,5 point, PE : 1 point)	aucune (0 point)

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Kurppa <i>et al.</i> 1989 ¹³	bruit au 1 ^{er} trimestre : - oui (0 point) - faible : ≈ 80 dBA _(8h) - modéré : ≈ 85 dBA _(8h) - élevé : ≥ 90 dBA _(8h) (1 point)	pas de bruit au 1 ^{er} trimestre (1 point) - absent : < 80 dBA _(8h) (1 point)	- selon la mère, entrevue après l'accouchement (2 points) - selon deux hygiénistes à l'aveugle du statut cas/non- cas (4 points)	pour l'exposition selon les mères : aucune (0 point) pour l'exposition selon les hygiénistes : âge, parité, histoire d'AS, de MN, d'AC, grippe ou fièvre au 1 ^{er} trimestre, médicaments au 1 ^{er} trimestre, alcool, tabagisme (1 point)	pour l'exposition selon les mères : aucune (0 point) pour l'exposition selon les hygiénistes : solvants au 1 ^{er} trimestre (1 point)
Luke <i>et al.</i> 1995 ¹⁴	niveau de bruit habituel au travail : - modéré avec épisodes bruyant, - fort avec bruit presque constant (0,5 point)	niveau de bruit habituel au travail : calme avec bruit à l'occasion (1 point)	questionnaire postal après l'accouchement (2 points)	niveau socio-économique (NSE) (toutes des infirmières), (0,25 point)	toutes des infirmières du même domaine (1 point)
Magann <i>et al.</i> 2005 ¹⁵	≥ 85 dBA _(8h) ^d (1 point)	< 85 dBA _(8h) (0,5 point)	niveaux de bruit documentés (4 points)	âge, grade, revenu, ethnie, parité, tabagisme, poids pré-gravidique (1,5 point)	station debout, soulèvement de charges (1 point)
Mamelle <i>et al.</i> 1984 ¹⁶	bruit important (0,5 point)	bruit nul ou modéré (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
McDonald <i>et al.</i> 1986 ¹⁷	bruit fort (0,5 point)	l'ensemble des travailleuses de l'étude (0 point)	questionnaire après la grossesse (2 points)	âge, parité, histoire d'AS, tabagisme, scolarité (1 point)	aucune (0 point)

^d 88 % des travailleuses exposées au bruit n'y étaient plus exposées à partir de la 20^e semaine de grossesse.

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁸	bruit fort (0,5 point)	l'ensemble des travailleuses de l'étude (0 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, gravidité, histoire d'AS, taille, tabagisme, alcool, ethnie, scolarité (1,5 point)	résultats non affectés par l'ajustement pour le soulèvement de charges et les longues heures de travail (1 point)
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁹	bruit fort, bruit modéré, bruit absent (0,5 point)	l'ensemble des travailleuses de l'étude (0 point)	questionnaire après l'accouchement ^e (3 points)	âge, gravidité, histoire d'AS, tabagisme, alcool, ethnie, scolarité, exclusion des mort-nés avec anomalies congénitales (1 point)	aucune (0 point)
McDonald <i>et al.</i> 1990 ²⁰	bruit fort (0,5 point)	l'ensemble des travailleuses de l'étude (0 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, gravidité, histoire d'AS, taille, tabagisme, alcool, ethnie, scolarité (1,5 point)	aucune (0 point)
Nurminen et Kurppa 1989 ²¹	bruit au 1 ^{er} trimestre : - oui (0 point) - faible : ≈ 80 dBA (8 h) - modéré et élevé : ≥ 85 dBA (8 h) (1 point)	pas de bruit au 1 ^{er} trimestre (1 point) - absent : < 80 dBA (8 h) (1 point)	- selon la mère, entrevue après l'accouchement (2 points) - selon deux hygiénistes à l'aveugle du statut cas/non- cas (4 points)	pour l'exposition selon les mères : aucune (0 point) pour l'exposition selon les hygiénistes et - l'HTG : âge, parité, résultat des grossesses précédentes, alcool, tabagisme, NSE (par restriction aux travailleuses manuelles non agricoles) pour certains résultats (1,5 point); - l'AAT : aucune (0 point); - IPAG : âge, parité, résultat des grossesses précédentes, exclusion des AC, poids pré-gravidique, alcool, tabagisme, NSE (par restriction aux travailleuses manuelles non agricoles) pour certains résultats (1,5 point)	pour l'exposition selon les mères : aucune (0 point) pour l'exposition selon les hygiénistes, examen des effets modifiants ou confondants par : rotation des quarts de travail, efforts physiques, solvants pour certains résultats (0 ou 1 point)

^e Biais de rappel moins probable compte tenu des résultats de l'analyse groupée (+ 1 au score de mesure de l'exposition).

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Peoples-Sheps <i>et al.</i> 1991 ²²	bruit fort constant ou intermittent (0,5 point)	pas de bruit fort (1 point)	selon le titre d'emploi (1 point)	aucune (0 point)	aucune (0 point)
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 1991 ²³	bruit élevé au 1 ^{er} trimestre (0,5 point)	pas de bruit élevé (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, indice de masse corporelle, tabagisme, parité, scolarité (1,5 point)	ajustement pour les autres expositions professionnelles associées à l'HTG (ancienneté, charges lourdes, > 40 h/sem.) (2 points)
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 2004 ²⁴	occasionnellement, souvent ou très souvent, le bruit au travail est assez fort pour devoir élever la voix pour parler aux gens (0,75 point)	non, le bruit au travail n'est pas assez fort pour devoir élever la voix pour parler aux gens (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, scolarité, état civil, histoire obstétricale, pays (1 point)	aucune (0 point)
Wergeland et Strand 1997 ²⁵	bruit au travail : oui (0 point)	bruit au travail : non (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	âge, parité, taille, indice de masse corporelle, scolarité, tabagisme, scolarité du père, consommation de café, travail domestique (1,5 point)	rotation des quarts de travail, station debout, postures difficiles (mains au-dessus du niveau des épaules, torsion, penchée), soulèvement de charges, influence sur le rythme de travail, rythme de travail intense (2 points)

Tableau 3 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué les effets du bruit en milieu de travail sur la grossesse (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 1 POINT	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 4 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Wu <i>et al.</i> 1998 ²⁶	Valeur moyenne de trois mesures (15 ^e , 25 ^e , ~ 35 ^e semaine) d'exposition au bruit sur 24 heures (dBA) (1 point)	Pas de groupe de comparaison, variable traitée en continu par analyse de régression multiple. (1 point)	Trois mesures durant la grossesse (15 ^e , 25 ^e et ~ 35 ^e semaine de grossesse) (4 points)	âge, taille, poids pré-gravidique, gain pondéral durant la grossesse, âge, taille et poids de l'époux, scolarité, niveau socio-économique (NSE), emploi durant la grossesse, histoire de FPN, d'AS, tabagisme, alcool, herbes médicinales (1,5 point)	aucune (0 point)
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	bruit au travail : oui (au 1 ^{er} trimestre pour l'analyse des AC) (0 point)	bruit au travail : non (1 point)	questionnaire après l'accouchement (2 points)	tabagisme très rare dans cette population, ajustement pour : grossesse multiple (pour tous les effets), âge (sauf pour IPAG), parité (pour MN et AC), maladies chroniques ^f (sauf pour AC), sexe de l'enfant (pour AC et IPAG), pré-éclampsie (sauf pour AC), AC (pour AAT et IPAG) (AC et MN : 0,5 point) (AAT et IPAG : 1 point)	aucune (0 point)

^f Épilepsie, diabète, hypo ou hyper-thyroïdie, hépatite chronique, hypertension, maladies cardiaques, maladies rénales.

2 RÉSULTATS

Les relations entre le bruit en milieu de travail et les divers effets sur la de grossesse (AS, MN, AC, AAT, FPN, IPAG, PE et HTG) sont présentées dans les sections 2.2 à 2.7; et la relation entre le bruit en milieu de travail durant la grossesse et l'audition de l'enfant est présentée à la section 2.8.

2.1 PLAUSIBILITÉ BIOLOGIQUE

Les données d'études chez l'animal et l'humain ont procuré les bases théoriques permettant de comprendre les mécanismes d'action du bruit sur la reproduction⁴². Il est suggéré que l'effet de l'exposition au bruit sur la reproduction puisse s'expliquer par l'effet du stress induit par le bruit sur le système endocrinien maternel^{43;44}. Cette hypothèse qui s'appuie sur des études expérimentales chez l'animal et sur des études écologiques auprès de populations humaines résidant près de grands aéroports^{43;45} est en plus, supportée par des études ayant mesuré une élévation des hormones de stress (catécholamines, cortisol) chez des travailleurs exposés au bruit⁴⁶⁻⁵⁰.

Les études animales ont permis d'établir que le bruit provoque un stress pouvant entraîner une élévation des catécholamines⁵¹⁻⁵³. Certaines recherches ont aussi permis d'observer des effets sur la reproduction animale, tels que : l'infertilité, la mort fœtale, certaines anomalies congénitales (squelettiques, défaut de fermeture du tube neural) et le déficit de croissance foetale^{42;44;52-54}.

Plusieurs études réalisées sur des populations résidant près de grands aéroports avaient pour but d'évaluer certains effets du bruit sur la santé. Elles ont mesuré des marqueurs de stress chez des femmes enceintes⁵¹ et différents effets sur la reproduction, tels que : l'infertilité^{42;54}, des anomalies congénitales^{42;44;52-55}, le déficit de croissance foetale^{42;44;45;51;53-57}, la diminution de la durée de grossesse^{42;45;51;53;56;57} et la PE⁵³. Cependant, plusieurs auteurs signalent que ces études écologiques présentaient des faiblesses méthodologiques^{42;44;55;57}.

Le mécanisme physiologique suggéré pour expliquer ces observations est que le stress dû au bruit provoque une libération de catécholamines qui entraîne l'augmentation de la contractilité utérine et de la pression sanguine maternelle ainsi qu'une vasoconstriction des vaisseaux placentaires^{42;51;53;54;58}. Il y aurait alors une altération de la circulation placentaire et de la perfusion foetale^{42;52}. L'hypoxie foetale en résultant aurait un effet foeto-toxique et tératogène^{42;54}. On a aussi suggéré qu'une mauvaise perfusion placentaire puisse être à l'origine de la PE⁵⁹. La diminution de la fonction placentaire peut altérer la croissance foetale en abaissant l'apport en nutriments et en oxygène au fœtus et entraîner une diminution de la synthèse de progestérone⁶⁰⁻⁶³. Une augmentation de la production de prostaglandines est alors déclenchée, provoquant des changements cervicaux qui, combinés à l'augmentation de contractilité utérine, peuvent entraîner un travail prématuré⁶⁰⁻⁶³.

Différents travaux semblent indiquer qu'un niveau de bruit de 85 dBA puisse entraîner une élévation des hormones de stress et qu'en certaines circonstances, un niveau moindre soit suffisant. Selon des chercheurs britanniques, les résultats de plusieurs études suggèrent que

les travailleurs exposés de manière chronique à au moins 85 dBA sont plus à risque d'hypertension artérielle^{58;64}. Des élévations du niveau de cortisol ont aussi été mesurées suivant des expositions à plus de 85 dBA^{49;50}. D'autres sont d'avis que l'exposition habituelle à un bruit fort, e.g. bruit au travail d'au moins 90 dBA, entraîne l'activation du système nerveux sympathique et la production de noradrénaline⁴⁷. Il y a aussi des indications que le bruit, même à un niveau moindre, soit associé avec une élévation des hormones de stress lorsque l'individu doit effectuer des tâches nécessitant un effort mental ou une grande concentration^{47;65}.

Plusieurs chercheurs ont observé une production moins élevée d'hormones de stress lorsque les travailleurs exposés au bruit utilisent des protecteurs auditifs. Toutefois, l'écart avec les non exposés n'était pas éliminé. L'excrétion de noradrénaline était moindre (- 7,1 µg/h) chez 14 travailleurs exposés habituellement à plus de 94 dBA après qu'ils aient porté des bouchons entraînant une réduction de 13 dBA⁴⁸. Parmi 50 travailleuses du textile exposées à des niveaux de bruit de 93 à 100 dBA, les concentrations de catécholamines et de cortisol urinaires, et les différences de concentrations entre les exposées et le groupe contrôle (71-75 dBA) étaient réduites avec le port de bouchons comparativement à un jour de travail sans bouchons. Cependant, même durant la journée avec port de bouchons, l'excrétion de noradrénaline était significativement plus élevée chez les travailleuses exposées que chez les non exposées⁴⁶. L'altération du cycle du cortisol (élévation anormale en mi-journée), observée chez des travailleurs exposés à plus de 85 dBA, était significativement améliorée après une semaine de port de coquilles entraînant une réduction théorique^{§§} de 30 à 33 dB⁴⁹. Cependant, le cortisol sérique était significativement plus élevé chez des travailleurs exposés à plus de 85 dBA que chez les non exposés, malgré le port de protecteurs auditifs par 92,5 % des travailleurs exposés⁵⁰.

La plausibilité biologique que le bruit puisse avoir un effet sur les risques d'AS, de MN, d'AC, d'AAT, de FPN, d'IPAG, de PE et d'HTG est jugée bonne en présence d'un niveau sonore d'au moins 85 dBA ou d'un niveau moindre si la tâche exige une grande concentration ou un effort mental important. La plausibilité biologique d'un effet du bruit sur l'audition du fœtus sera abordée à la section 2.8.1.

2.2 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LES RISQUES D'AVORTEMENT SPONTANÉ ET DE MORTINAISSANCE

Le tableau 4 présente vingt-quatre résultats provenant de cinq études qui ont estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques d'avortement spontané (AS) ou de mortinaissance (MN). Les auteurs ont défini l'AS comme une mort fœtale avant 26 semaines^{5;8} ou 28 semaines^{17;19} de grossesse. Les résultats présentés par McDonald¹⁹ selon la période de grossesse (#14, #15, #16, #17 du tableau 4), indiquent une association avec le risque d'AS à partir de 10 semaines de grossesse. Deux études^{19;27} ont présenté un résultat concernant le risque de MN (mort fœtale à partir de 28 semaines).

§§ Les auteurs ne décrivent pas avoir mesuré cette réduction. Une telle réduction, beaucoup plus importante que ce qui a été mesuré lors d'études en milieu de travail⁶⁶ est sans doute la réduction indiquée par le fabricant des coquilles.

Les deux publications de McDonald sont issues de la même étude mais portent sur des populations différentes. La publication de 1986 correspond à l'analyse des grossesses actuelles, ayant pris fin peu avant l'administration du questionnaire et la publication de 1988 correspond à l'analyse des grossesses antérieures de ces femmes^{17,19}.

2.2.1 Bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané

Les risques de biais des quatre études qui présentent un résultat pouvant être utilisé dans la méta-analyse sont résumés au tableau 5. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 2 permet de visualiser dans quelles proportions, ces quatre études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Une seule étude¹⁹ a évalué la présence d'une relation dose réponse et le test de tendance est statistiquement significatif. Dans cette étude, l'exposition était distribuée comme suit : bruit absent (46,4 %), bruit modéré (31,2 %), bruit fort (22,4 %). La méthode utilisée pour qualifier le bruit ne permet pas d'estimer le niveau sonore. Cependant, dans une autre étude portant aussi sur des travailleuses québécoises et ayant utilisé une question permettant d'estimer le niveau sonore^{***}, l'exposition était distribuée comme suit : voix normale (85,0 %), voix forte (~ 78 dBA) (13,5 %), voix criée (~ 85 dBA) (1,5 %)². Donc, 85 % de cette population était exposée à vraisemblablement moins de 78 dBA alors que dans l'étude de McDonald, les femmes ayant répondu « bruit absent » et « bruit modéré » totalisent 77,6 % de la population. En supposant que la distribution de l'exposition au bruit soit semblable dans les deux populations, cette information permet de supposer que dans l'étude de McDonald, les travailleuses exposées au bruit modéré, étaient exposées à moins de 78 dBA. C'est pourquoi, seul le groupe exposé au bruit fort participe à la MAS.

Les résultats de la méta-analyse indiquent une MAS d'AS de 1,06 [0,97 - 1,16] pour les quatre études de cette dyade. Aucune de ces études n'avait un score de validité ≥ 13 (tableau 7 et figure 4).

- L'ampleur de l'effet est faible : 1,06 et le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas est de 108.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- L'IC 95 % obtenu pour l'ensemble des études : [0,97 - 1,16] indique que la « précision statistique » est moyenne.
- Une seule analyse de sensibilité, qui portait sur le sous-ensemble d'études ayant un taux de participation d'au moins 80 %, a pu être réalisée et l'ampleur de l'effet obtenue était du même ordre de grandeur que pour l'ensemble des études. Compte tenu que les trois autres analyses de sensibilité n'ont pu être réalisées et qu'aucune étude n'avait un score de validité d'au moins 13, la « validité » est faible.

*** Au travail, pour être entendue par une personne placée à cinq ou six pieds (environ 2 mètres) de vous, deviez-vous habituellement parler à voix normale, élever la voix ou crier?

- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,1571$) et la proportion modérée de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 42,4 \%$) parmi l'ensemble des études indiquent que la « cohérence » est moyenne.
- Le graphique « en entonnoir » indique qu'un biais de publication est peu probable.
- ***Force de l'évidence de niveau III : il y a suspicion d'une augmentation de 6 % du risque d'AS en présence de bruit d'au moins 85 dBA en milieu de travail; si le niveau de bruit est moindre (sauf dans certaines situations de travail où un effort mental élevé est nécessaire), les données ne permettent pas de conclure (niveau IV).***

Il est à noter que la force de l'évidence pour cette dyade est de niveau III tendant vers un niveau IV, étant donné qu'une seule analyse de sensibilité a pu être réalisée et qu'aucune étude n'avait obtenu un score de validité élevé.

Par ailleurs, certaines caractéristiques des études ont pu entraîner d'une part, une surestimation et d'autre part, une sous-estimation de l'ampleur de l'effet. Dans le premier cas, l'hypothèse repose sur la probabilité que les résultats (#3 et #12) de l'étude de McDonald sous-estiment la véritable association, car les travailleuses exposées sont comparées à l'ensemble de la population plutôt qu'aux travailleuses non exposées qui présentaient une MA de 0,96 (#10). Pour les grossesses antérieures, le rapport des MA #12 et #10 ($1,08/0,96$) égale 1,13 et se rapproche sans doute plus de l'association véritable. Cela devrait être considéré dans l'interprétation des résultats, car les poids attribués aux résultats #3 et #12 impliquent que la MAS repose grandement sur les résultats de cette étude. Dans le second cas, le fait qu'aucune des études n'ait ajusté pour les autres expositions professionnelles et la variabilité des résultats rapportés selon le secteur (#4 à #9 pour les grossesses actuelles et #18 à #23 pour les grossesses antérieures, étude de McDonald^{17,19}) indiquent qu'il est possible que d'autres expositions professionnelles, présentes dans les milieux de travail bruyant, soient en partie responsables de certains excès d'AS observées.

2.2.2 Bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance

Pour le risque de MN, deux résultats sont disponibles : #17 ($1,08 [0,76-1,41]$) de McDonald¹⁹ et #24 ($1,9 [0,8-4,7]$) de Zhang²⁷.

Les risques de biais de ces deux études sont résumés au tableau 6. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 3 permet de visualiser dans quelles proportions, ces études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

La MAS obtenue par méta-analyse est de $1,22 [0,77 - 1,92]$. Aucune de ces études n'avait un score de validité ≥ 13 (tableau 7 et figure 5).

- L'ampleur de l'effet est modérée : 1,22.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.

- L'IC 95 % obtenu pour l'ensemble des études [0,77 - 1,92] indique que la « précision statistique » est faible.
- Une seule analyse de sensibilité, qui portait sur une étude ayant un taux de participation d'au moins 80 %, a pu être réalisée et l'ampleur de l'effet obtenue était plus faible que pour l'ensemble des études. Compte tenu que les trois autres analyses de sensibilité n'ont pu être réalisées et qu'aucune étude n'avait un score de validité d'au moins 13, la « validité » est faible.
- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,2346$) et la faible proportion de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 29,2\%$) parmi l'ensemble des études indiquent que la « cohérence » est bonne.
- Le graphique « en entonnoir » ne permet pas d'évaluer la possibilité d'un biais de publication parce qu'il ne comporte que deux études.
- ***Force de l'évidence de niveau IV : les données ne permettent pas de conclure au sujet du risque de MN en présence de bruit en milieu de travail.***

Tableau 4 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques d'avortement spontané (AS) et de mortinaissance (MN)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Florack <i>et al.</i> 1993 ⁵	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	1	AS : 0,4 (0,1 – 2,4)	1,52	12
Hansteen <i>et al.</i> 1996 ⁸	- bruit : oui	- bruit : non	2	AS : 0,76 (0,53 – 1,10) ^a	28,82	11
McDonald <i>et al.</i> 1986 ¹⁷	Grossesses actuelles - bruit fort - administration - santé - clérical - vente - services - manufactures	- l'ensemble des grossesses actuelles des travailleuses de l'étude	3 4 5 6 7 8 9	AS : 1,10 (1,00 – 1,20) ^b AS : 0,88 (0,67 – 1,11) ^a AS : 0,88 (0,63 – 1,17) ^a AS : 1,17 (0,99 – 1,36) ^a AS : 1,48 (0,95 – 2,13) ^a AS : 1,40 (1,10 – 1,73) ^a AS : 1,05 (0,87 – 1,24) ^a	462,27	11

^a IC (95 %) calculé à l'aide des données présentées dans l'article.

^b MA et IC (95 %) calculés à l'aide des données présentées dans l'article.

Tableau 4 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques d'avortement spontané (AS) et de mortinaissance (MN) (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL	
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁹	Grossesses antérieures ^c						
	- bruit absent	Valeur-p du test de tendance : < 0,01	10	AS : 0,96 (0,92 - 1,00) ^a	1242,12	12,5	
	- bruit modéré		11	AS : 0,99 (0,94 - 1,04) ^a			
	- bruit fort		12	AS : 1,08 (1,02 - 1,14) ^a			
	- bruit fort, analyse groupée		13	AS : 1,06 (0,90 - 1,30)			
	- bruit fort, issue selon la période						
	- AS < 10 semaines	- l'ensemble des grossesses antérieures des travailleuses de l'étude	14	AS : 1,00 (0,90 - 1,10) ^a	45,79		
	- AS 10 - < 16 semaines		15	AS : 1,12 (1,03 - 1,21) ^a			
	- AS 16 - < 28 semaines		16	AS : 1,19 (1,01 - 1,38) ^a			
	- MN ≥ 28 semaines		17	MN : 1,08 (0,79 - 1,41) ^a			
	- bruit fort, selon le secteur						
	- administration		18	AS : 1,07 (0,89 - 1,26) ^a			
	- santé		19	AS : 1,05 (0,83 - 1,30) ^a			
	- clérical		20	AS : 1,13 (1,01 - 1,26) ^a			
- vente		21	AS : 1,41 (0,99 - 1,91) ^a				
- services		22	AS : 1,25 (1,05 - 1,47) ^a				
- manufactures		23	AS : 1,00 (0,91 - 1,09) ^a				
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	24	MN ^d : 1,9 (0,8 - 4,7)	4,90	8,5	

^c Parmi ces grossesses, l'exposition était distribuée comme suit : bruit absent (46,4 %), modéré (31,2 %), fort (22,4 %).

^d Mort fœtale tardive (≥ 28 sem.) survenue avant le début du travail.

Tableau 5 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
1 Florack 93	F	M	É	É	12,00
2 Hansteen 96	F	É	É	É	11,00
3 McDonald 86	M	É	M	É	11,00
12 McDonald 88	F	M ^a	M	É	12,50

^a Dans cette publication de McDonald, portant sur les grossesses antérieures, les résultats de l'analyse groupée indiquent qu'un biais de rappel est peu probable. Par conséquent, le risque de biais d'information au niveau de l'exposition est jugé modéré même si le questionnaire a été administré aux mères après la fin de la grossesse.

Figure 2 Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'avortement spontané

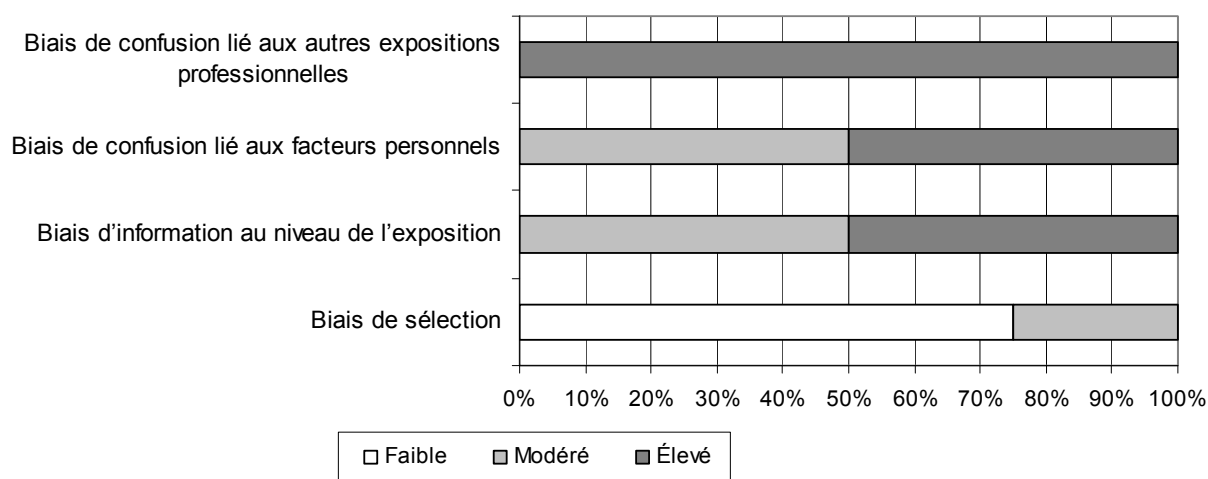


Tableau 6 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
17 McDonald 88	F	M ^a	M	É	12,50
24 Zhang 92	?	É	M	É	8,50

^a Dans cette publication de McDonald, portant sur les grossesses antérieures, les résultats de l'analyse groupée indiquent qu'un biais de rappel est peu probable. Par conséquent, le risque de biais d'information au niveau de l'exposition est jugé modéré même si le questionnaire a été administré aux mères après la fin de la grossesse.

Figure 3 Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de mortinaissance

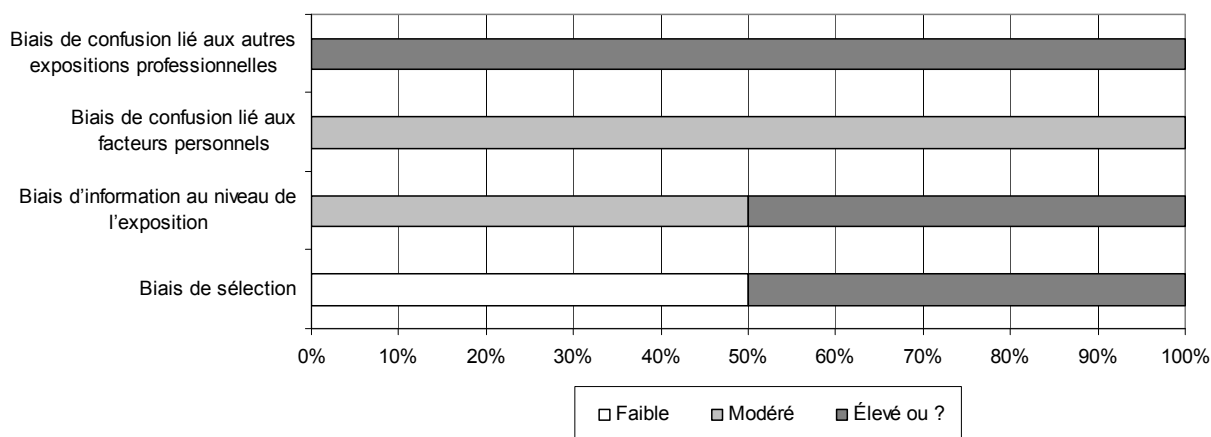


Tableau 7 Mesures d'association synthèses (MAS) d'avortement spontané et de mortinaissance associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉRO- GÉNÉITÉ ^b ET I^2	MAS ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Avortement spontané et Bruit en milieu de travail (bruit au travail, bruit fort au travail) Figure 4	Toutes les études	1,2,3,12	$\chi^2_3 = 5,21$ $p = 0,1571$ $I^2 = 42,4 \%$	1,08 (1,03 - 1,13)	1,06 (0,97 - 1,16)
	Taux de participation $\geq 80 \%$	1,2,12	$\chi^2_2 = 4,95$ $p = 0,0840$ $I^2 = 59,6 \%$	1,07 (1,01 - 1,13)	1,05 (0,94 - 1,16)
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^c	1,12	$\chi^2_1 = 1,50$ $p = 0,2208$ $I^2 = 33,3 \%$	1,08 (1,02 - 1,14)	0,91 (0,44 - 1,89)
	Bruit mesuré en dBA	- ^d			
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	- ^d			
	Contrôle des autres expositions professionnelles	- ^d			
	Score de validité ≥ 13	- ^d			
Mortinaissance et Bruit en milieu de travail (bruit au travail, bruit fort au travail) Figure 5	Toutes les études	17,24	$\chi^2_1 = 1,41$ $p = 0,2346$ $I^2 = 29,2 \%$	1,14 (0,87 - 1,50)	1,22 (0,77 - 1,92)
	Taux de participation $\geq 80 \%$	17	- ^e	1,08 (0,79 - 1,41)	-
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^f	17	- ^e	1,08 (0,79 - 1,41)	-
	Bruit mesuré en dBA	- ^d			
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	- ^d			
	Contrôle des autres expositions professionnelles	- ^d			
	Score de validité ≥ 13	- ^d			

^a Se réfèrent aux # du tableau 4.

^b Plus cette valeur est petite, plus grande est l'hétérogénéité.

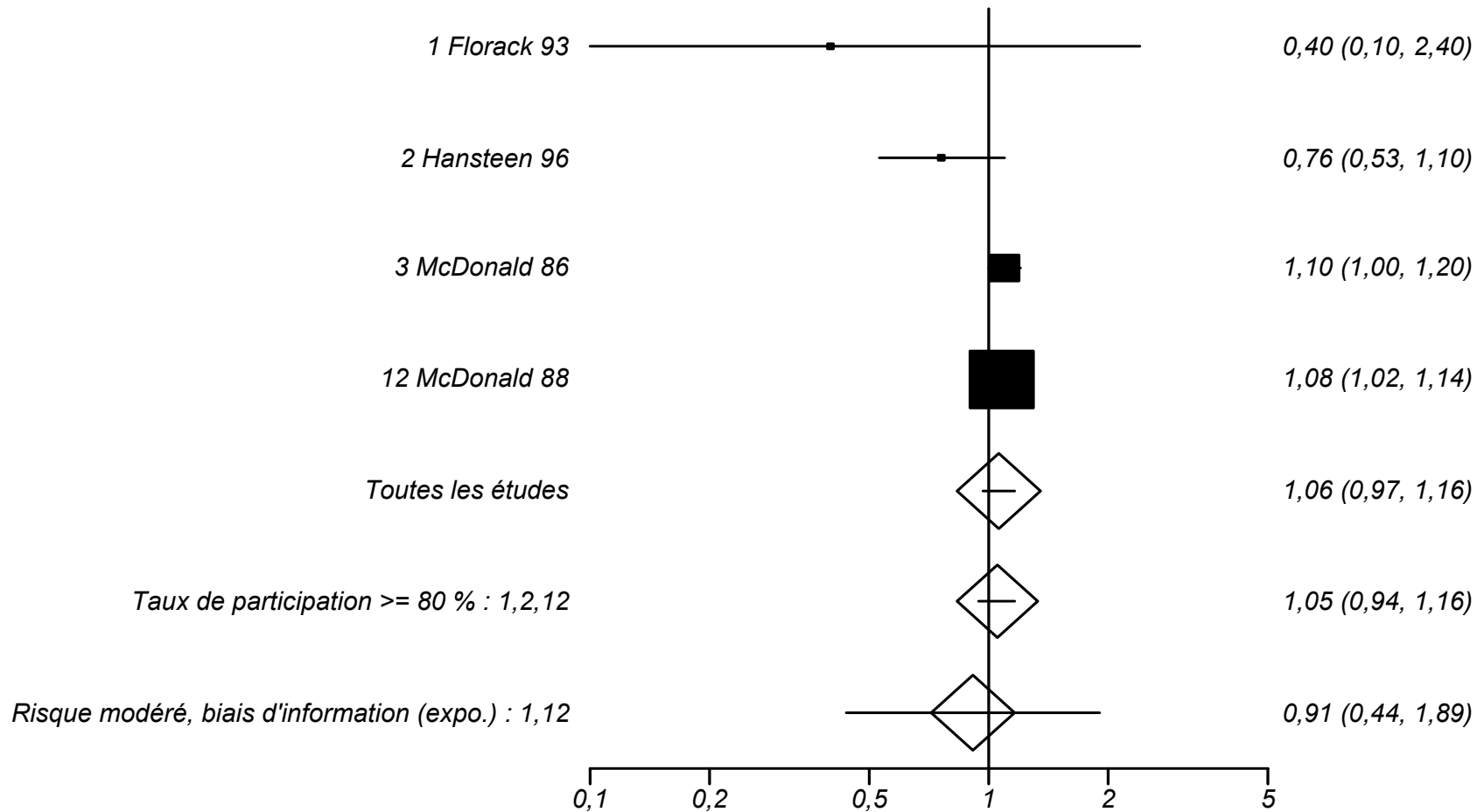
^c Question posée à la mère durant la grossesse (#1), biais de rappel jugé moins probable compte tenu des résultats de l'analyse groupée (#12).

^d Aucune étude.

^e Une seule étude.

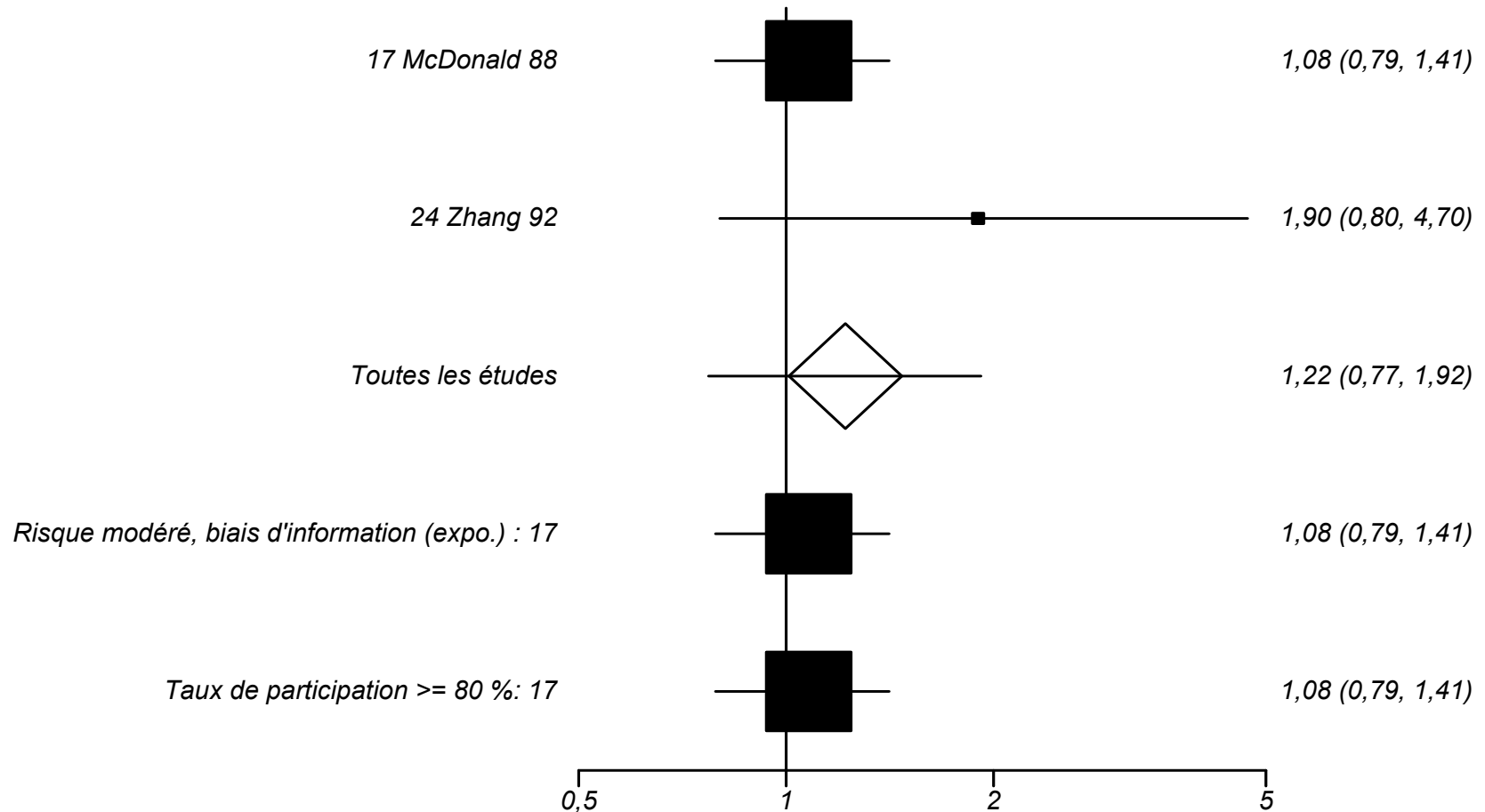
^f Biais de rappel jugé moins probable compte tenu des résultats de l'analyse groupée (#17).

Figure 4 Avortement spontané et bruit en milieu de travail



Dans aucune étude, le bruit n'avait été mesuré en dBA, le risque de biais de confusion pour les facteurs personnels ou pour les autres expositions professionnelles n'était faible et le score de validité n'était d'au moins 13.

Figure 5 Mortinaissance et bruit en milieu de travail



#17 (McDonald 88) est la seule étude qui présente un risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition et un taux de participation d'au moins 80 %. Dans aucune étude, le bruit n'avait été mesuré en dBA, le risque de biais de confusion pour les facteurs personnels ou pour les autres expositions professionnelles n'était faible et le score de validité n'était d'au moins 13.

2.3 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE RISQUE D'ANOMALIE CONGÉNITALE

Le tableau 8 présente cinq résultats provenant de deux études qui ont estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'anomalie congénitale (AC). Dans la première étude, les cas sont certaines malformations structurales (ex. : système nerveux central, fente palatine, malformation squelettique (excluant pied bot et luxation de la hanche)) et cardio-vasculaires signalées au registre des malformations congénitales de la Finlande. Ce registre comprend les AC découvertes durant la 1^{re} année de vie ou chez un enfant mort-né parmi les naissances d'au moins 600 g. Les cas comportant une anomalie chromosomique ont été exclus de l'étude¹³. La 9^e Classification internationale des maladies a été utilisée dans la seconde étude²⁷.

Parmi les quatre résultats présentés par Kurppa, celui se rapportant à une exposition élevée (≥ 90 dBA) a été retenu pour la méta-analyse parce que sa mesure de l'exposition a été jugée plus valide et qu'il correspondait au niveau d'exposition le plus élevé.

Les risques de biais de ces deux études sont résumés au tableau 9. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 6 permet de visualiser dans quelles proportions, ces études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

À partir du résultat #4 de Kurppa¹³ (1,7 [0,7-4,2]) et #5 de Zhang²⁷ (1,3 [0,8-2,2]) une MAS de 1,39 [0,89 - 2,15] a été obtenue. C'est seulement pour les résultats #2, 3 et 4 de l'étude de Kurppa que le score de validité était élevé (≥ 13) (tableaux 8,10 et figure 7).

- L'ampleur de l'effet est modérée : 1,70.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- Les IC 95 % obtenus pour l'ensemble des études [0,89 - 2,15] et pour le résultat #4 de l'étude de score élevé : [0,7 - 4,2] indiquent que la « précision statistique » est faible.
- Compte tenu que seulement deux analyses de sensibilité ont été réalisées et présentaient une ampleur de l'effet plus élevée (une seule étude), et qu'une seule étude avait un score de validité d'au moins 13, la « validité » est faible.
- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,6093$) et la proportion nulle de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 0,0 \%$) indiquent que la « cohérence » est bonne.
- Le graphique « en entonnoir » ne permet pas d'évaluer la possibilité d'un biais de publication parce qu'il ne comporte que deux études.
- **Force de l'évidence de niveau IV : les données ne permettent pas de conclure au sujet du risque d'AC en présence de bruit en milieu de travail.**

Tableau 8 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'anomalie congénitale

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Kurppa <i>et al.</i> 1989 ¹³	bruit au 1 ^{er} trimestre : - oui	bruit au 1 ^{er} trimestre : - non	1	0,9 (0,7 – 1,0)	4,79	11
	- faible : ≈ 80 dBA _(8 h)	- absent : < 80 dBA _(8 h)	2	1,1 (0,8 – 1,6)		16
	- modéré : ≈ 85 dBA _(8 h)		3	0,7 (0,4 – 1,2)		
	- élevé : ≥ 90 dBA _(8 h)		4	1,7 (0,7 – 4,2)		
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	bruit au 1 ^{er} trimestre : - oui	bruit au 1 ^{er} trimestre : - non	5	1,3 (0,8 – 2,2)	15,02	8,5

Tableau 9 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'anomalie congénitale

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
4 Kurppa 89	F	F	M	M	16,00
5 Zhang 92	?	É	M	É	8,50

Figure 6 Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'anomalie congénitale

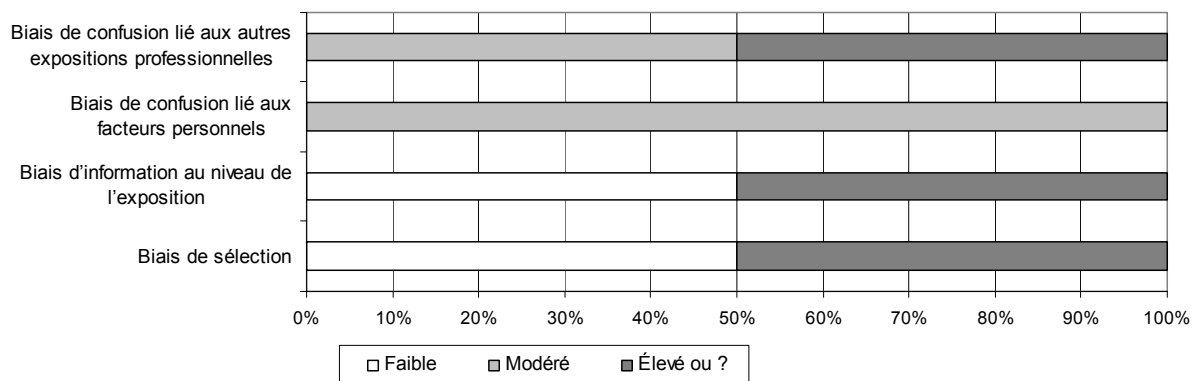


Tableau 10 Mesures d'association synthèses (MAS) d'anomalie congénitale associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉROGÉNÉITÉ ^b ET I^2	MESURES D'ASSOCIATION SYNTHÈSES ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Anomalie congénitale et Bruit en milieu de travail (≥ 90 dBA, bruit au travail) <i>Figure 7</i>	Toutes les études	4,5	$\chi^2_1 = 0,26$ $p = 0,6093$ $I^2 = 0,0 \%$	1,39 (0,89 - 2,15) ^c	-
	Taux de participation ≥ 80 %	4	- ^d	1,70 (0,70 - 4,20)	
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition	- ^e			
	Bruit mesuré en dBA	4	- ^d	1,70 (0,70 - 4,20)	
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	- ^e			
	Contrôle des autres expositions professionnelles	- ^e			
	Score de validité ≥ 13	4	- ^d	1,70 (0,70 - 4,20)	

^a Se réfèrent aux # du tableau 8.

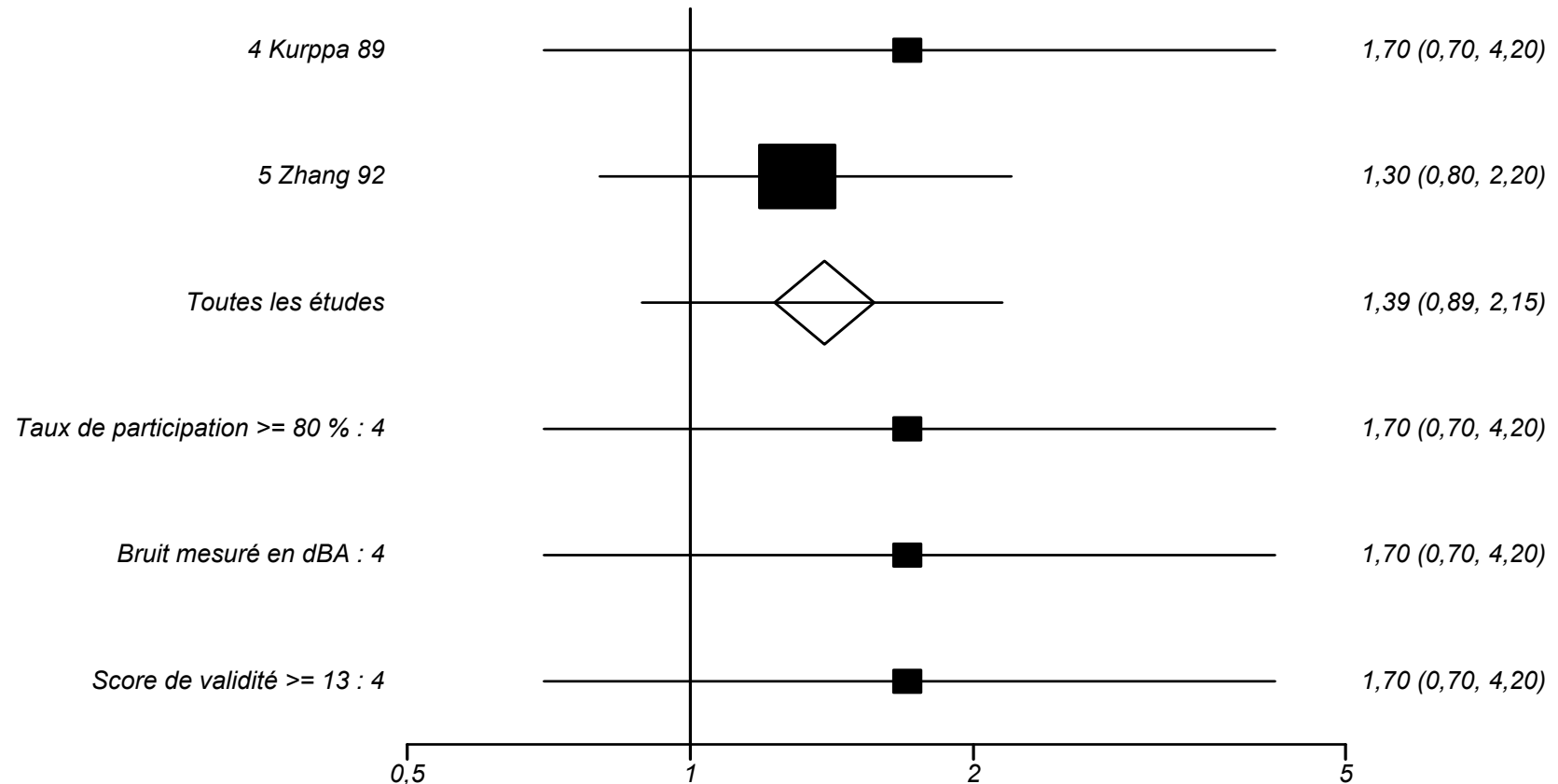
^b Plus cette valeur est petite, plus grande est l'hétérogénéité.

^c Selon le modèle à effets fixes parce que faible hétérogénéité : (χ^2 d'hétérogénéité) < (nombre des estimés inclus – 1).

^d Une seule étude.

^e Aucune étude.

Figure 7 Anomalie congénitale et bruit en milieu de travail



#4 (Kurppa 89) est la seule étude dont le taux de participation est $\geq 80\%$, ayant mesuré le bruit en dBA, et dont le score de validité est ≥ 13 . Dans aucune étude, le risque de biais d'information au niveau de l'exposition n'était modéré et le risque de biais de confusion pour les facteurs personnels ou pour les autres expositions professionnelles n'était faible.

2.4 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE RISQUE D'ACCOUCHEMENT AVANT TERME

Au tableau 11, sont présentés vingt-deux résultats provenant de douze études ayant estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'accouchement avant terme (AAT). Deux résultats forts différents sont issus de l'étude de Hartikainen 1994¹⁰; le premier (#4 :1,19) correspond à une exposition d'au moins 78 dBA et le second (#5 :4,11) correspond à une exposition d'au moins 90 dBA. Ce niveau d'exposition est beaucoup plus grand que ceux des autres études. C'est pourquoi le résultat #4 fera partie de l'analyse.

Les risques de biais des 11 études qui présentent un résultat pouvant être utilisé dans la méta-analyse sont résumés au tableau 12. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 8 permet de visualiser dans quelles proportions, ces 11 études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Les résultats de la méta-analyse indiquent une MAS d'AAT de 1,00 [0,91 - 1,10] pour l'ensemble des études et de 1,00 [0,91 - 1,09] pour les études dont le score de validité est ≥ 13 (tableau 13 et figure 9).

Une méta-régression a été effectuée et les résultats qui apparaissent au tableau 14 montrent une MAS ajustée (MAS_a) de 1,13 [0,57 - 2,24] pour l'exposition au bruit en milieu de travail. Ce résultat correspond à la MAS qui résulterait d'un groupe théorique d'études où tous les risques de biais seraient faibles.

Comparativement à ce scénario théorique où les risques de biais sont tous faibles, la présence, soit d'un risque de biais de sélection modéré ou élevé, soit d'un risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition, soit d'un risque de biais de confusion lié aux autres expositions professionnelles modéré ou élevé, est liée à des mesures d'association plus faibles pour le risque d'AAT. Par ailleurs la présence d'un risque élevé de biais d'information au niveau de l'exposition ou d'un risque de biais de confusion lié aux facteurs personnels modéré ou élevé, est liée à des mesures d'association plus élevées pour le risque d'AAT.

- L'ampleur de l'effet est faible : 1,13 (obtenue par méta-régression) et le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas est de 111.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- Les IC 95 % obtenus par la méta-analyse pour l'ensemble des études [0,91 – 1,10] et par la méta-régression : [0,57 - 2,24] indiquent que la « précision statistique » est faible.
- La MAS obtenue par méta-régression est ajustée simultanément pour les quatre risques de biais, non faibles, du tableau 12. Par conséquent, la « validité » est considérée comme bonne.
- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,2514$) et la légère proportion de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 20,2 \%$) parmi l'ensemble des études, ainsi que la part importante de variabilité expliquée par le modèle de méta-régression ($R^2 = 0,7794$) indiquent que la « cohérence » est bonne.

- Le graphique « en entonnoir » indique qu'un biais de publication est peu probable.
- ***Force de l'évidence de niveau III : il y a suspicion d'une augmentation de 13 % du risque d'AAT en présence de bruit en milieu de travail.***

Il est à noter que le résultat #5 de Hartikainen, qui est le seul disponible pour une exposition d'au moins 90 dBA, est associé à une augmentation du risque d'AAT encore plus grande. Cependant, Hartikainen *et al.*¹⁰ indiquent que les mères des 4 cas exposés à au moins 90 dBA, l'étaient aussi aux vibrations et à la posture debout et que 3 de ces mères étaient en plus exposées au bruit d'impact et à la rotation des quarts de travail. Par ailleurs, Duclos *et al.*⁴ (étude ne faisant pas partie de la méta-analyse) indiquent ne pas avoir mesuré de corrélation entre le niveau sonore (> 89 dBA, 80-89 dBA, 70-79 dBA, 60-69 dBA) et la durée de la grossesse.

Tableau 11 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'accouchement avant terme

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Croteau <i>et al.</i> 2007 ³	- doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres ^a	- peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres	1	0,90 (0,74 – 1,09)	102,45	15,75
Duclos <i>et al.</i> 1984 ⁴	- > 89 dBA _(8 h) - 80 - 89 dBA _(8 h) - 70 - 79 dBA _(8 h) - 60 - 69 dBA _(8 h)			pas de corrélation entre le niveau sonore et la durée de la grossesse		11
Hartikainen-Sorri <i>et al.</i> 1988 ⁹	- ≥ 81 dBA - bruit d'impact	- < 81 dBA - pas de bruit d'impact	2 3	0,70 (0,14 – 3,47) 1,32 (0,68 – 2,55)	1,49	14
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	- ≥ 78 dBA _(8 h) - ≥ 90 dBA _(8 h) ^b	- < 78 dBA _(8 h)	4 5	1,19 (0,39 – 3,66) ^c 4,11 (1,30 – 13,06) ^c	3,07 2,89	11
Luke <i>et al.</i> 1995 ¹⁴	niveau de bruit habituel au travail : - modéré avec épisodes bruyant, - fort avec bruit presque constant, - modéré et fort regroupé	niveau de bruit habituel au travail : - calme avec bruit à l'occasion	6 7 8	1,54 (1,05 – 2,36) ^c 1,88 (1,07 – 3,27) ^c 1,59 (1,09 – 2,31) ^c	12,31	10,75
Magann <i>et al.</i> 2005 ¹⁵	- ≥ 85 dBA _(8 h)	- < 85 dBA _(8 h)	9	0,81 (0,13 – 2,95)	1,58	14,5
Mamelle <i>et al.</i> 1984 ¹⁶	- bruit important	- bruit nul ou modéré	10	1,60 (0,90 – 2,90)	11,22	9,5

^a Parmi un échantillon représentatif de la population source, l'exposition était distribuée comme suit : voix normale (85,0 %), voix forte (~ 78 dBA) (13,5 %), voix criée (~ 85 dBA) (1,5 %).

^b Les mères des 4 cas exposés étaient aussi exposées aux vibrations, à la posture debout et 3 de ces mères étaient en plus exposées au bruit d'impact et à la rotation des quarts de travail.

^c MA et IC (95 %) calculé à l'aide des données présentées dans l'article.

Tableau 11 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'accouchement avant terme (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁸	- bruit fort - administration - santé - clérical - vente - services - manufactures	- l'ensemble des travailleuses de l'étude	11	1,03 (0,93 – 1,14) ^d	370,70	13
			12	0,86 (0,60 – 1,17) ^d		
			13	1,17 (0,80 – 1,60) ^d		
			14	0,96 (0,79 – 1,15) ^d		
			15	1,28 (0,73 – 1,98) ^d		
			16	1,07 (0,77 – 1,42) ^d		
			17	1,08 (0,91 – 1,27) ^d		
Nurminen et Kurppa 1989 ²¹	- bruit selon la mère au 1 ^{er} trimestre : oui	- : non	18	0,85 (0,41 – 1,74) ^c	2,78	11
	- bruit selon les hygiénistes : faible à élevé (≥ 80 dBA _(8 h))	- absent : < 80 dBA _(8 h)	19	1,26 (0,39 – 4,09) ^c		14
Peoples-Sheps <i>et al.</i> 1991 ²²	- bruit fort constant ou intermittent	- pas de bruit fort	20	0,77 (0,57 – 1,03) ^c	43,89	9,5
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 2004 ²⁴	- occasionnellement, souvent ou très souvent, le bruit au travail est assez fort pour devoir élever la voix pour parler aux gens	- non, le bruit au travail n'est pas assez fort pour devoir élever la voix pour parler aux gens	21	0,99 (0,9 – 1,1)	381,60	12,75
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	22	1,1 (0,7 – 1,9)	15,41	9

^d IC (95 %) calculé à l'aide des données présentées dans l'article.

Tableau 12 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'accouchement avant terme

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
1 Croteau 07	F	M	F	F	15,75
2 Hartikainen-Sorri 88	F	F	M	É	14,00
4 Hartikainen 94	É	F	É	É	11,00
7 Luke 95	É	É	M	M	10,75
9 Magann 05	F	F	F	M	14,50
10 Mamelle 84	?	É	É	É	9,50
11 McDonald 88	F	É	F	M	13,00
19 Nurminen et Kurppa 89	F	F	É	É	14,00
20 Peoples-Sheps 91	M	M	É	É	9,50
21 Saurel-Cubizolles 04	F	M	M	É	12,75
22 Zhang 92	?	É	M	É	9,00

Figure 8 Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'accouchement avant terme

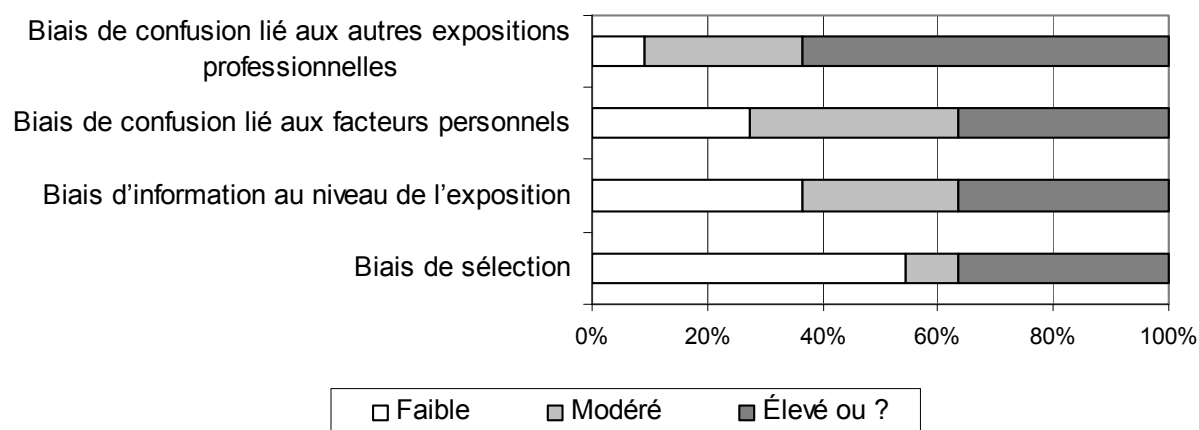


Tableau 13 Mesures d'association synthèses (MAS) d'accouchement avant terme associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉROGÉNÉITÉ ^b ET I^2	MESURES D'ASSOCIATION SYNTHÈSES ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Accouchement avant terme et Bruit en milieu de travail (doit élever la voix ou crier, ≥ 78 -85 dBA, bruit fort au travail, bruit au travail) Figure 9	Toutes les études	1,2,4,7,9, 10,11,19, 20, 21,22	$\chi^2_{10} = 12,53$ $p = 0,2514$ $I^2 = 20,2 \%$	1,00 (0,94 - 1,07)	1,00 (0,91 - 1,10)
	Taux de participation $\geq 80 \%$	1,2,9,11, 19,21	$\chi^2_5 = 1,89$ $p = 0,8641$ $I^2 = 0 \%$	1,00 (0,93 - 1,06) ^c	-
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^d	1,20,21	$\chi^2_2 = 2,88$ $p = 0,2365$ $I^2 = 30,6 \%$	0,95 (0,87 - 1,04)	0,93 (0,82 - 1,05)
	Bruit mesuré en dBA	2,4,9,19	$\chi^2_3 = 0,49$ $p = 0,9211$ $I^2 = 0 \%$	1,04 (0,54 - 2,00) ^c	-
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	1,9,11	$\chi^2_2 = 1,53$ $p = 0,4651$ $I^2 = 0 \%$	1,00 (0,91 - 1,09) ^c	-
	Contrôle des autres expositions professionnelles	1	- ^e	0,90 (0,74 - 1,09)	-
	Score de validité ≥ 13	1,2,9,11, 19	$\chi^2_4 = 1,87$ $p = 0,7598$ $I^2 = 0 \%$	1,00 (0,91 - 1,09) ^c	-

^a Se réfèrent aux # du tableau 11.

^b Plus cette valeur est petite, plus grande est l'hétérogénéité.

^c Selon le modèle à effets fixes parce que faible hétérogénéité : (χ^2 d'hétérogénéité) < (nombre des estimés inclus - 1).

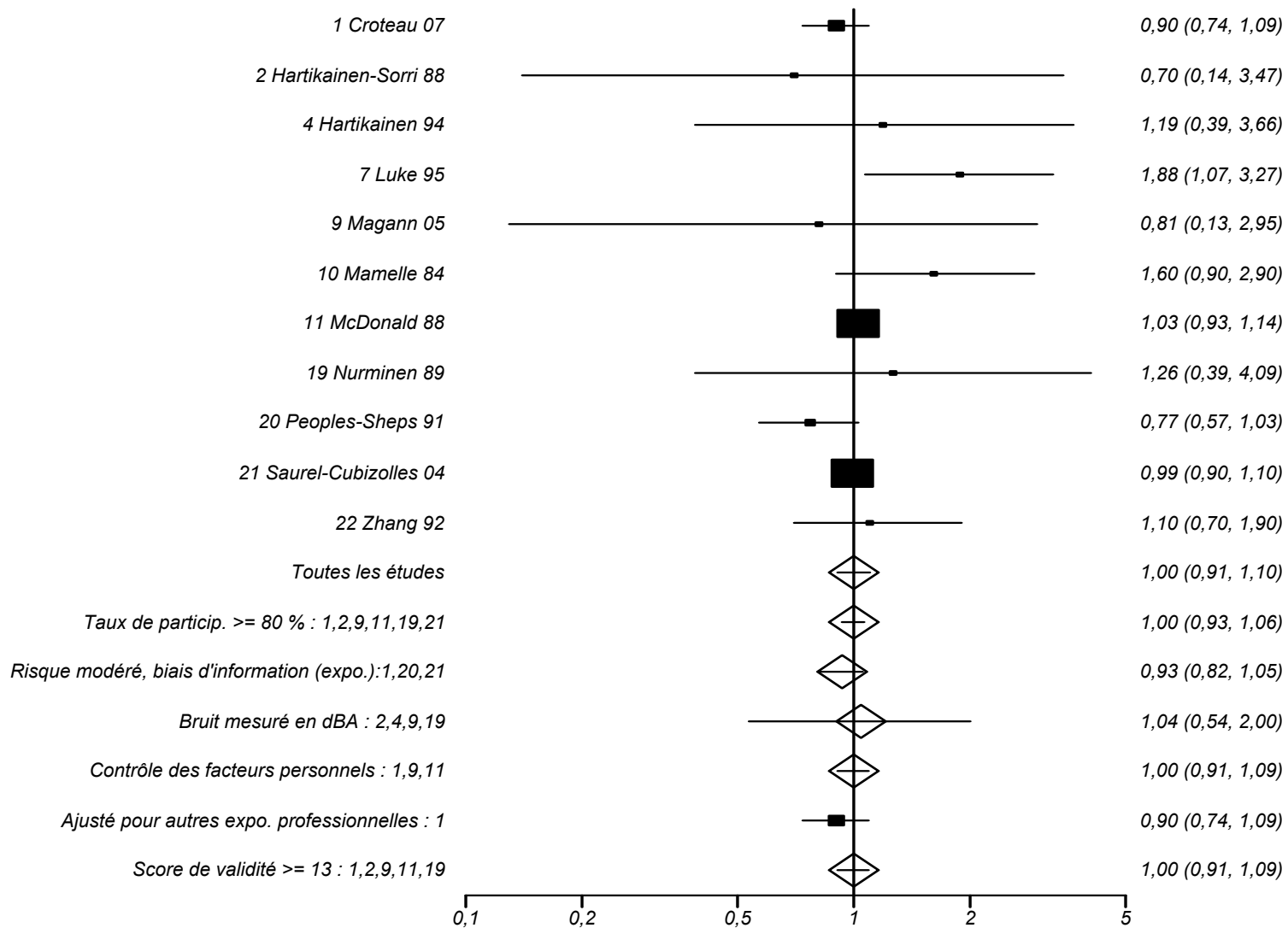
^d Question permettant d'évaluer le niveau sonore (#1, #21) ou estimé par le titre d'emploi sans connaître l'issue de la grossesse (#20).

^e Une seule étude.

Tableau 14 Méta-régression : AAT et bruit en milieu de travail

Variables	valeur-p	MAS_a	IC 95 %
Bruit en milieu de travail	0,6683	1,13	0,57 – 2,24
Risque de biais de sélection modéré ou élevé (taux de participation < 80 %, inconnu ou participation volontaire)	0,1017	0,79	0,59 – 1,07
Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition (documentée par une question permettant d'évaluer le niveau sonore ou estimé par le titre d'emploi sans connaître l'issue de la grossesse)	0,4177	0,80	0,41 – 1,54
Risque élevé de biais d'information au niveau de l'exposition (documentée rétrospectivement auprès des mères par une question ne permettant pas d'évaluer le niveau sonore)	0,2188	1,47	0,73 – 2,95
Risque de biais de confusion lié aux facteurs personnels modéré ou élevé	0,0193	1,76	1,15 – 2,71
Risque de biais de confusion lié aux autres expositions professionnelles, modéré ou élevé	0,0454	0,62	0,39 – 0,99
Signification statistique globale du modèle :	$F_{5,5} = 3,53$		
Coefficient de détermination :	$R^2 = 0,7794$		
	p = 0,0962		

Figure 9 Bruit en milieu de travail et accouchement avant terme



2.5 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE RISQUE DE FAIBLE POIDS À LA NAISSANCE

Le tableau 15 présente les résultats de trois études qui ont estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque de faible poids à la naissance (FPN).

Les risques de biais de ces études sont résumés au tableau 16. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 10 permet de visualiser dans quelles proportions, ces études présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Duclos *et al.* n'ont pu mettre en évidence de corrélation entre le niveau sonore et le poids de naissance. Cependant, cette étude présentait des risques de biais élevés pour trois types de biais et un score de validité < 13.

Parmi les deux résultats présentés par Hartikainen, le premier présente une meilleure validité (score de validité = 13,25) et n'indique pas de diminution du poids moyen en présence d'une exposition d'au moins 78 dBA. Le second résultat qui correspondait à une exposition d'au moins 90 dBA, fait état d'une diminution du poids à la naissance mais sa validité est plus faible.

L'étude de McDonald fait état d'une élévation du risque de FPN correspondant à 1,11 [1,00 - 1,23] pour l'ensemble des travailleuses exposées. Lors de l'analyse par secteur d'activité, l'élévation du risque n'est observée que pour les travailleuses de la santé et œuvrant dans les manufactures. La validité de cette étude a été jugée bonne (score de validité = 13,00).

- Selon les deux résultats où le score de validité est d'au moins 13 (#3 : MA : 1,11 et #1 : + 20 g), l'ampleur de l'effet est indéterminée.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- Les IC 95 % des résultats #3 : [1,00 - 1,23] et #1 : [-121 g à +161 g] indiquent que la « précision statistique » est moyenne ou faible.
- Des analyses de sensibilité ne peuvent être réalisées pour cette dyade. Cependant, il apparaît qu'une seule étude (McDonald) présentait de faibles risques pour le biais de sélection et pour le biais de confusion lié aux facteurs personnels, et qu'un léger risque de FPN y est observé. Par contre, le seul résultat (Hartikainen #1) pour lequel le risque de biais de confusion lié aux autres expositions professionnelles était faible, ne montre pas d'association. La « validité » est indéterminée.
- La cohérence est faible.
- Il n'est pas possible d'évaluer la possibilité d'un biais de publication avec un graphique « en entonnoir » pour cette dyade.
- **Force de l'évidence de niveau IV : les données ne permettent pas de conclure au sujet du risque de FPN en présence de bruit en milieu de travail.**

Tableau 15 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque de faible poids à la naissance

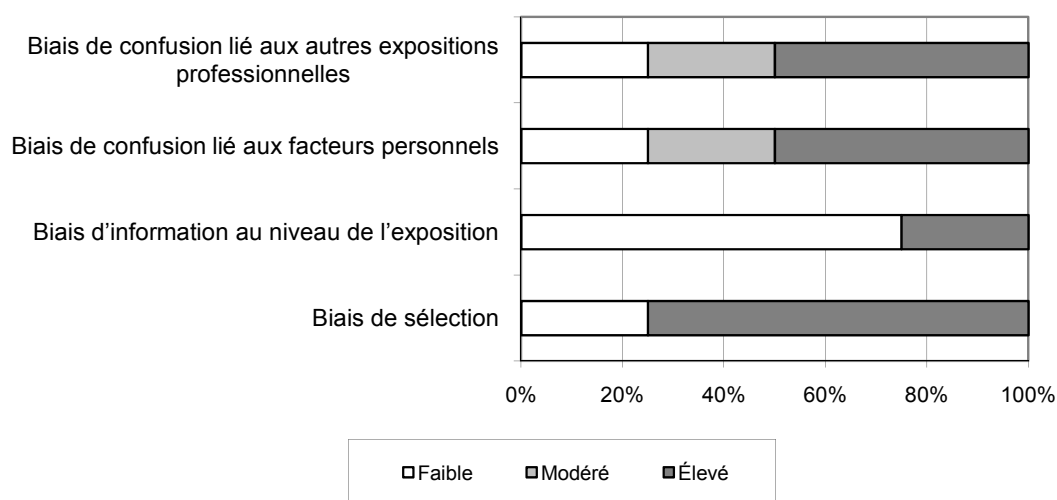
RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Duclos <i>et al.</i> 1984 ⁴	- > 89 dBA - 80 – 89 dBA - 70 – 79 dBA - 60 – 69 dBA			pas de corrélation entre le niveau sonore et le poids de naissance		11
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	- ≥ 78 dBA (8 h) - ≥ 90 dBA (8 h)	- < 78 dBA (8 h)	1 2	+ 20 g (-121 g à +161 g) diminution : 200 à 300 g		13,25 11
McDonald <i>et al.</i> 1988 ¹⁸	- bruit fort - administration - santé - clérical - vente - services - manufactures	- l'ensemble des travailleuses de l'étude	3 4 5 6 7 8 9	1,11 (1,00 – 1,23) ^a 1,07 (0,75 – 1,44) ^a 1,49 (1,04 – 2,02) ^a 1,00 (0,82 – 1,20) ^a 0,96 (0,49 – 1,58) ^a 1,03 (0,74 – 1,37) ^a 1,20 (1,01 – 1,41) ^a		13

^a IC (95 %) calculé à l'aide des données présentées dans l'article.

Tableau 16 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de faible poids à la naissance

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score de validité
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
Duclos 84	É	F	É	É	11,00
Hartikainen 94 (≥ 78 dBA)	É	F	M	F	13,25
Hartikainen 94 (≥ 90 dBA)	É	F	É	É	11,00
McDonald 88	F	É	F	M	13,00

Figure 10 Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de faible poids à la naissance



2.6 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE RISQUE D'INSUFFISANCE DE POIDS POUR L'ÂGE GESTATIONNEL

Le tableau 17 présente dix-huit résultats provenant de douze études ayant estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG). La plupart des auteurs^{2;7;10;21;27} ont défini l'IPAG comme une naissance de poids inférieur au 10^e percentile pour l'âge gestationnel et le sexe du bébé (définition classique); pour d'autres il s'agissait du poids ajusté pour l'âge gestationnel et pour l'âge gestationnel au carré¹, d'enfants né à terme dont le poids est inférieur au 25^e percentile pour l'âge gestationnel⁹, d'un poids inférieur au 10^e percentile pour l'âge gestationnel²⁰, d'un poids inférieur à 2 500 g chez les enfants à terme²² ou du poids ajusté pour l'âge gestationnel et le sexe du bébé²⁶. Afin d'évaluer l'impact des différentes méthodes de définition de l'IPAG, une analyse par sous-groupe a été réalisée à l'intérieur de la méta-analyse.

Deux résultats très différents sont issus de l'étude de Nurminen et Kurppa 1989²¹; le premier (#14 :1,4) correspond à l'effet d'une exposition à au moins 80 dBA parmi des travailleuses non exposées à la rotation des quarts de travail et le second (#15 :4,2) correspond à la même exposition parmi des travailleuses manuelles non agricoles non exposées à la rotation des quarts de travail. La restriction aux travailleuses manuelles non-agricoles présente l'avantage que certaines conditions de travail et que le niveau socio-économique soient plus homogènes parmi les travailleuses incluses dans cette analyse. Par contre, cette population est différente des populations des autres études où les catégories d'emplois sont variées et le résultat #15 risque d'être moins facilement extrapolable à d'autres groupes de travailleuses. C'est pourquoi le résultat #14 fera partie de l'analyse.

Les risques de biais des 10 études qui présentent un résultat pouvant être utilisé dans la méta-analyse sont résumés au tableau 18. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 11 permet de visualiser dans quelles proportions, ces 10 études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Les résultats de la méta-analyse indiquent une MAS d'IPAG de 1,15 [0,94 - 1,42] pour l'ensemble des études et de 1,19 [0,81-1,74] pour les études dont le score de validité est ≥ 13 . L'analyse par sous-groupe indique qu'il y a plus d'hétérogénéité et une légère diminution de la MAS pour le sous-groupe où d'autres définitions de l'IPAG ont été utilisées comparativement au sous-groupe où la définition classique a été utilisée. (tableau 19 et figure 12).

Une méta-régression a été effectuée et les résultats qui apparaissent au tableau 20 montrent une MAS ajustée (MAS_a) de 1,27 [1,01 - 1,59] pour l'exposition au bruit en milieu de travail. Ce résultat correspond à la MAS qui résulterait d'un groupe théorique d'études où tous les risques de biais seraient faibles.

Comparativement à ce scénario théorique où les risques de biais sont tous faibles, la présence d'un risque élevé de biais d'information au niveau de l'exposition est liée à une mesure d'association plus faible pour le risque d'IPAG. Cette observation est en accord avec

les mesures d'association synthèses plus élevées obtenues par la méta-analyse pour les sous-ensembles d'études où le bruit était mesuré en dBA et où le biais d'information au niveau de l'exposition était jugé modéré (tableau 20).

- L'ampleur de l'effet est modérée : 1,27 (obtenue par méta-régression) et le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas est de 54.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- L'IC 95 % obtenu par la méta-régression : [1,01 – 1,59] indique que la « précision statistique » est bonne.
- La MAS obtenue par méta-régression est égale à ± 10 % de la valeur de la MAS ajustée simultanément pour les quatre risques de biais, non faibles, du tableau 18. Par conséquent, la « validité » est considérée comme bonne.
- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,0713$) et la proportion modérée de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 43,0$ %) parmi l'ensemble des études, ainsi que la part modérée de variabilité expliquée par le modèle de méta-régression ($R^2 = 0,3874$) indiquent que la « cohérence » est moyenne.
- Le graphique « en entonnoir » suggère un léger biais de publication.
- ***Force de l'évidence de niveau II : il y a une évidence suffisante d'une augmentation de 27 % du risque d'IPAG en présence de bruit d'au moins 85 dBA en milieu de travail; si le niveau de bruit est moindre (sauf dans certaines situations de travail où un effort mental élevé est nécessaire), il y a suspicion d'augmentation du risque d'IPAG (niveau III).***

Il est à noter que le résultat #15 de Nurminen et Kurppa, où la restriction aux travailleuses manuelles non agricoles permet de supposer un moindre risque de confusion lié aux autres conditions de travail et au niveau socio-économique, est dans le sens d'une augmentation du risque d'IPAG encore plus grande.

Tableau 17 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG)^{†††}

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Chen <i>et al.</i> 2000 ¹	- bruit : oui	- bruit : non	1	+ 14 g (- 55 à + 82)		14,5
Croteau <i>et al.</i> 2006 ²	- doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres ^a - retrait préventif < 24 semaines - retrait préventif ≥ 24 semaines - pas de retrait préventif	- peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres	2	1,1 (0,9 – 1,3)	93,47	15,75
			3	1,0 (0,7 – 1,3)		
			4	1,1 (0,7 – 1,7)		
			5	1,2 (1,0 – 1,5)		
Hanke <i>et al.</i> 1999 ⁷	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	6	1,17 (0,50 – 2,61)	5,63	10,5
Hartikainen-Sorri <i>et al.</i> 1988 ⁹	- ≥ 81 dBA - bruit d'impact	- < 81 dBA - pas de bruit d'impact	7	2,40 (0,27 – 20,28)	0,82	14
			8	1,29 (0,65 – 2,55)		
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	- ≥ 78 dBA (8 h) - ≥ 90 dBA (8 h)	- < 78 dBA (8 h)	9	1,15 (0,51 – 2,61) ^b	4,33	11
			10	2,77 (1,08 – 7,11) ^b		
Hrubá <i>et al.</i> 1999 ¹¹	- bruit : oui	- bruit : non	11	1,92 (1,06 – 3,49) ^c	10,82	8,5
Magann <i>et al.</i> 2005 ¹⁵	- ≥ 85 dBA (8 h)	- < 85 dBA (8 h)	12	0,20 (0,03 – 1,53)	0,99	13,5
McDonald <i>et al.</i> 1990 ²⁰	- bruit fort	- l'ensemble des travailleuses de l'étude	13	0,97 (0,84 – 1,11)	197,81	12

^a Parmi un échantillon représentatif de la population source, l'exposition était distribuée comme suit : voix normale (85,0 %), voix forte (~ 78 dBA) (13,5 %), voix criée (~ 85 dBA) (1,5 %).

^b MA et IC 95 % calculés à l'aide des données présentées dans l'article.

^c IC 95 % calculé à l'aide des données présentées dans l'article.

^{†††} IPAG = Naissance de poids < 10^e percentile du poids pour l'âge gestationnel et le sexe du bébé sauf pour Chen (poids ajusté pour l'âge gestationnel et pour l'âge gestationnel au carré), Hartikainen-Sorri 1988 (enfant né à terme dont le poids est < 25^e percentile pour l'âge gestationnel), Hrubá (IPAG non défini), Magann (IPAG non définie), McDonald (poids < 10^e percentile pour l'âge gestationnel), Peoples-Sheps (poids < 2 500 g chez les enfants à terme) et Wu (poids ajusté pour l'âge gestationnel et le sexe du bébé).

Tableau 17 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur le risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (IPAG) (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Nurminen et Kurppa 1989 ²¹	Bruit selon les hygiénistes parmi des travailleuses non exposées à la rotation des quarts de travail : - faible à élevé : ≥ 80 dBA _(8 h) - faible à élevé : ≥ 80 dBA _(8 h) chez des travailleuses manuelles non agricoles	- absent : < 80 dBA _(8 h)	14	1,4 (0,7 – 2,8)	8,00	16 ^d
		- absent : < 80 dBA _(8 h) chez des travailleuses manuelles non agricoles	15	4,2 (2,0 – 8,7)	7,11	16,5 ^e
Peoples-Sheps <i>et al.</i> 1991 ²²	- bruit fort constant ou intermittent	- pas de bruit fort	16	1,03 (0,55 – 1,93) ^b	9,75	9
Wu <i>et al.</i> 1998 ²⁶	- valeur moyenne (dBA) de trois mesures (15 ^e , 25 ^e , ~ 35 ^e semaine) d'exposition au bruit sur 24 heures	- pas de groupe de comparaison, variable traitée en continu par analyse de régression multiple	17	pas d'association (p = 0,46)		14
Zhang <i>et al.</i> 1992 ²⁷	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	18	0,8 (0,5 – 1,5)	12,73	9

^d MA ajustée pour l'âge, la parité, les antécédents obstétricaux, le poids pré-gravidique, la consommation d'alcool et de tabac, parmi des travailleuses non-exposées à la rotation des quarts de travail.

^e MA ajustée pour l'âge, la parité, les antécédents obstétricaux, le poids pré-gravidique, la consommation d'alcool et de tabac, parmi des travailleuses manuelles non agricoles (de niveau socio-économique équivalent) non-exposées à la rotation des quarts de travail.

Tableau 18 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
5 Croteau 06	F	M	F	F	15,75
6 Hanke 99	F	É	É	É	10,50
7 Hartikainen-Sorri 88	F	F	F	É	14,00
10 Hartikainen 94	É	F	É	É	11,00
11 Hrubá 99	?	M	É	É	8,50
12 Magann 05	F	F	F	M	13,50
13 McDonald 90	F	É	F	É	12,00
14 Nurminen et Kurppa 89	F	F	F	M	16,00
16 Peoples-Sheps 91	M	M	É	É	9,00
18 Zhang 92	?	É	M	É	9,00

Figure 11 Proportions d'études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel

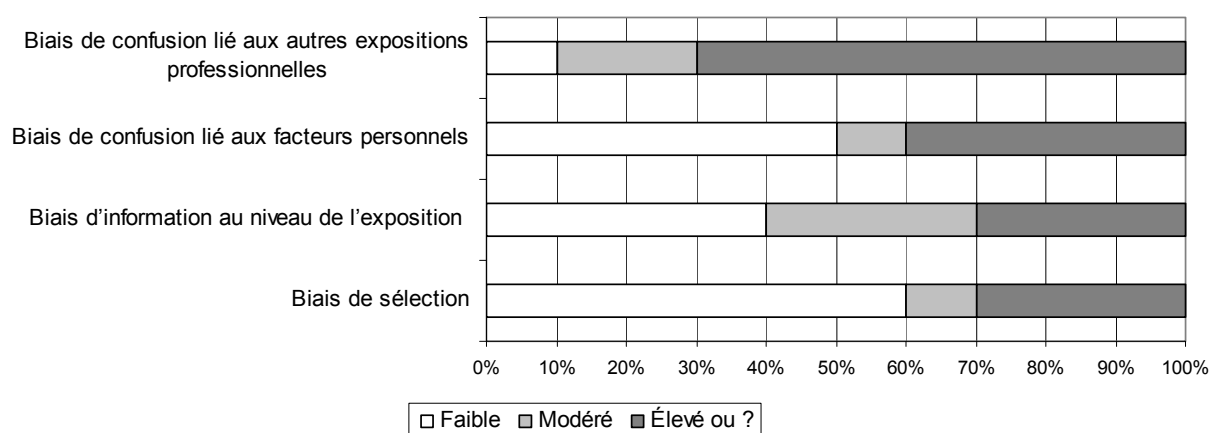


Tableau 19 Mesures d'association synthèses (MAS) d'insuffisance de poids pour l'âge gestationnel associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉROGÉNÉITÉ ^b ET I^2	MESURES D'ASSOCIATION SYNTHÈSES ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Insuffisance de poids pour l'âge gestationnel et Bruit en milieu de travail (doit élever la voix ou crier, ≥ 80 -90 dBA, bruit fort au travail, bruit au travail) Figure 12	Toutes les études	5,6,7,10, 11,12,13, 14,16,18	$\chi^2_9 = 15,79$ $p = 0,0713$ $I^2 = 43,0 \%$	1,07 (0,96 - 1,19)	1,15 (0,94 - 1,42)
	Taux de participation $\geq 80 \%$	5,6,7,12, 13,14	$\chi^2_5 = 6,93$ $p = 0,2261$ $I^2 = 27,8 \%$	1,05 (0,93 - 1,17)	1,06 (0,87 - 1,28)
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^c	5,11,16	$\chi^2_2 = 2,50$ $p = 0,2858$ $I^2 = 20,1 \%$	1,24 (1,03 - 1,49)	1,27 (0,98 - 1,64)
	Bruit mesuré en dBA	7,10,12,14	$\chi^2_3 = 5,87$ $p = 0,1183$ $I^2 = 48,9 \%$	1,55 (0,92 - 2,61)	1,42 (0,60 - 3,36)
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	5,7,12,13, 14	$\chi^2_4 = 6,86$ $p = 0,1437$ $I^2 = 41,7 \%$	1,04 (0,93 - 1,17)	1,22 (0,87 - 1,71)
	Contrôle des autres expositions professionnelles	5	- ^d	1,20 (1,00 - 1,50)	
	Score de validité ≥ 13	5,7,12,14	$\chi^2_3 = 3,78$ $p = 0,2866$ $I^2 = 20,6 \%$	1,20 (0,99 - 1,46)	1,19 (0,81 - 1,74)
Analyse par sous-groupe	Définition classique de l'IPAG	5,6,10,14, 18	$\chi^2_4 = 5,31$ $p = 0,2567$ $I^2 = 24,7 \%$	1,20 (1,00 - 1,43)	1,21 (0,92 - 1,58)
	Autres définitions	7,11,12, 13,16	$\chi^2_4 = 8,00$ $p = 0,0915$ $I^2 = 50,0 \%$	1,00 (0,88 - 1,14)	1,12 (0,74 - 1,71)

^a Se réfèrent aux # du tableau 17.

^b Plus cette valeur est petite, plus grande est l'hétérogénéité.

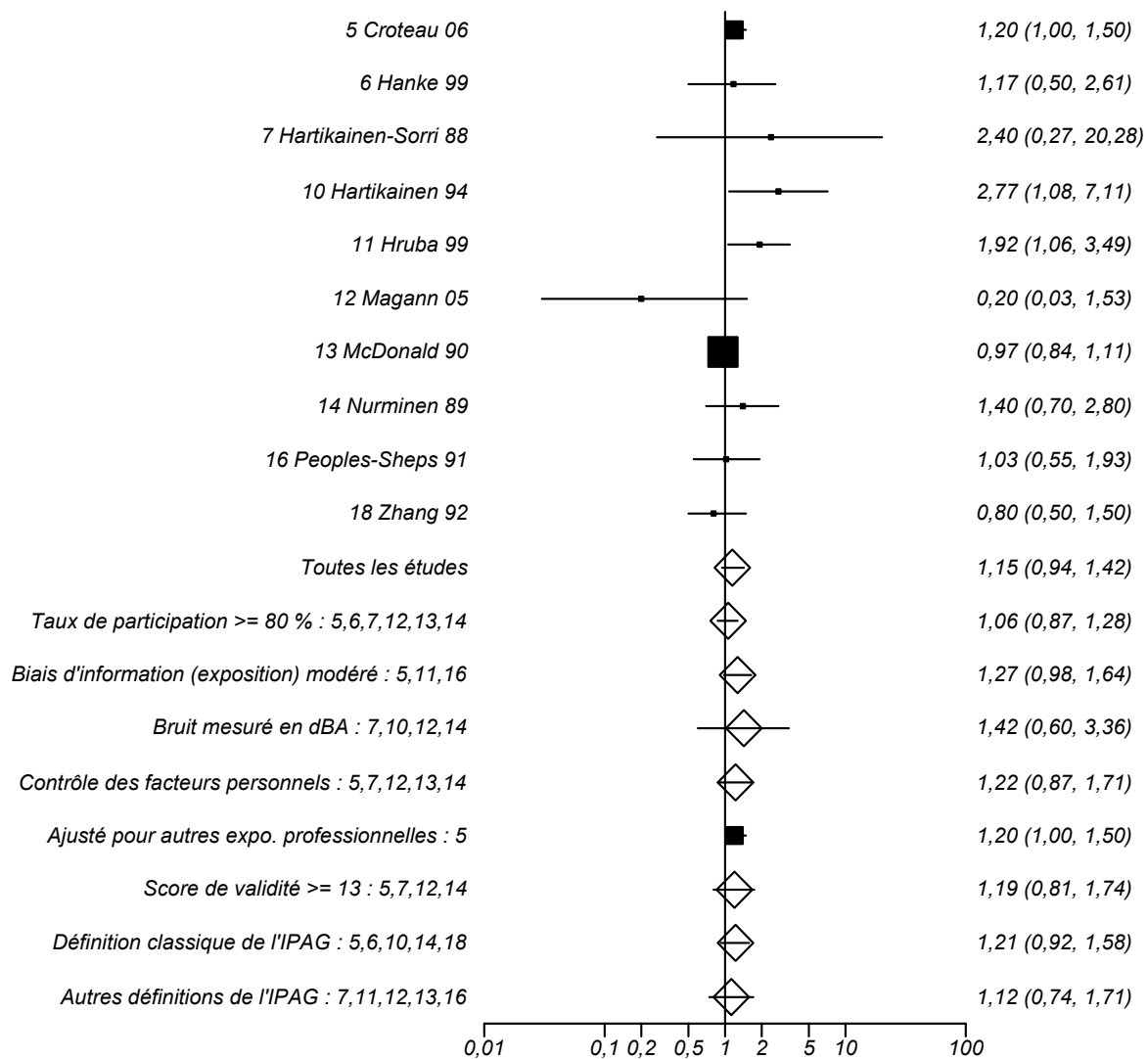
^c Question permettant d'évaluer le niveau sonore (#5) ou posée à la mère durant la grossesse (#11), ou estimé par le titre d'emploi sans connaître l'issue de la grossesse (#16).

^d Une seule étude.

Tableau 20 Méta-régression : IPAG et bruit en milieu de travail

Variables	valeur-p	MAS _a	IC 95 %
Bruit en milieu de travail	0,0394	1,27	1,01 - 1,59
Risque élevé de biais d'information au niveau de l'exposition (documentée rétrospectivement auprès des mères par une question ne permettant pas d'évaluer le niveau sonore)	0,0547	0,76	0,57 - 1,01
Signification statistique globale du modèle :	$F_{1,8} = 3,06$	$p = 0,0547$	
Coefficient de détermination :	$R^2 = 0,3874$		

Figure 12 Bruit en milieu de travail et insuffisance de poids pour l'âge gestationnel



Deux autres études, Chen 2000¹ (score de validité=15) et Zhang 92²⁷ (score de validité = 9) n'ont pas trouvé d'association.

2.7 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL ET LES RISQUES DE PRÉ-ÉCLAMPSIE ET D'HYPERTENSION GESTATIONNELLE

Au tableau 21 sont présentés dix-neuf résultats provenant de six études qui ont estimé l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques de pré-éclampsie (PE) ou d'hypertension gestationnelle (HTG). Les auteurs ont défini la PE comme au moins 2 épisodes d'hypertension ($\geq 140/90$ mm Hg) avec albuminurie à partir de la 20^e semaine⁶, une hypertension de grossesse avec albuminurie ou œdème ou les deux¹² et comme une protéinurie avec hypertension diagnostiquée à au moins deux reprises ou une hospitalisation pour hypertension²⁵. L'HTG a été définie comme au moins 2 épisodes d'hypertension ($\geq 140/90$ mm Hg) sans albuminurie à partir de la 20^e semaine⁶, une variation de tension artérielle diastolique au 3^e trimestre¹⁰, une hypertension de grossesse sans albuminurie ni œdème¹², une élévation d'au moins 20 mm Hg de la pression artérielle moyenne ($\frac{1}{3}$ pression systolique + pression diastolique) entre la 1^{re} et la dernière visite pré-natale²¹ et comme une pression systolique ≥ 140 mm Hg et/ou pression diastolique ≥ 90 mm Hg lors d'au moins un trimestre de la grossesse²³.

2.7.1 Bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie

Les risques de biais des trois études qui présentent un résultat pouvant être utilisé dans la méta-analyse sont résumés au tableau 22. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 13 permet de visualiser dans quelles proportions, ces études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Les résultats de la méta-analyse indiquent une MAS de PE de 1,06 [0,81 - 1,39] pour l'ensemble des études et de 1,12 [0,78 - 1,59] pour les études dont le score de validité est ≥ 13 (tableau 24 et figure 15).

- L'ampleur de l'effet est faible : 1,12 et le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas est de 184.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- Les IC 95 % obtenus pour l'ensemble des études [0,81 - 1,39] et pour les études dont le score de validité est élevé [0,78 - 1,59] indiquent que la « précision statistique » est faible.
- L'ampleur de l'effet est stable pour trois analyses de sensibilité portant sur les sous-ensembles d'études ayant un taux de participation d'au moins 80 %, ayant exercé un contrôle adéquat des facteurs personnels de confusion et ayant ajusté pour les autres expositions professionnelles (une étude). Compte tenu que l'ampleur de l'effet est plus faible pour le sous-ensemble d'études ayant mesuré le bruit en dBA, la « validité » est moyenne.
- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,2154$) et la faible proportion de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 34,9 \%$) parmi les études dont le score de validité est élevé, indiquent que la « cohérence » est bonne.
- Le graphique « en entonnoir » indique qu'un biais de publication est peu probable.

- ***Force de l'évidence de niveau III : il y a suspicion d'une augmentation de 12 % du risque de PE en présence de bruit en milieu de travail.***

2.7.2 Bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle

Plusieurs résultats sont issus de l'étude de Nurminen et Kurppa 1989²¹; à l'exception du premier, ces résultats correspondent à une exposition d'au moins 80 dBA estimée par des hygiénistes. L'effet de cette exposition a été évalué dans quatre populations de travailleuses : - travailleuses en général (#14), - travailleuses exposées à la rotation des quarts de travail (#15), - travailleuses manuelles non agricoles (#16) et - travailleuses de manufactures (#17). Les résultats #15, 16 et 17 sont ajustés pour certains facteurs personnels. Pour le résultat #15, la restriction aux travailleuses exposées à la rotation des quarts de travail permet d'isoler l'effet de l'exposition au bruit de celui de l'exposition à la rotation des quarts de travail. Par ailleurs, pour les résultats #16 et 17, la restriction aux travailleuses manuelles non-agricoles ou aux travailleuses de manufactures présente l'avantage que certaines conditions de travail et que le niveau socio-économique soient plus homogènes tout en ayant pour inconvénient que ces résultats soient moins facilement extrapolables à d'autres groupes de travailleuses. C'est pourquoi le résultat #15 fera partie de l'analyse.

Les risques de biais des quatre études qui présentent un résultat pouvant être utilisé dans la méta-analyse sont résumés au tableau 23. Les conditions pour qu'un risque de biais soit jugé élevé, modéré ou faible, sont expliquées à la section 1.2.7 du chapitre des méthodes.

La figure 14 permet de visualiser dans quelles proportions, ces études, présentent des risques de biais élevés, modérés ou faibles.

Les résultats de la méta-analyse indiquent une MAS d'HTG de 1,37 [0,96 - 1,95] pour l'ensemble des études et de 1,42 [0,83 - 2,44] pour les études dont le score de validité est ≥ 13 (tableau 24 et figure 16).

- L'ampleur de l'effet est modérée : 1,42 et le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas est de 68.
- La plausibilité biologique est bonne pour une exposition à au moins 85 dBA et moyenne pour une exposition moindre.
- Les IC 95 % obtenus pour l'ensemble des études : [0,96 - 1,95] et pour les études dont le score de validité est élevé : [0,83 - 2,44] indiquent que la « précision statistique » est moyenne.
- L'ampleur de l'effet est stable pour trois analyses de sensibilité portant sur les sous-ensembles d'études : - ayant mesuré le bruit en dBA, - ayant exercé un contrôle adéquat des facteurs personnels de confusion et - ayant ajusté pour les autres expositions professionnelles (une étude). Compte tenu que l'ampleur de l'effet est plus faible pour le sous-ensemble d'études ayant un taux de participation d'au moins 80 %, la « validité » est moyenne.

- L'absence de distorsion, la valeur-p du test d'hétérogénéité ($p = 0,1167$) et la proportion notable de la variabilité attribuable à l'hétérogénéité ($I^2 = 53,5 \%$) parmi les études dont le score de validité est élevé, indiquent que la « cohérence » est moyenne.
- Le graphique « en entonnoir » suggère un risque de biais de publication.
- ***Force de l'évidence de niveau III : il y a suspicion d'une augmentation de 42 % du risque d'HTG en présence de bruit en milieu de travail.***

Il est à noter que les résultats #16 et #17 de Nurminen et Kurppa, où les restrictions à deux sous-groupes de travailleuses permettent de supposer un moindre risque de confusion lié aux autres conditions de travail et au niveau socio-économique, vont dans le sens d'une augmentation du risque d'HTG encore plus grande.

Tableau 21 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques de pré-éclampsie (PE)⁺⁺⁺ et d'hypertension gestationnelle (HTG)^{\$\$\$}

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Haelterman <i>et al.</i> 2007 ⁶	- doit élever la voix ou crier pour être entendue par une personne située à 2 mètres ^a	- peut être entendue sans élever la voix par une personne située à 2 mètres	1 2	PE : 0,9 (0,5 – 1,6) HTG : 0,9 (0,5 – 1,6)	11,36 11,36	12,5
Hartikainen <i>et al.</i> 1994 ¹⁰	tension artérielle diastolique au 3 ^e trimestre - ≥ 78 dBA (8 h) - ≥ 90 dBA (8 h)	- < 78 dBA (8 h)	3 4	- 1,3 mm Hg ≈ - 2 mm Hg		13,5 11,5
Irwin <i>et al.</i> 1994 ¹²	- élevée : ≥ 84 dBA (8 h) et appartenant au programme militaire de conservation de l'ouïe, - modérée : bruit plus fort que celui d'une conversation mais n'appartenant pas au programme	- faible : rarement ou jamais exposées à un bruit plus fort que celui d'une conversation	5 6 7 8 9 10 11 12	Nullipares PE : 0,86 (0,60 – 1,30) HTG : 1,0 (0,76 – 1,50) Multipares PE : 1,30 (0,51 – 3,60) HTG : 1,7 (0,81 – 3,50) Nullipares PE : 0,61 (0,40 – 0,94) HTG : 1,3 (0,94 – 1,80) Multipares PE : 1,70 (0,76 – 3,80) HTG : 1,7 (0,84 – 3,30)	25,70 33,24 4,02 7,17	PÉ : 15,0 HTG : 15,5

^a Parmi un échantillon représentatif de la population source, l'exposition était distribuée comme suit : voix normale (85,0 %), voix forte (~ 78 dBA) (13,5 %), voix criée (~ 85 dBA) (1,5 %).

⁺⁺⁺ Les auteurs ont utilisé différentes définitions de la PE : Haelterman⁶ (au moins 2 épisodes d'hypertension (≥ 140/90 mm Hg) avec albuminurie à partir de la 20^e semaine), Irwin¹² (hypertension de grossesse avec albuminurie ou œdème ou les deux) et Wergeland²⁵ (protéinurie et hypertension diagnostiquées à au moins deux reprises ou hospitalisation pour hypertension).

^{\$\$\$} Les auteurs ont utilisé différentes définitions de l'HTG : Haelterman⁶ (au moins 2 épisodes d'hypertension (≥ 140/90 mm Hg) sans albuminurie à partir de la 20^e semaine), Hartikainen¹⁰ (variation de tension artérielle diastolique au 3^e trimestre), Irwin¹² (hypertension de grossesse sans albuminurie ni œdème), Nurminen²¹ (élévation d'au moins 20 mm Hg de la pression artérielle moyenne (½ pression systolique + pression diastolique) entre la 1^{re} et la dernière visite prénatale) et Saurel-Cubizolles²³ (pression systolique ≥ 140 mm Hg et/ou pression diastolique ≥ 90 mm Hg lors d'au moins un trimestre de la grossesse).

Tableau 21 Mesures d'association (MA), poids (1/var (ln MA)) et score global des études évaluant l'effet du bruit en milieu de travail sur les risques de pré-éclampsie (PE) et d'hypertension gestationnelle (HTG) (suite)

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	POIDS (1/VAR)	SCORE GLOBAL
Nurminen et Kurppa 1989 ²¹	- bruit selon la mère au 1 ^{er} trimestre : oui	- : non	13	HTG : 1,6 (1,0 – 2,4)	4,32	11
	- bruit selon les hygiénistes :		14	HTG : 1,8 (1,0 – 3,0)		14
	- faible à élevé (≥ 80 dBA (8 h))	- absent : < 80 dBA (8 h)	15	HTG : 2,5 (1,0 – 6,6) ^b		16,5
	- faible à élevé et rotation des quarts de travail	- absent et rotation des quarts de travail	16	HTG : 1,7 (0,5 – 5,8) ^b		16,5
	- “ “ “ chez des travailleuses manuelles non agricoles	- “ “ “ chez des travailleuses manuelles non agricoles	17	HTG : 2,4 (0,3 – 23,1) ^b		16,5
Saurel-Cubizolles <i>et al.</i> 1991 ²³	- bruit élevé au 1 ^{er} trimestre	- pas de bruit élevé	18	HTG : 1,8 (1,2 – 2,6)	25,70	12,5
Wergeland et Strand 1998 ²⁵	- bruit au travail : oui	- bruit au travail : non	19	PE : 1,4 (0,9 – 2,0)	24,10	14,5

^b MA ajustée pour l'âge, la parité, les antécédents obstétricaux, la consommation d'alcool et de tabac, parmi des travailleuses exposées à la rotation des quarts de travail.

Tableau 22 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
1 Haelterman 07	F	M	F	É	12,75
5 Irwin 94	F	F	M	É	15,00
7 Irwin 94	F	F	M	É	15,00
19 Wegeland 98	F	É	F	F	14,50

Figure 13 Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque de pré-éclampsie

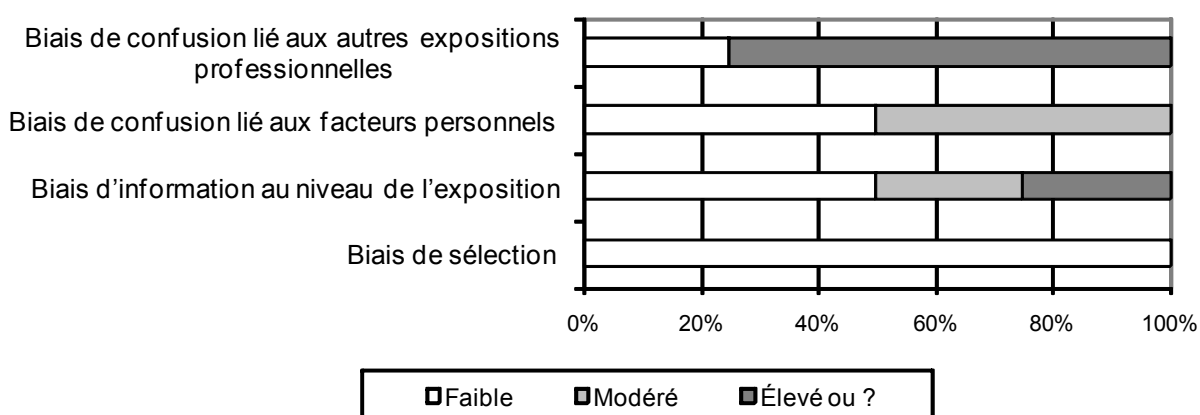


Tableau 23 Résumé des risques de biais présents dans chaque étude pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle

	Biais de sélection	Biais d'information au niveau de l'exposition	Biais de confusion lié aux :		Score
			Facteurs personnels	Autres expositions professionnelles	
2 Haelterman 07	F	M	F	É	12,75
6 Irwin 94	F	F	F	É	15,50
8 Irwin 94	F	F	F	É	15,50
15 Nurminen et Kurppa 89	F	F	F	M	16,50
18 Saurel-Cubizolles 91	?	É	F	F	12,50

Figure 14 Proportions des études qui présentent des risques de biais faibles, modérés ou élevés pour la dyade : bruit en milieu de travail et risque d'hypertension gestationnelle

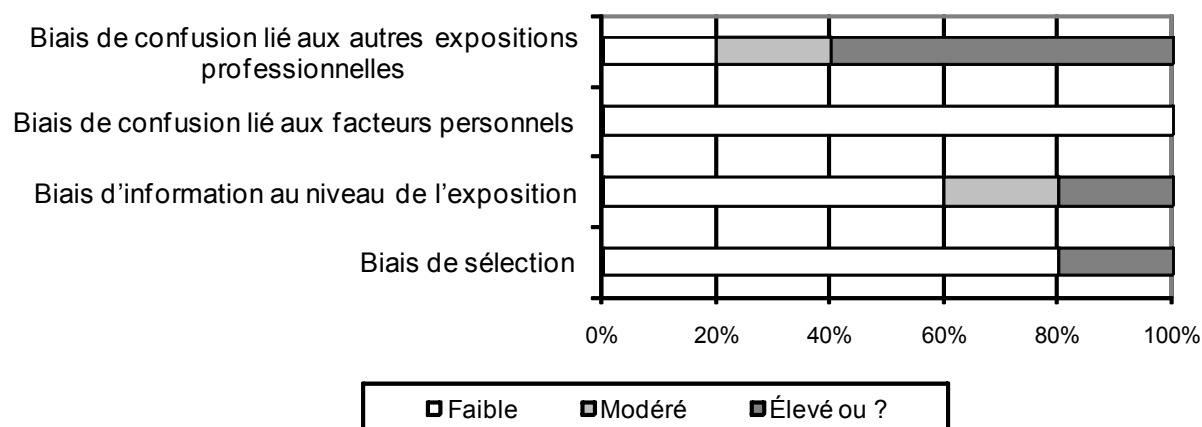


Tableau 24 Mesures d'association synthèses (MAS) de pré-éclampsie et de d'hypertension gestationnelle associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉROGÉNÉITÉ ^b ET I^2	MESURES D'ASSOCIATION SYNTHÈSES ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Pré-éclampsie et Bruit en milieu de travail (doit élever la voix ou crier, ≥ 84 dBA, bruit au travail) Figure 15	Toutes les études	1,5,7,19	$\chi^2_3 = 3,46$ $p = 0,3261$ $I^2 = 13,3 \%$	1,06 (0,84 - 1,36)	1,06 (0,81 - 1,39)
	Taux de participation $\geq 80 \%$	1,5,7,19	$\chi^2_3 = 3,46$ $p = 0,3261$ $I^2 = 13,3 \%$	1,06 (0,84 - 1,36)	1,06 (0,81 - 1,39)
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^c	1	- ^d	0,90 (0,50 - 1,60)	-
	Bruit mesuré en dBA	5,7	$\chi^2_1 = 0,59$ $p = 0,4409$ $I^2 = 0,0 \%$	0,91 (0,63 - 1,30) ^e	-
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	1,19	$\chi^2_1 = 1,51$ $p = 0,2196$ $I^2 = 33,6 \%$	1,22 (0,87 - 1,69)	1,18 (0,78 - 1,80)
	Contrôle des autres expositions professionnelles	19	- ^d	1,40 (0,90 - 2,00)	
	Score de validité ≥ 13	5,7,19	$\chi^2_2 = 3,07$ $p = 0,2154$ $I^2 = 34,9 \%$	1,10 (0,84 - 1,44)	1,12 (0,78 - 1,59)

Tableau 24 Mesures d'association synthèses (MAS) de pré-éclampsie et de d'hypertension gestationnelle associées au bruit en milieu de travail selon les caractéristiques des études et le modèle utilisé (suite)

DYADE	CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDES POUR CHAQUE MAS	# DES ESTIMÉS DES MA INCLUES ^a	χ^2 , VALEUR P DU TEST D'HÉTÉRO- GÉNÉITÉ ^b ET I^2	MESURES D'ASSOCIATION SYNTHÈSES ET IC 95 % SELON LE MODÈLE	
				EFFETS FIXES	EFFETS ALÉATOIRES
Hypertension gestationnelle et Bruit en milieu de travail (doit élever la voix ou crier, ≥ 80-84 dBA, bruit élevé au travail) Figure 16	Toutes les études	2,6,8,15, 18	$\chi^2_4 = 8,91$ $p = 0,0635$ $I^2 = 55,1 \%$	1,30 (1,05 - 1,62)	1,37 (0,96 - 1,95)
	Taux de participation ≥ 80 %	2,6,8,15	$\chi^2_3 = 5,00$ $p = 0,1717$ $I^2 = 40,0 \%$	1,12 (0,87 - 1,46)	1,21 (0,83 - 1,78)
	Risque modéré de biais d'information au niveau de l'exposition ^c	2	- ^d	0,90 (0,50 - 1,60)	
	Bruit mesuré en dBA	6,8,15	$\chi^2_2 = 4,30$ $p = 0,1167$ $I^2 = 53,5 \%$	1,19 (0,89 - 1,59)	1,42 (0,83 - 2,44)
	Contrôle des facteurs personnels de confusion	2,6,8,15, 18	$\chi^2_4 = 8,91$ $p = 0,0635$ $I^2 = 55,1 \%$	1,30 (1,05 - 1,62)	1,37 (0,96 - 1,95)
	Contrôle des autres expositions professionnelles	18	- ^d	1,80 (1,20 - 2,60)	
	Score de validité ≥ 13	6,8,15	$\chi^2_2 = 4,30$ $p = 0,1167$ $I^2 = 53,5 \%$	1,19 (0,89 - 1,59)	1,42 (0,83 - 2,44)

^a Se réfèrent aux # du tableau 21.

^b Plus cette valeur est petite, plus grande est l'hétérogénéité.

^c Question permettant d'évaluer le niveau sonore (#1, #2).

^d Une seule étude.

^e Selon le modèle à effets fixes parce que faible hétérogénéité : (χ^2 d'hétérogénéité) < (nombre des estimés inclus - 1).

Figure 15 Bruit en milieu de travail et pré-éclampsie

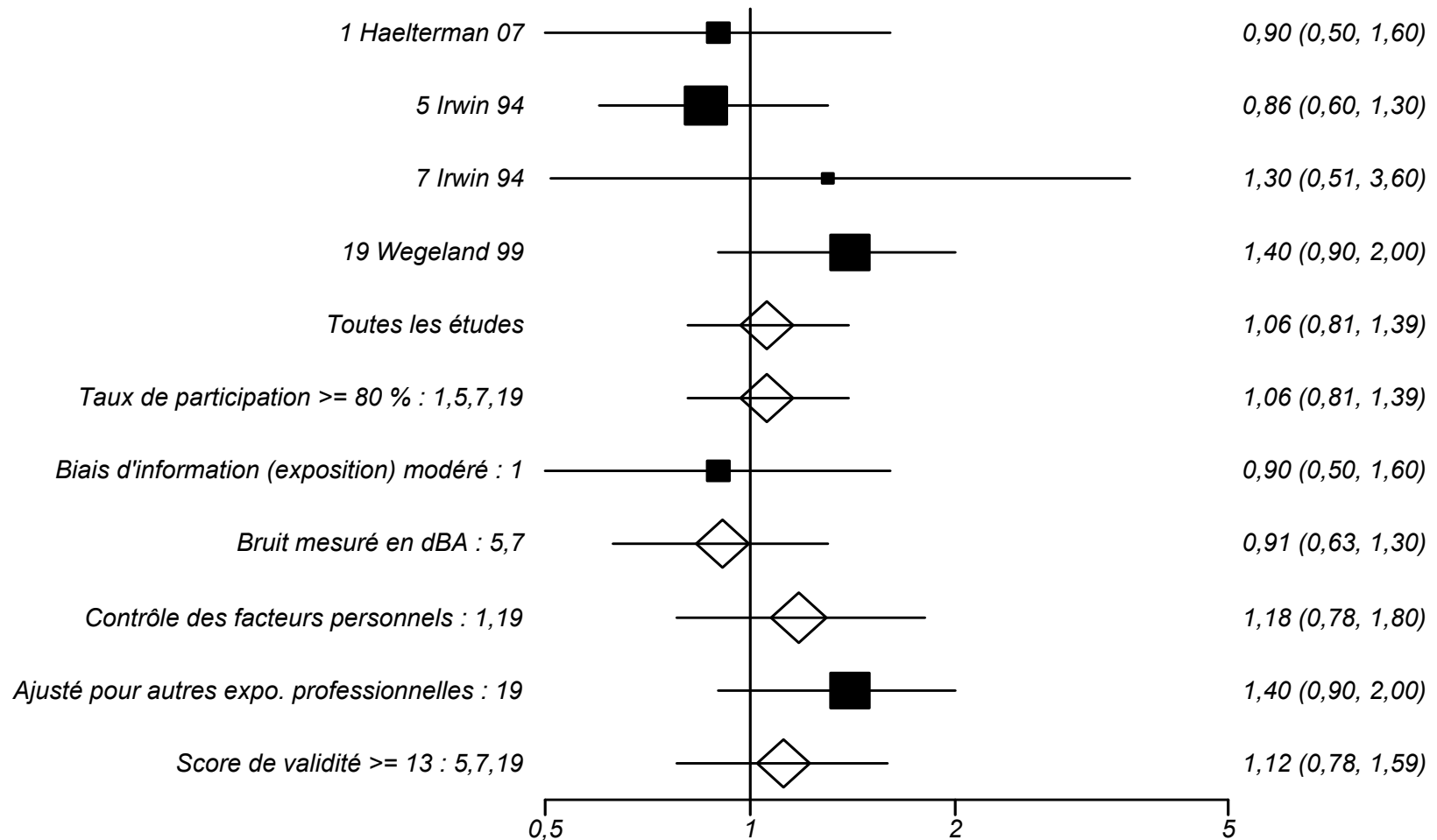
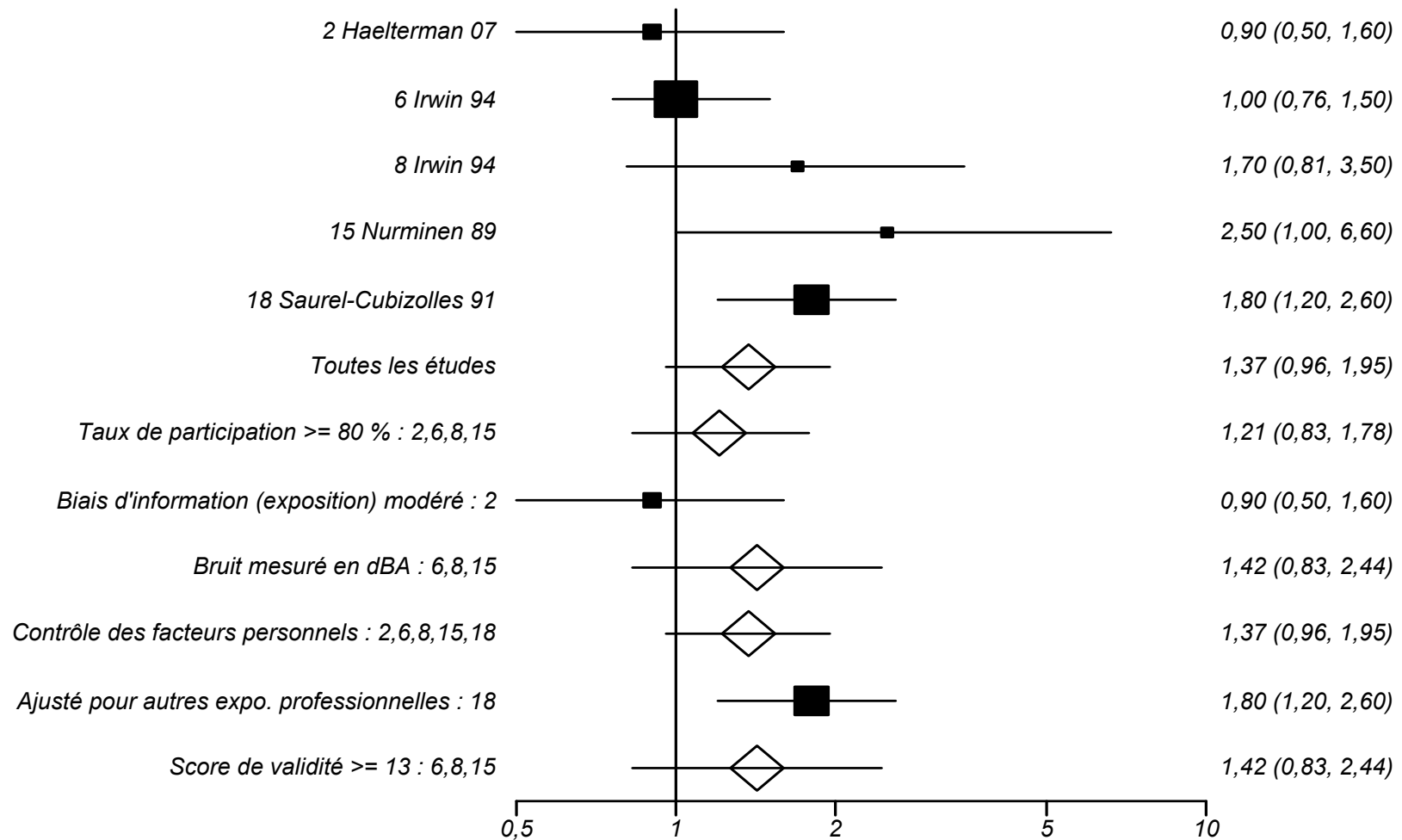


Figure 16 Bruit en milieu de travail et hypertension gestationnelle



Une autres étude, Hartikainen 1994¹⁰ (score de validité = 13,25) n'a pas trouvé d'association.

2.8 LE BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL DURANT LA GROSSESSE ET L'AUDITION DE L'ENFANT

Dans le « Guide de pratique professionnelle : Retrait préventif de la travailleuse enceinte, Les agresseurs physiques : le bruit »⁶⁷ adopté en 1998, il est recommandé qu'à partir de la 25^e semaine, une travailleuse enceinte ne soit pas exposée à un niveau sonore de 85 dBA_(8 h) ou plus⁶⁷. Cette recommandation, visant entre autre à prévenir une perte auditive chez l'enfant, était principalement fondée sur deux études qui, malgré leurs faiblesses méthodologiques, suggéraient que l'exposition prénatale au bruit puisse altérer l'audition du nouveau-né^{68;69}.

Dans le cadre du présent travail, une mise à jour des connaissances scientifiques sur lesquelles s'appuie cette recommandation a été jugée pertinente.

2.8.1 Plausibilité biologique

Les connaissances en physiologie humaine indiquent que la période de réceptivité auditive débute vers la 24^e semaine de grossesse^{70;71} et que la sensibilité auditive s'améliore par la suite⁷². Des études sur des brebis gestantes indiquent que le fœtus jouit d'une protection importante contre les agressions sonores externes, à l'exception des signaux de très basses fréquences (< 250 Hz). Selon Gerhardt et Abrams, la médiane d'atténuation de la barrière liquidienne chez l'agneau ou « isolation sonore du fœtus » s'établit à 10, 21, 36, 34 et 45 dB pour des fréquences respectivement de 125, 250, 500, 1 000 et 2 000 Hz⁷².

Des dommages à l'audition des sons de basses fréquences ont été mis en évidence chez des fœtus de moutons après des expositions très importantes. Les auteurs d'études chez le mouton concluent que l'exposition des fœtus à du bruit intense (120 dB SPL et dBA d'une durée de 16 heures, correspondant à 125 dBA 8 heures par jour, au sens de la réglementation québécoise) aurait induit une altération de l'audition à 1 000 Hz⁷³ et que la plupart des dommages subis par les fœtus de mouton touchaient l'audition des sons de basses et moyennes fréquences⁷⁴. Cependant, de telles expositions (125 dB SPL et dBA 8 heures), sont peu susceptibles d'être rencontrées en milieu de travail québécois.

Le fœtus de mouton est un bon modèle pour le fœtus humain, car les caractéristiques de l'atténuation du son dans l'abdomen de mouton sont similaires à celles rencontrées chez l'humain^{75;76}.

Par conséquent, pour des expositions intenses au bruit (125 dB SPL et dBA 8 heures) et en particulier si le bruit est riche en basses fréquences, la plausibilité biologique que l'exposition au bruit durant la grossesse puisse altérer l'audition du nouveau-né, est bonne. Par contre, la plausibilité biologique ne sera que moyenne pour des expositions moindres.

2.8.2 Les conséquences d'une perte auditive légère ou modérée chez les enfants

Chez l'enfant, une légère perte auditive présente à la naissance, aura des conséquences beaucoup plus importantes que la même perte chez l'adulte⁷². Le critère de 25 dB de perte auditive pour définir la limite d'une audition normale est inapproprié chez l'enfant⁷². En effet, le développement d'habiletés de communication et comportementales qui affectent l'éducation et la socialisation, sont largement influencées par la capacité auditive de l'enfant⁷². Un critère plus approprié serait de 15 dB de perte auditive pour définir la limite de l'audition normale chez l'enfant⁷⁷.

Plusieurs résultats de recherche montrent qu'une faible perte auditive (15 à 40 dB) chez l'enfant peut avoir de sérieuses conséquences négatives sur le progrès scolaire⁷⁸ et peut être associée à des difficultés sociales ou émotives⁷².

Des chercheurs ont constaté que les performances scolaires d'enfants ayant une perte auditive inférieure à 26 dB étaient plus faibles qu'attendues compte tenu de leur potentiel intellectuel, et que même avec une perte minimale (< 15 dB) les performances scolaires étaient plus faibles qu'attendues⁷⁹.

Une étude danoise fait état d'une plus grande proportion (RC = 1,43; IC 95 % = 1,34 à 1,53) d'hommes d'environ 18 ans sans « collège sénior »^{****} parmi ceux ayant une perte auditive modérée^{††††} que parmi ceux dont l'audition est normale. Cependant, l'audition étant mesurée vers l'âge de 18 ans, les auteurs ignorent depuis combien d'années l'atteinte auditive était présente⁸⁰.

Parmi des élèves américains de 3^e, 6^e et 9^e année, 5,4 % présentaient un déficit auditif minime^{††††}; ces derniers ont obtenus de moins bons résultats aux mesures de performance académiques et ont plus souvent échoué une année scolaire (37 %). De plus, même de très minimales pertes auditives étaient associées à des troubles émotifs et sociaux⁷⁸.

Les données provenant d'une cohorte d'enfants finlandais, suivis jusqu'à l'âge de 25 ans, nous renseignent sur les résultats scolaires selon l'atteinte auditive. Les examens auditifs effectués en moyenne à l'âge de 15 ans ont permis de classer la population en quatre groupes : 1) audition normale, 2) légèrement anormale^{§§§§}, 3) perte à 4 kHz^{*****} et 4) cliniquement significative^{†††††}. À l'âge de 14 ans, 4,8 % des adolescents dont l'audition était normale étaient dans une classe spéciale ou de niveau inférieur à celui de leur groupe d'âge, alors que cette proportion était respectivement de 7,3 %, 8,1 % et 32,7 % pour les groupes 2, 3 et 4. De plus, les résultats moyens au cours élémentaire diminuaient à mesure que l'atteinte auditive était plus sévère. À l'âge de 25 ans, 50 % des sujets dont l'audition était

**** Généralement ceux qui ont cessé d'étudier après l'âge de 16 ans.

†††† Perte d'au plus 25 dB aux deux oreilles à chacune des fréquences suivantes : 500, 1000, 2000 Hz, et perte moyenne d'au plus 45 dB aux deux oreilles à chacune des fréquences suivantes : 3000, 4000, 6000 Hz.

††† Soit une perte unilatérale d'au moins 20 dB, soit une perte moyenne de 20 à 40 dB, soit une perte aux hautes fréquences (plus de 25 dB à au moins deux fréquences parmi 3, 4, 6 ou 8 kHz).

§§§§ 2) : Seuil d'audition > 20 dB à au moins une fréquence parmi : .25, .5, 1, 2, 3, 4, 6 et 8 kHz; mais n'appartenant pas aux groupes 3 ou 4.

***** 3) : Seuil ≥ 30 dB à 4 kHz et seuil moyen ≤ 25 dB pour les fréquences : .5, 1 et 2 kHz.

††††† 4) : Seuil moyen de toutes les fréquences > 25 dB à la meilleure oreille.

normale n'avaient pas complété 12 ans de scolarité et cette proportion était respectivement de 59 %, 56 % et 64 % pour les groupes 2, 3 et 4. Ces dernières proportions n'étaient pas significativement affectées par la prise en compte du quotient intellectuel⁸¹.

Certains experts en sont arrivés à la conclusion que les enfants avec une perte auditive, quelque soit le degré de l'atteinte, sont plus à risque de retard de développement des habiletés verbales et de plus faibles atteintes académiques que les enfants dont l'audition est normale⁸².

2.8.3 Identification des publications

Une recherche bibliographique a été effectuée afin d'identifier de nouvelles publications qui auraient estimé l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant. La stratégie de recherche utilisée était la même que celle déjà effectuée sur Medline (voir à l'annexe 1), mais sans limitation des années de publication et avec l'ajout du bloc suivant :

AND (("hearing loss"[MeSH Terms] OR hearing loss[Text Word]) OR ("deafness"[MeSH Terms] OR deafness[Text Word]))

Cette recherche a permis d'identifier 33 publications, parmi lesquelles :

- 9 étaient des études sur des animaux;
- 21 ne portaient pas sur l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant;
- 3 présentaient des mesures de l'audition d'enfants dont les mères avaient été exposées au bruit en milieu de travail durant la grossesse^{68;69;83}.

De ces trois études, une seule a été publiée depuis le Guide de pratique⁶⁷ adopté en 1998, il s'agit d'une étude brésilienne parue en 2007⁸³. La description de cette étude et de ses résultats sera présentée ci-après, avec les deux autres études^{68;69} citées par les auteurs du Guide de pratique⁶⁷.

2.8.4 Description méthodologique des études

Pour chaque étude, les caractéristiques méthodologiques et les scores concernant la validité externe, la population et l'effet sur l'audition de l'enfant sont présentés au tableau 25, alors que les caractéristiques méthodologiques et les scores concernant l'exposition au bruit et le contrôle de la confusion sont présentés au tableau 26.

L'étude de Daniel et Laciak obtient un faible score de 5 sur 18. Ses principales faiblesses sont une faible validité externe, un taux de participation inconnu, l'absence de mesure de la contribution des basses fréquences, l'absence de groupe de comparaison, le très long délai entre l'évaluation audiométrique des enfants et la grossesse, la non prise en compte du niveau socio-économique de la famille et l'absence de prise en compte des autres expositions professionnelles. Les études de Lalande *et al.* et de Rocha *et al.* obtiennent toutes les deux un score moyen. Les principales faiblesses de l'étude de Lalande *et al.* sont le long délai entre l'évaluation audiométrique des enfants et la grossesse, la non prise en compte du niveau socio-économique de la famille et la marge d'erreur possible lors de la

détection d'une perte de 10 dB chez des enfants. Pour l'étude de Rocha *et al.*, il s'agit du taux de participation inconnu et de l'absence de mesure de la contribution des basses fréquences.

2.8.5 Présentation et analyse des résultats

Au tableau 27, sont présentés les résultats provenant des trois études identifiées qui cherchaient à estimer l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant. Des pertes auditives modérées à sévères étaient recherchées dans les deux premières études (Daniel et Laciak, Rocha *et al.*), alors que Lalande *et al.* se sont intéressés à des pertes auditives légères.

Daniel et Laciak ont observé que 47 % des sujets exposés de leur étude présentaient une perte auditive. Cependant, en l'absence d'un groupe non exposé, il n'a pas été possible de comparer cette proportion avec les résultats d'un groupe contrôle. Dans cette étude, 34 des 75 enfants évalués présentaient une perte de 20 à 55 dB à la fréquence C₄ ou C₅⁺⁺⁺⁺ et un autre, une dégénérescence du nerf auditif.

Dans une récente recherche, Rocha *et al.* ont évalué l'audition d'enfants de 0 à 6 mois avec la méthode des « émissions otoacoustiques par produits de distorsion ». Ils n'ont pas observé d'association entre l'exposition au bruit durant la grossesse et la perte auditive chez les nouveau-nés. Cependant, cette méthode qui permet habituellement de détecter une perte auditive d'au moins 30 à 40 dB aux fréquences testées, pourrait manquer de sensibilité pour détecter une perte auditive plus légère. De ces deux études, Daniel et Laciak, et Rocha *et al.* seule celle de Rocha *et al.* présentait une qualité méthodologique acceptable avec un score de validité de 12,5.

Lalande *et al.* ont observé des nombres croissants de cas avec perte auditive légère (> 10 dB à 4000 Hz) à mesure que les niveaux d'exposition s'élevaient. Le test de tendance était statistiquement significatif ($p = 0,01$) pour la comparaison des niveaux d'exposition faible, modéré et élevé. Dans cette étude, une interaction du bruit de basse fréquence sur la relation entre le niveau de bruit et la perte auditive a été observée. En effet, l'association entre le niveau de bruit et la perte auditive à 4000 Hz était statistiquement significative ($p = 0,01$) en présence de bruit plus riche en basses fréquences ($L_{eq} - L_{Aeq} \geq 5$ dB)^{§§§§§} alors qu'elle était non significative ($p = 0,41$) en présence de bruit plus faiblement composé de basses fréquences ($L_{eq} - L_{Aeq} < 5$ dB). Une autre interaction a été observée avec les facteurs de risque de perte auditive à la naissance^{*****}. En l'absence de ces facteurs de risque à la naissance, les niveaux moyens de perte auditive n'étaient pas statistiquement différents ($p = 0,29$), que l'exposition soit faible, modérée ou élevée. Par contre, en présence de ces

++++ D'après un texte (non encore publié) produit par l'INRS, Paris, France, les fréquences C₄ et C₅ pourraient correspondre à 4 et 5 kHz. « ... 35 enfants présentaient des pertes auditives de 20 à 55 dB à 4 et 5 kHz ... ».

§§§§§ La mesure du L_{Aeq} réduit l'importance des basses fréquences qui sont moins bien entendues par l'humain. Ces basses fréquences ne sont pas réduites par la mesure du L_{eq}. Plus la différence entre L_{eq} et L_{Aeq} est grande plus le contenu est riche en basses fréquences (Tony Leroux, Ph.D., professeur d'orthophonie et d'audiologie à l'Université de Montréal, communication personnelle).

***** Ictère du nouveau-né (69 %), court séjour en incubateur (40 %), difficultés respiratoires (2 %) et malformations physiques mineures (doigts, pieds, hernie) (13 %).

facteurs de risque, les niveaux moyens de perte auditive étaient statistiquement différents ($p = 0,01$) et respectivement de 6,1 dB, 2,4 dB et 10,2 dB pour des expositions de 65-74, 75-84 et 85-94 dBA (9 mois).

2.8.6 Conclusion concernant l'audition des enfants dont les mères étaient exposées à du bruit en milieu de travail durant la grossesse

La conclusion sera divisée en deux parties. Une première pour les pertes auditives modérées à sévères et une seconde pour les pertes auditives légères. Une perte auditive même légère peut avoir des conséquences néfastes chez l'enfant.

2.8.6.1 Pertes auditives modérées à sévères

- Ampleur de l'effet est nulle, l'exposition au bruit en milieu de travail durant la grossesse n'a pu être associée à des pertes auditives modérées à sévères.
- La plausibilité biologique est moyenne pour l'exposition à des niveaux de bruit tels que ceux observés dans les deux études évaluées.
- La « précision statistique » est indéterminée.
- Compte tenu qu'aucune étude participant à l'évaluation du risque de perte auditive modérée à sévère ne présentait un score de validité élevé, la « validité » de cette dyade est jugée faible.
- La cohérence est faible.
- **Force de l'évidence de niveau IV : les données ne permettent pas de conclure au sujet du risque de perte auditive modérée à sévère chez l'enfant en présence de bruit en milieu de travail durant la grossesse.**

2.8.6.2 Pertes auditives légères

- L'ampleur de l'effet est élevée, soit de 4,09 en présence de niveaux d'exposition de 85 à 94 dBA.
- La plausibilité biologique est moyenne pour l'exposition à des niveaux de bruit tels que ceux observés dans l'étude évaluée.
- L'IC 95 % obtenue pour le résultat #2 : [0,98 – 17,03] et le test de tendance ($p = 0,01$) indiquent que la « précision statistique » est moyenne.
- Compte tenu qu'une seule étude participait à l'évaluation du risque de perte auditive légère et que le score de validité de cette étude était modéré, la « validité » de cette dyade est jugée faible.
- Compte tenu qu'une seule étude participait à l'évaluation du risque de perte auditive légère, la cohérence ne peut être évaluée.
- **Force de l'évidence de niveau IV : les données ne permettent pas de conclure au sujet du risque de perte auditive légère chez l'enfant en présence de bruit en milieu de travail durant la grossesse.**

Tableau 25 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet sur l'audition de l'enfant) des études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET SUR L'AUDITION DE L'ENFANT	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION 1 POINT	MESURE 1 POINT
Daniel et Laciak 1982 ⁶⁸	étude clinique sans groupe contrôle n = 75	Pologne, grossesses entre 1966 et 1970 ^a (0,5 point)	Enfants de 10 à 14 ans dont la mère a travaillé pendant sa grossesse dans un atelier de tissage où les niveaux de bruit étaient d'environ 100 dB. Exclusion si : facteurs de risques médicaux (maladie pendant la grossesse, problème lors de l'accouchement, otite, autres maladies infantiles). (1 point)	? (0 point)	Perte de 20 à 55 dB à la fréquence C ₄ ou C ₅ (4 ou 5 kHz) ou dégénérescence du nerf auditif (1 cas sur 35). (1 point)	Examen oto-laryngologique et audiométrique des 57 mères et des 75 enfants. (1 point)
Lalande <i>et al.</i> 1986 ⁶⁹	étude rétrospective n = 131	Canada, régions de Montréal et de Québec, grossesses entre 1977 et 1980 ^b (2 points)	Enfants de 4 à 10 ans dont la mère a travaillé au moins 1 mois de sa grossesse dans une industrie où les niveaux de bruit sont de 65 à 95 dBA _(8 h) . Les 131 participants avaient entre 4 et 7 ans. Exclusion si : problème à l'oreille moyenne lors du test, maladies associées à la perte auditive. (1 point)	45 des 89 milieux de travail approchés ont acceptés de participer. ^c 80 % parmi les travailleuses admissibles des 45 milieux de travail participants. (1 point)	Perte de plus de 10 dB à 4 000 Hz. La mesure d'une perte auditive de seulement 10 dB chez des enfants de 4 à 7 ans peut présenter une marge d'erreur importante. (0,5 point)	Rencontre préalable au test audiométrique pour éviter que l'enfant ne soit exposé à des activités bruyantes ou qu'il ne prenne des sédatifs avant le test, et examen du canal auditif. Test audiométrique en milieu insonorisé selon la norme ANSI 1978. (1 point)

^a Les années de grossesses ne sont pas indiquées, mais on sait que l'étude a été publiée en 1982 et que les enfants examinés avaient entre 10 et 14 ans.

^b Les années de grossesses ne sont pas indiquées, mais on sait que l'étude a été publiée en 1986 et que les enfants examinés avaient entre 4 et 7 ans.

^c Pas de différences systématiques au niveau des caractéristiques (taille de l'entreprise, type de production, secteur d'activité) des milieux de travail participants et non participants.

Tableau 25 Devis, validité externe et caractéristiques (population et effet sur l'audition de l'enfant) des études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant (suite)

RÉFÉRENCE	DEVIS ET EFFECTIF	VALIDITÉ EXTERNE 2 POINTS	POPULATION		EFFET SUR L'AUDITION DE L'ENFANT	
			MODE DE SÉLECTION 2 POINTS	PARTICIPATION 2 POINTS	DÉFINITION 1 POINT	MESURE 1 POINT
Rocha <i>et al.</i> 2007 ⁸³	étude rétrospective n = 80	Brésil, 2002-2003 (1,5 point)	Enfants de 0 à 6 mois dont la mère était exposée à 80-89 dB SPL ^d , en moyenne 40 h/semaine, jusqu'au 8 ^e mois dans une industrie de transformation de noix (35 sujets); groupe contrôle, appariés pour l'âge, dont la mère n'était pas exposée au bruit au travail (45 sujets); otoscopie pour évaluer la présence de problème à l'oreille externe ou moyenne (si oui : traitement et réévaluation). Exclusion si : facteur de risque de perte auditive, malformation cranio-faciale, complications durant la grossesse ou l'accouchement, tabagisme maternel ou travail avec exposition à des produits chimiques durant la grossesse (2 points)	? (0 point)	La méthode utilisée, les émissions otoacoustiques par produits de distorsion, permet habituellement de détecter une perte auditive d'au moins 30 à 40 dB pour les fréquences testées. Cette méthode manque de sensibilité pour la détection des pertes auditives plus légères. (1 point)	Émissions otoacoustiques par produits de distorsion. Examen effectué dans un local aménagé acoustiquement après que les enfants aient été nourris et soient calmes ou endormis. (1 point)

^d 80-89 dB SPL (*sound pressure level*), correspond à un niveau assez faible en dB(A), il pourrait être inférieur à 70 dB(A) pour les moins exposées des femmes et un peu moins que 80 dB(A) pour les plus exposées. Cependant, on ne peut être certain sans une analyse spectrale (Tony Leroux, Ph.D., professeur d'orthophonie et d'audiologie à l'Université de Montréal, communication personnelle).

Tableau 26 Caractéristiques de l'exposition au bruit et contrôle de la confusion dans les études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT			CONTRÔLE DE LA CONFUSION	
	DÉFINITION 3 POINTS	GROUPE DE COMPARAISON 1 POINT	MESURE 2 POINTS	FACTEURS PERSONNELS 2 POINTS	AUTRES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES 2 POINTS
Daniel et Laciak 1982 ⁶⁸	100 dB (1 point)	Pas de groupe de comparaison (0 point)	Mesurée ou fournie par l'employeur pour des grossesses qui ont eu lieu 11 à 15 ans plus tôt (0 point)	Exclusion des sujets qui présentaient un facteur de risque médical. Facteurs de susceptibilité personnelle : pas de corrélation entre le type de surdité des mères et des enfants, ni entre celle des frères et sœurs. Non prise en compte du niveau socio-économique de la famille. (0,5 point)	Aucune (0 point)
Lalande <i>et al.</i> 1986 ⁶⁹	L _{Aeq} 9 mois (dB) ^a 75 – 84 85 – 94 85 – 89 90 – 95 Estimation de la contribution des basses fréquences. (1 point)	L _{Aeq} 9 mois (dB) ^a 65 – 74 (0,5 point)	Description détaillée des conditions de travail durant la grossesse obtenue de chaque travailleuse, d'un délégué syndical et d'un contremaître, 5 à 8 ans après la grossesse. Mesure des niveaux sonores dans 34 des 45 milieux après révision, avec un représentant syndical et un représentant de l'employeur, des conditions durant la grossesse. Dans les 11 autres milieux (41 des 131 travailleuses), les niveaux sonores ont été fournis par l'employeur. (1 point)	Âge de la mère au début de la grossesse : les seuils auditifs des enfants des mères plus jeunes (< 28 ans) étaient en moyenne plus élevés de 3 dB et les auteurs indiquent que cet effet pourrait s'expliquer en partie par le fait que ces jeunes mères avaient été plus souvent exposées à des niveaux sonores élevés durant la grossesse. L'âge des enfants et l'histoire de perte auditive depuis la naissance n'étaient pas associés avec le seuil auditif. L'effet des facteurs de risque de perte auditive à la naissance a été évalué par analyse de variance et a montré une interaction. Non prise en compte du niveau socio-économique de la famille. (0,5 point)	L'effet de la contribution du bruit de basse fréquence a été évalué par analyse de variance et a montré une interaction. Les vibrations, les produits chimiques et le nombre d'heures de travail durant la grossesse n'étaient pas associés à une baisse des seuils auditifs à 4 000 Hz. (2 points)
Rocha <i>et al.</i> 2007 ⁸³	80-89 dB SPL ^b en moyenne 40 h/semaine (2 point)	Non exposées au bruit en milieu de travail (1 point)	Mesurée ou fournie par l'employeur (2 points)	Exclusion si tabagisme durant la grossesse, mères de niveau socio-économique équivalent. (1 point)	Exclusion si travail avec exposition à des produits chimiques durant la grossesse. (1 point)

^a Exposition moyenne de toute la grossesse tenant compte des jours non travaillés.

^b Voir note « d » du tableau 25.

Tableau 27 Mesures d'association (MA) et score global des études ayant évalué l'effet du bruit en milieu de travail durant la grossesse sur l'audition de l'enfant

RÉFÉRENCE	EXPOSITION AU BRUIT	GROUPE DE COMPARAISON	#	MA (IC 95 %)	SCORE GLOBAL
<i>Pertes auditives modérées à sévères</i>					
Daniel et Laciak 1982 ⁶⁸	100 dB	Pas de groupe de comparaison		35 cas (47 %) de perte auditive sur 75 enfants	5
Rocha <i>et al.</i> 2007 ⁸³	80-89 dB SPL ^a	Non exposées au bruit en milieu de travail		Pas d'association	12,5
<i>Pertes auditives légères</i>					
Lalande <i>et al.</i> 1986 ⁶⁹	- modéré ^b : 75-84 dBA (9 mois)	- faible ^b : 65-74 dBA (9 mois)	1	1,19 (0,21 – 6,70) ^{b,c}	10,5
	- élevé ^b : 85-94 dBA (9 mois)		2	4,09 (0,98 – 17,03) ^{b,c}	
	- assez élevé : 85-89 dBA (9 mois)		3	3,48 (0,80 – 15,05) ^c	
	- très élevé : 90-94 dBA (9 mois)		4	6,80 (1,45 – 31,85) ^c	
	- très élevé : 90-94 dBA (9 mois)	- assez élevé : 85-89 dBA (9 mois)	5	1,96 (0,75 – 5,09) ^b	

^a Voir note « d » du tableau 25.

^b Pour les catégories d'exposition faible (65-74 dBA), modéré (75-84 dBA) et élevé (85-94 dBA), les proportions de sujets atteints sont respectivement de 5,9 %, 7,0 %, 24,1 % et une tendance statistiquement significative est observée ($p = 0,01$).

^c MA et IC (95 %) calculés à l'aide des données présentées dans l'article.

CONCLUSION

La présente synthèse systématique visait à évaluer les risques d'effets néfastes sur la grossesse et l'audition de l'enfant résultants de l'exposition au bruit en milieu de travail durant la grossesse.

Il a été possible d'établir une évidence suffisante d'excès d'IPAG (27 %), de suspecter des excès d'AS (6 %), d'AAT (13 %), de PE (12 %) et d'HTG (42 %) en présence d'une exposition au bruit d'au moins 85 dBA en milieu de travail durant la grossesse. Les données disponibles ne permettaient pas de conclure au sujet des risques de MN, d'AC, de FPN et de perte auditive chez l'enfant.

Pour chaque dyade « bruit en milieu de travail – effet sur la grossesse ou sur l'audition de l'enfant », la présence d'une association a été évaluée et l'ampleur de l'effet a été estimée à partir de la MAS produite par la méta-analyse ou de la MAS ajustée obtenue par méta-régression, lorsque disponible. D'autre part, la classification de la force de l'évidence repose sur l'évaluation des quatre critères suivants : plausibilité biologique, précision statistique, validité, cohérence, et sur l'évaluation du risque de biais de publication par l'examen d'un graphique en entonnoir. Le tableau 28 regroupe l'ensemble des résultats et présente, pour chaque dyade, l'ampleur de l'effet, l'évaluation des quatre critères et la classification de la force de l'évidence.

Par le passé, deux auteurs ont produit des synthèses des connaissances concernant les effets du bruit en milieu de travail sur l'AAT, l'IPAG et le FPN^{53;84}. Dans une publication de 1995, Nurminen arrivait à la conclusion que le bruit en milieu de travail pouvait être associé avec une diminution de la croissance fœtale et du poids à la naissance⁵³. Alors qu'en 1990, Van Dijk écrivait qu'il était trop tôt pour conclure définitivement⁸⁴.

Tableau 28 Ampleur de l'effet, critères et classification de la force de l'évidence pour chaque effet sur la grossesse et sur l'audition de l'enfant

Effet sur la grossesse	Ampleur de l'effet	Critères				Classification de la force de l'évidence
		Plausibilité biologique ^a	Précision statistique	Validité	Cohérence	
AS	1,06	bonne	moyenne	faible	moyenne	III ^b
MN ^c	1,22	bonne	faible	faible	bonne	IV
AC ^c	1,70	bonne	faible	faible	bonne	IV
AAT	1,13 ^d	bonne	faible	bonne	bonne	III
FPN	indéterminée	bonne	moyenne ou faible	indéterminée	faible	IV
IPAG	1,27 ^d	bonne	bonne	bonne	moyenne	II ^e
PE	1,12	bonne	faible	moyenne	bonne	III
HTG	1,42	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	III
Effet sur l'audition de l'enfant						
Pertes auditives modérées à sévères	nulle	moyenne	indéterminée	faible	faible	IV
Pertes auditives légères	4,09	moyenne	moyenne	faible	non évaluée	IV

Légende : I Évidence forte d'augmentation du risque.

II Évidence suffisante d'augmentation du risque.

III Suspicion d'une augmentation du risque.

IV Les données ne permettent pas de conclure.

V Suspicion d'absence d'augmentation du risque.

VI Évidence suffisante d'absence d'augmentation du risque.

VII Évidence forte d'absence d'augmentation du risque.

^a Pour les effets sur la grossesse, la plausibilité biologique est jugée bonne en présence d'un niveau sonore d'au moins 85 dBA ou d'un niveau sonore moindre si la tâche exige une grande concentration ou un effort mental important, sinon la plausibilité biologique est jugée moyenne.

^b Niveau III si la plausibilité est bonne (voir note « a »), sinon niveau IV.

^c Seulement 2 études.

^d Résultat d'une méta-régression.

^e Niveau II si la plausibilité est bonne (voir note « a »), sinon niveau III.

RÉFÉRENCES

1. Chen D, Cho SI, Chen C *et al.* Exposure to benzene, occupational stress, and reduced birth weight. *Occup Environ Med* 2000;57:661-7.
2. Croteau A, Marcoux S, Brisson C. Work activity in pregnancy, preventive measures, and the risk of delivering a small-for-gestational-age infant. *Am J Public Health* 2006;96:846-855.
3. Croteau A, Marcoux S, Brisson C. Work activity in pregnancy, preventive measures, and the risk of preterm delivery. *Am J Epidemiol* 2007;166(8) :951-65.
4. Duclos JC, Lafon JC, Dubreuil C, Olivier P, Bergeret A. Influence du bruit professionnel sur la maternité. *Journal de toxicologie médicale* 1984;4:7-14.
5. Florack EI, Zielhuis GA, Pellegrino JE, Rolland R. Occupational physical activity and the occurrence of spontaneous abortion. *Int J Epidemiol* 1993;22:878-84.
6. Haelterman E, Marcoux S, Croteau A, Dramaix M. Population-based study on occupational risk factors for preeclampsia and gestational hypertension. *Scand J Work Environ Health* 2007;33:304-317.
7. Hanke W, Kalinka J, Makowiec-Dabrowska T, Sobala W. Heavy physical work during pregnancy--a risk factor for small-for-gestational-age babies in Poland. *Am J Ind Med* 1999;36:200-5.
8. Hansteen IL, Kjuus H, Fandrem SI. Spontaneous Abortions of Known Karyotype Related to Occupational and Environmental Factors: A Case-Referent Study. *Int J Occup Environ Health* 1996;2:195-203.
9. Hartikainen-Sorri AL, Sorri M, Anttonen HP, Tuimala R, Laara E. Occupational noise exposure during pregnancy: a case control study. *International archives of occupational and environmental health* 1988;60:279-283.
10. Hartikainen AL, Sorri M, Anttonen H, Tuimala R, Laara E. Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1994;20:444-450.
11. Hrubá D, Kukla L, Tyrlik M. Occupational risks for human reproduction: ELSPAC Study. European Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood. *Cent Eur J Public Health* 1999;7:210-5.
12. Irwin DE, Savitz DA, St Andre KA, Hertz-Picciotto I. Study of occupational risk factors for pregnancy-induced hypertension among active duty enlisted Navy personnel. *Am J Ind Med* 1994;25:349-59.
13. Kurppa K, Rantala K, Nurminen T, Holmberg PC, Starck J. Noise exposure during pregnancy and selected structural malformations in infants. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:111-116.
14. Luke B, Mamelle N, Keith L *et al.* The association between occupational factors and preterm birth: a United States nurses' study. Research Committee of the Association of Women's Health, Obstetric, and Neonatal Nurses. *Am J Obstet Gynecol* 1995;173:849-62.
15. Magann EF, Evans SF, Chauhan SP *et al.* The effects of standing, lifting and noise exposure on preterm birth, growth restriction, and perinatal death in healthy low-risk working military women. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005;18:155-162.

16. Mamelie N, Laumon B, Lazar P. Prematurity and occupational activity during pregnancy. *Am J Epidemiol* 1984;119:309-22.
17. McDonald AD, Armstrong B, Cherry NM *et al.* Spontaneous abortion and occupation. *J Occup Med* 1986;28:1232-8.
18. McDonald AD, McDonald JC, Armstrong B, Cherry NM, Nolin AD, Robert D. Prematurity and work in pregnancy. *Br J Ind Med* 1988;45:56-62.
19. McDonald AD, McDonald JC, Armstrong B *et al.* Fetal death and work in pregnancy. *Br J Ind Med* 1988;45:148-57.
20. McDonald A., Sloan M., and Armstrong B. Noise at work and the outcome of pregnancy. Sakurai H., Okazari I., and Omae K. The Seventh International Symposium on Epidemiology in Occupational Health. 889, 297-300. 1990. Elsevier Science Publishers B.V.
21. Nurminen T, Kurppa K. Occupational noise exposure and course of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:117-124.
22. Peoples-Sheps MD, Siegel E, Suchindran CM, Origasa H, Ware A, Barakat A. Characteristics of maternal employment during pregnancy: effects on low birthweight. *Am J Public Health* 1991;81:1007-12.
23. Saurel-Cubizolles MJ, Kaminski M, Du Mazaubrun C, Breart G. Les conditions de travail professionnel des femmes et l'hypertension artérielle en cours de grossesse [Working conditions of women with arterial hypertension during pregnancy]. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1991;39:37-43.
24. Saurel-Cubizolles MJ, Zeitlin J, Lelong N, Papiernik E, Di Renzo GC, Breart G. Employment, working conditions, and preterm birth: results from the Europop case-control survey. *J Epidemiol Community Health* 2004;58:395-401.
25. Wergeland E, Strand K. Working conditions and prevalence of pre-eclampsia, Norway 1989. *Int J Gynaecol Obstet* 1997;58:189-96.
26. Wu TN, Chen LJ, Lai JS, Ko GN, Shen CY, Chang PY. Prospective study of noise exposure during pregnancy on birth weight. *Am J Epidemiol* 1996;143:792-796.
27. Zhang J, Cai WW, Lee DJ. Occupational hazards and pregnancy outcomes. *Am J Ind Med* 1992;21:397-408.
28. Groupe de référence grossesse-travail. Grille d'analyse d'articles scientifiques adaptée pour le Groupe de référence grossesse-travail : version 0507. 2007. (S.I.), le groupe.
29. Accredited Standards Committee S3 and Bioacoustics. American national standard - Methods for calculation of the speech intelligibility index. American National Standard Institute. ANSI S3.5-1997. 1997. New York, Acoustical Society of America.
30. Levitt H, Webster JC. Effects of noise and reverberation on speech. In: Harris CM, ed. *Handbook of acoustical measurements and noise control*. Woodbury: Acoustical Society of America; 1998.
31. Cunningham FGW. *Williams Obstetrics*. New York; Toronto: MCGraw-Hill; 2005:xi, 1441 p.
32. Rothman KJ, Greenland S. *Modern epidemiology* Third Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008:x, 758 p.

33. DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986;7:177-188.
34. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med* 2002;21:1539-1558.
35. Hardy RJ, Thompson SG. Detecting and describing heterogeneity in meta-analysis. *Stat Med* 1998;17:841-856.
36. Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.0.1 [updated September 2008]. The Cochrane Collaboration, 2008. Available from www.cochrane-handbook.org.
37. Egger M. *Systematic reviews in health care: meta-analysis in context*. London: BMJ; 2001:xviii, 487 p.
38. Sutton AJ. *Methods for meta-analysis in medical research*. Chichester; Toronto: J. Wiley; 2000:xvii, 317 p.
39. <http://www.cochrane-net.org/openlearning/HTML/mod15-3.htm>. The Cochrane Collaboration. 2008. 4-29-2008.
40. McDonald AD. The "Retrait Préventif": An evaluation. *Revue Canadienne de Santé Publique* 1994;85:136-139.
41. Poirier AC, Institut national de santé publique du Québec Institut de la statistique du Québec, Québec. *Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006 : deuxième rapport national sur l'état de santé de la population du Québec*. Montréal: Institut national de santé publique du Québec; 2006:2 V.
42. Meyer RE, Aldrich TE, Easterly CE. Effects of noise and electromagnetic fields on reproductive outcomes. *Environ Health Perspect* 1989;81:193-200.
43. Figa-Talamanca I. Occupational risk factors and reproductive health of women. *Occupational medicine (Oxford, England)* 2006;56:521-531.
44. Agnew J, McDiarmid MA, Lees PS, Duffy R. Reproductive hazards of fire fighting. I. Non-chemical hazards. *Am J Ind Med* 1991;19:433-445.
45. Knipschild P, Meijer H, Salle H. Aircraft noise and birth weight. *Int Arch Occup Environ Health* 1981;48:131-136.
46. Sudo A, Nguyen AL, Jonai H *et al*. Effects of earplugs on catecholamine and cortisol excretion in noise-exposed textile workers. *Ind Health* 1996;34:279-286.
47. Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. *Noise Health* 2000;2:7-24.
48. Ising H, Babisch W, Kruppa B. Noise-Induced Endocrine Effects and Cardiovascular Risk. *Noise Health* 1999;1:37-48.
49. Melamed S, Bruhis S. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability: a controlled field experiment. *J Occup Environ Med* 1996;38:252-256.
50. Rojas-Gonzalez L, Martinez-Leal R, Paz-Araviche V *et al*. [Serum cortisol levels in pre and post journal labor and non auditory manifestations in noise exposed workers of a brewer industry]. *Invest Clin* 2004;45:297-307.

51. Schell LM, Gallo MV, Denham M, Ravenscroft J. Effects of pollution on human growth and development: an introduction. *J Physiol Anthropol* 2006;25:103-112.
52. Greenberg GN, Cohen BA, Frazier LM, DeHart RL. Noise, ultrasound, and vibration. In: Linda M Frazier, Hage ML, eds. *Reproductive hazards of the workplace*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1998:401-414.
53. Nurminen T. Female noise exposure, shift work, and reproduction. *J Occup Environ Med* 1995;37:945-950.
54. Hu H, Besser M. Atmospheric variations, Noise, and vibrations. In: Maureen Paul, ed. *Occupational and environmental reproductive hazards: a guide for clinicians*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993:218-232.
55. Niemtzow RC. Loud noise and pregnancy. *Mil Med* 1993;158:10-12.
56. Schell LM. Auxological epidemiology and the determination of the effects of noise on health. In: Susanne C ed. *Genetic and environmental factors during the growth period*. New York: Plenum Press; 1984:209-219.
57. Morrell S, Taylor R, Lyle D. A review of health effects of aircraft noise. *Aust N Z J Public Health* 1997;21:221-236.
58. Stansfeld S, Haines M, Brown B. Noise and health in the urban environment. *Rev Environ Health* 2000;15:43-82.
59. Roberts JM, Redman CW. Pre-eclampsia: more than pregnancy-induced hypertension. *Lancet* 1993;341:1447-1451.
60. Luke B, Papiernik E. The effects of lifestyle on prematurity. In: Elder MG, Laumont RS, Romero R, eds. *Preterm Labor*. New-York: Churchill Livingstone; 1997:127-152.
61. Newton RW, Hunt LP. Psychosocial stress in pregnancy and its relation to low birth weight. *Br Med J* 1984;288:1191-1194.
62. Berkowitz GS, Kasl SV. The role of psychosocial factors in spontaneous preterm delivery. *Journal of psychosomatic research* 1983;27:283-290.
63. Fuchs A-R, Fuchs F, Stubblefield PG. *Preterm birth: causes, prevention, and management*. New-York: 1993.
64. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull* 2003;68:243-257.
65. Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise Health* 2003;5:1-11.
66. Neitzel R, Seixas N. The effectiveness of hearing protection among construction workers. *J Occup Environ Hyg* 2005;2:227-238.
67. Comité médical provincial en santé au travail du Québec. *Retrait préventif de la travailleuse enceinte : les agresseurs physiques : le bruit : guide de pratique professionnelle*. Québec: Conférence des régions régionales de la santé et des services sociaux du Québec; 1998:12 p.
68. Daniel T, Laciak J. [Clinical observations and experiments concerning the condition of the cochleovestibular apparatus of subjects exposed to noise in fetal life]. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 1982;103:313-318.

69. Lalande NM, Hetu R, Lambert J. Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus? *Am J Ind Med* 1986;10:427-435.
70. Birnholz JC, Benacerraf BR. The development of human fetal hearing. *Science* 1983;222:516-518.
71. Crade M, Lovett S. Fetal response to sound stimulation: preliminary report exploring use of sound stimulation in routine obstetrical ultrasound examinations. *J Ultrasound Med* 1988;7:499-503.
72. Gerhardt KJ, Abrams RM. Fetal exposures to sound and vibroacoustic stimulation. *J Perinatol* 2000;20:S21-S30.
73. Huang X, Gerhardt KJ, Abrams RM, Antonelli PJ. Temporary threshold shifts induced by low-pass and high-pass filtered noises in fetal sheep in utero. *Hear Res* 1997;113:173-181.
74. Gerhardt KJ, Pierson LL, Huang X, Abrams RM, Rarey KE. Effects of intense noise exposure on fetal sheep auditory brain stem response and inner ear histology. *Ear Hear* 1999;20:21-32.
75. Armitage SE, Baldwin BA, Vince MA. The fetal sound environment of sheep. *Science* 1980;208:1173-1174.
76. Richards DS, Frentzen B, Gerhardt KJ, McCann ME, Abrams RM. Sound levels in the human uterus. *Obstet Gynecol* 1992;80:186-190.
77. Northern J, Downs M. *Hearing in Children*, 4th ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1991. (citée par Gerhardt KJ, Abrams RM. 2000)
78. Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance, and functional status. *Ear Hear* 1998;19:339-354.
79. Quigley SP, Thomure FE. Some effects of hearing impairment upon school performance. Springfield, IL: Illinois Office of Education; 1968. (citée par Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA. 1998)
80. Teasdale TW, Sorensen MH. Hearing loss in relation to educational attainment and cognitive abilities: a population study. *Int J Audiol* 2007;46:172-175.
81. Jarvelin MR, Maki-Torkko E, Sorri MJ, Rantakallio PT. Effect of hearing impairment on educational outcomes and employment up to the age of 25 years in northern Finland. *Br J Audiol* 1997;31:165-175.
82. Davis JM, Effenbein J, Schum R, Bentler RA. Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational, and psychosocial behavior of children. *J Speech Hear Disord* 1986;51:53-62.
83. Rocha EB, Frasson de AM, Ximenes Filho JA. Study of the hearing in children born from pregnant women exposed to occupational noise: assessment by distortion product otoacoustic emissions. *Braz J Otorhinolaryngol* 2007;73:359-369.
84. Van Dijk F.J.H. Epidemiological research on non-auditory effects of occupational noise exposure. *Environment International* 1990;16:405-409.

ANNEXE 1

STRATÉGIES DE RECHERCHE

STRATÉGIES DE RECHERCHE

Base de données : « MEDLINE »

Fournisseur : PubMed

(Occupational Exposure OR "Women, Working"[MeSH] OR "Work"[MeSH] OR "Workplace"[MeSH] OR "Workload"[MeSH] OR Maternal Exposure OR Occupation* OR "Occupations"[MeSH] OR "Employment"[MeSH] OR working schedule* OR work schedule* OR working condition* OR work condition* OR ergonomic stress* OR occupational activit* OR occupational hazards[tw] OR physical work* OR work demand* OR workload* OR work load[tw] OR strenuous job* OR strenuous work* OR job strain[tw] OR job stress OR psychosocial stressor* OR maternal occupation* OR physical exertion[tw] OR occupational exertion[tw] OR occupational physical activit* OR occupational fatigue[tw] OR maternal employment[tw] OR maternal work[tw] OR standing OR lifting OR night work[tw] OR shiftwork OR shift work[tw] OR duty hour*[tw] OR work hour*[tw])

AND

(birth weight OR birthweight[tw] OR prematurity OR premature birth OR premature labor OR premature infant OR premature delivery OR gestational age OR fetus OR fetal growth OR newborn OR fetal death OR pregnan* OR prenatal OR eclampsia OR preeclampsia OR infant mortality OR abortion* OR preterm birth OR preterm delivery OR perinatal outcome* OR delivery outcome* OR gestational hypertension OR abortion, spontaneous[MeSH] OR miscarriage*[tw] OR ((Congenital OR birth OR neonatal OR developmental) AND (disorder* OR abnormal* OR defect* OR malform* OR deform*)) OR "Abnormalities"[MeSH])

AND

noise

Limite de publication depuis 1970-01-01

Base de données : « EMBASE »

Fournisseur : Dialog

Bloc 1 :

BIRTH(W)WEIGHT OR BIRTHWEIGHT OR PREMATUR? OR GESTATIONAL OR FETUS OR FETAL OR NEWBORN OR PREGNAN? OR PRENATAL? OR ECLAMPSIA OR PREECLAMPSIA OR INFANT(W)MORTALITY OR ABORTION? OR PRETERM(W)BIRTH OR PRETERM(W)DELIVERY OR PERINATAL(W)OUTCOME? OR DELIVERY(W)OUTCOME? OR MISCARRIAG? OR ((CONGENITAL OR BIRTH OR NEONATAL OR DEVELOPMENTAL) AND (DISORDER? OR ABNORMAL? OR DEFECT? OR DEFORM? OR MALFORM?))

Bloc 2 :

NOISE

Bloc 3 :

OCCUPATION? OR WORKING OR WORK OR WORKPLACE OR WORKLOAD OR WORK(W)LOAD OR EMPLOYMENT OR MATERNAL(W)EXPOSURE OR JOB OR DUTY HOUR?

1 AND 2 AND 3

ANNEXE 2

CALCUL DE LA MESURE D'ASSOCIATION SYNTHÈSE (MAS) ET ESTIMATION DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ

CALCUL DE LA MESURE D'ASSOCIATION SYNTHÈSE (MAS) ET ESTIMATION DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ

MAS avec le modèle à effets fixes

On calcule d'abord les logarithmes naturels (ln) des mesures d'associations (RR ou RC) et des limites inférieures (min) et supérieures (max) des IC. On obtient une somme pondérée des mesures d'association (MA), où le poids (w_i) accordé à chacune correspond à l'inverse de la variance ($1/V$) des ln(MA). La variance est obtenue à l'aide de l'IC 95 % comme suit :

$$V(\ln MA) = ((\ln(\max) - \ln(\min)) / 2 z_{\alpha/2})^2 \text{ où } z_{\alpha/2} = 1,96 \text{ pour un IC 95 \%}.$$

La mesure d'association synthèse (MAS) est obtenue comme suit :

$$MAS = e^{\ln MAS} \text{ où } \ln MAS = \sum \ln MA_i (w_i / \sum w_i).$$

Les limites de son IC 95 % sont obtenues en effectuant l'antilog (e) de l'équation suivante :

$$\ln MAS \pm 1,96 / \sqrt{\sum w_i}.$$

Modèle à effets aléatoires

Dans le modèle à effets aléatoires, le nouveau poids (W_i) assigné à chaque mesure d'association correspond à $1 / (V(\ln MA_i) + S_a^2)$. S_a^2 estime la variance inter-études comme suit :

$$S_a^2 = (\chi^2_{(\text{hétéro.})} - \text{d.d.l.}) / (\sum w_i - \sum w_i^2 / \sum w_i) \text{ où } \chi^2_{(\text{hétéro.})} = \sum w_i (\ln MA_i - \ln MAS)^2.$$

Lorsque le $\chi^2_{(\text{hétéro.})}$ est plus grand que le nombre des études -1 (d.d.l.), le modèle à effets aléatoires est utilisé suivant la méthode proposée par DerSimonian et Laird³⁴ pour tenir compte de l'hétérogénéité entre les études.

On peut obtenir une nouvelle MAS avec son IC 95 % en remplaçant w_i par W_i dans les équations du modèle à effets fixes :

$$MAS = e^{\ln MAS} \text{ où } \ln MAS = \sum \ln MA_i (W_i / \sum W_i);$$

les limites de l'IC 95 % sont obtenues en effectuant l'antilog (e) de l'équation suivante :

$$\ln MAS \pm 1,96 / \sqrt{\sum W_i}.$$

L'ajout de la variance inter-études (S_a^2) a pour effet de diminuer le poids relatif des plus grandes études et de rendre l'IC 95 % de la MAS plus large.

Hétérogénéité

On peut obtenir une valeur-p d'hétérogénéité à partir du $\chi^2_{(\text{hétéro.})}$ et du nombre d'études -1 (d.d.l.).

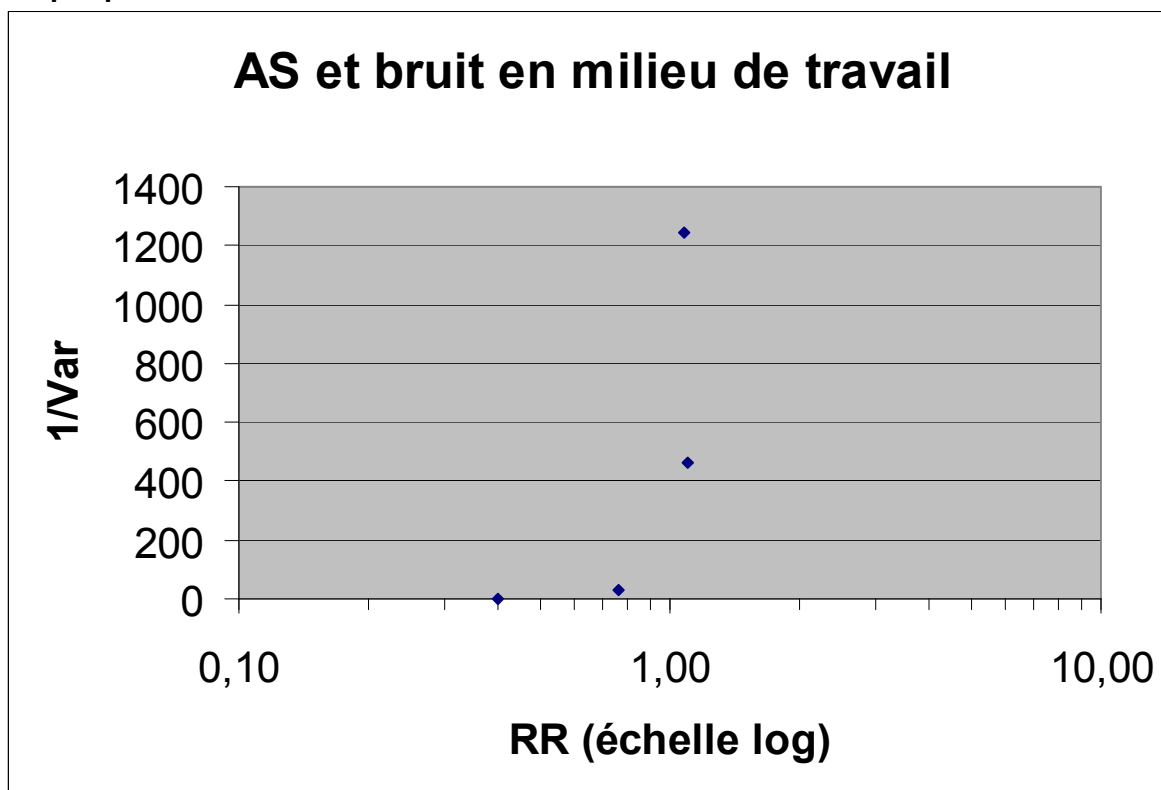
La statistique « I^2 », qui correspond à la proportion de la variabilité totale attribuable l'hétérogénéité, se calcule comme suit :

$$I^2 = (\chi^2_{(\text{hétéro.})} - \text{d.d.l.}) / \chi^2_{(\text{hétéro.})}$$

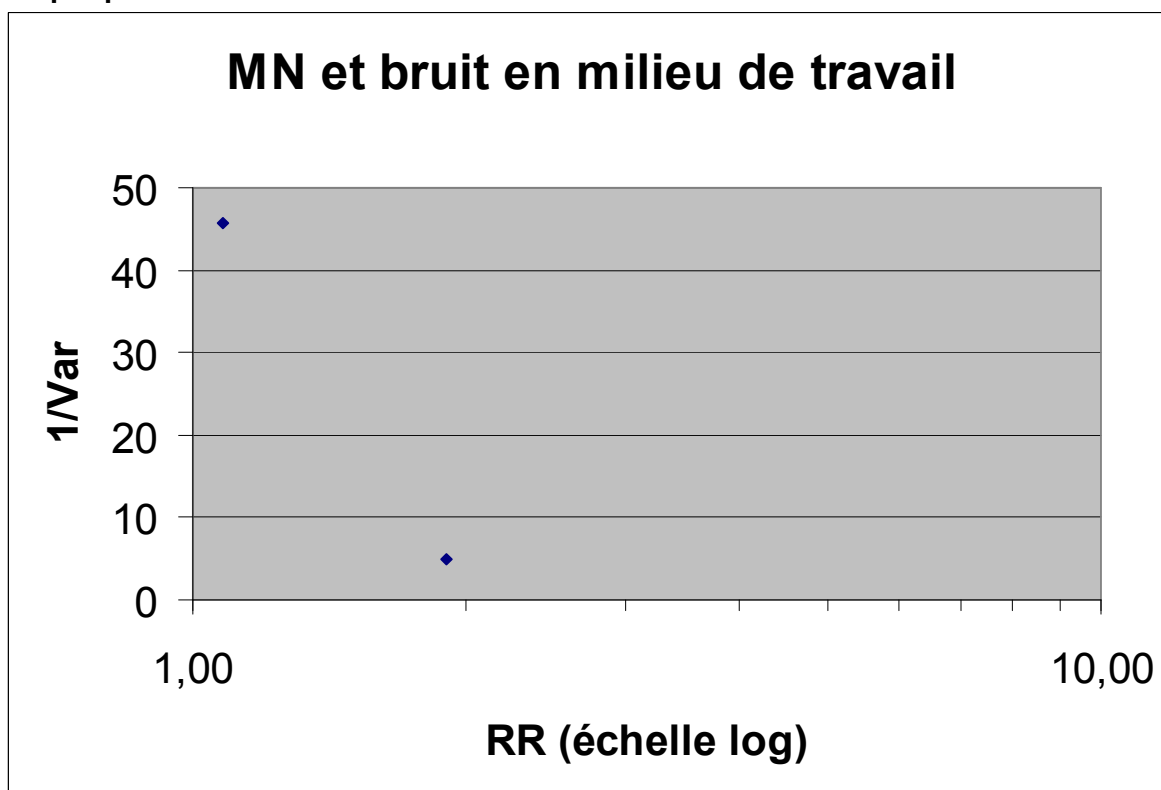
ANNEXE 3

GRAPHIQUES « EN ENTONNOIR »

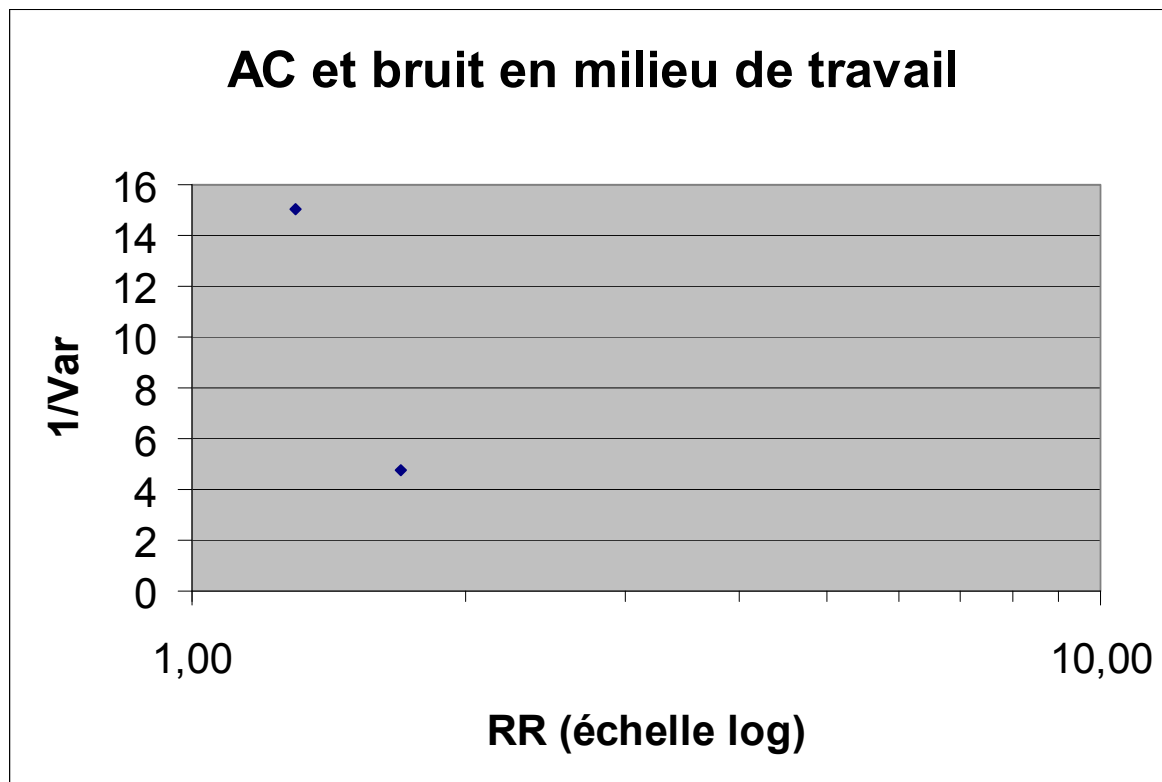
Graphique 1



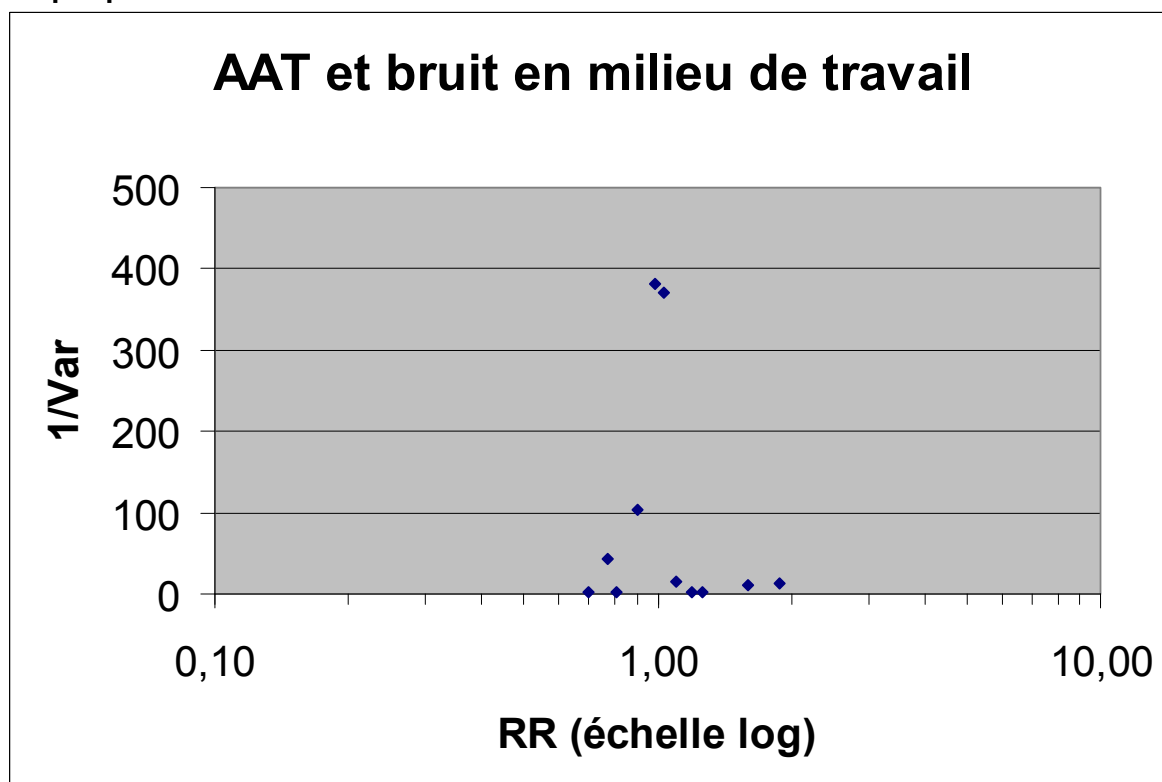
Graphique 2



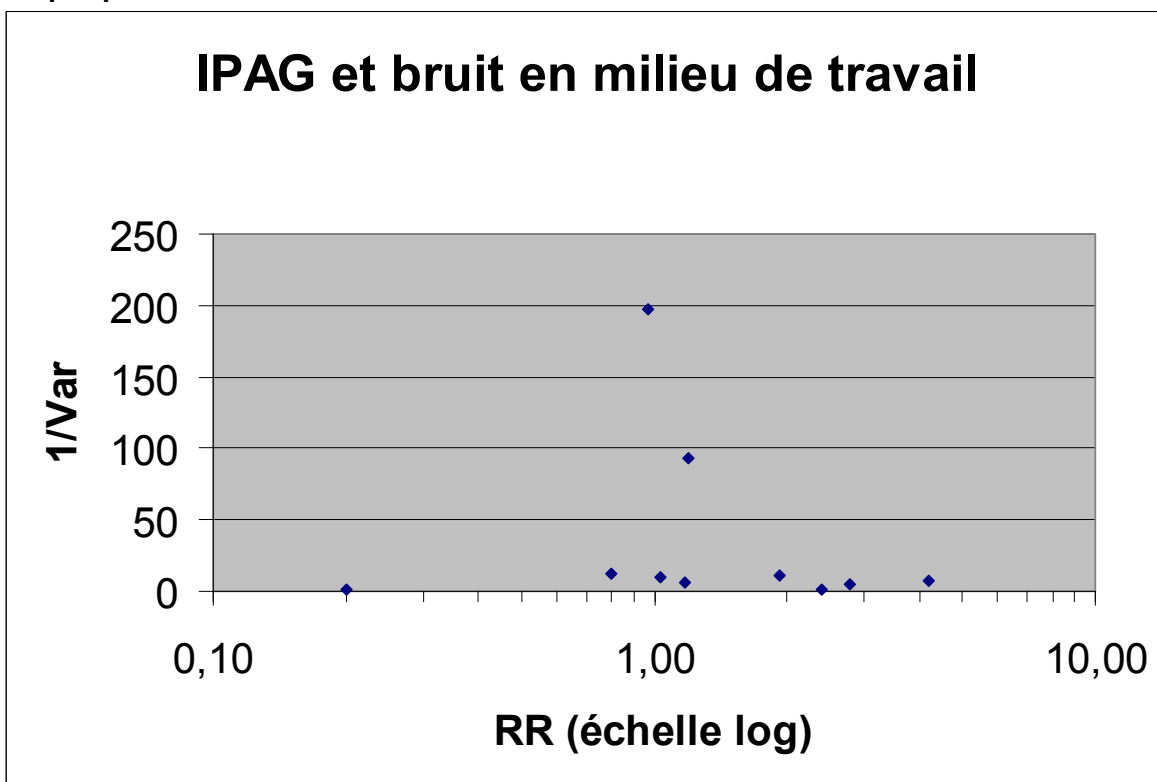
Graphique 3



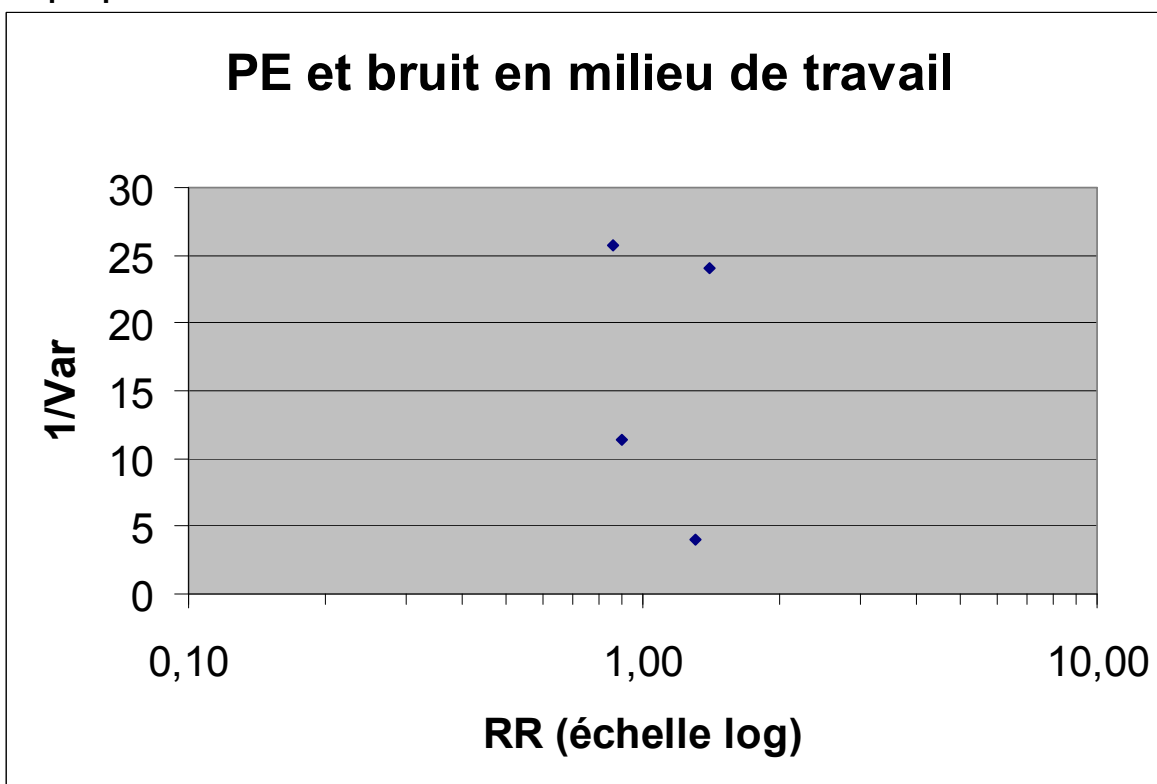
Graphique 4



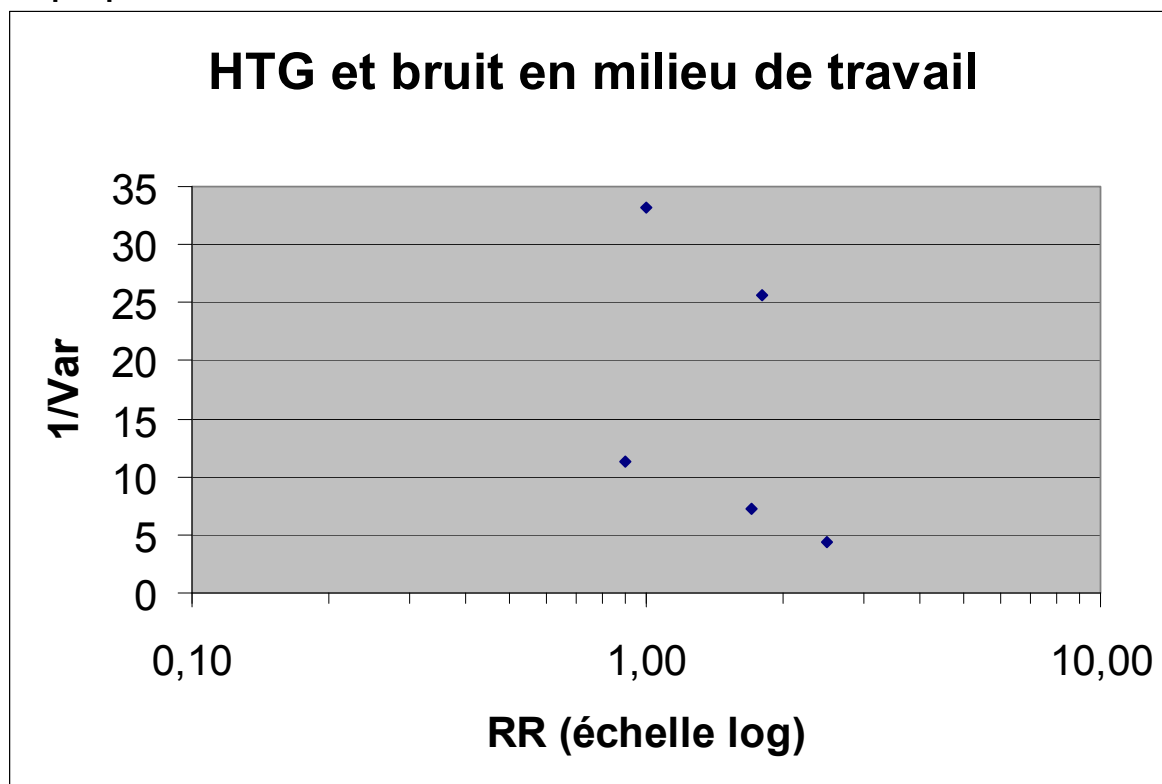
Graphique 5



Graphique 6



Graphique 7



ANNEXE 4

CALCUL DU NOMBRE DE TRAVAILLEUSES ENCEINTES À NE PAS EXPOSER POUR ÉVITER UN CAS

CALCUL DU NOMBRE DE TRAVAILLEUSES ENCEINTES À NE PAS EXPOSER POUR ÉVITER UN CAS

Le calcul du nombre de sujets à traiter pour éviter un cas, *number needed to treat (NNT)*³⁶ en anglais, permet d'estimer le nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer pour éviter un cas.

Le NNT correspond au nombre de personnes auxquelles il faut administrer un nouveau traitement (plutôt que le traitement habituel ou le placebo) par sujet guérit durant une période donnée. Il est possible de calculer le NNT à partir d'un RR ou d'un RC et son calcul nécessite une estimation du risque du groupe de comparaison ou risque de base (RB). Par convention, le résultat s'exprime en nombre entier absolu³⁶.

Pour les fins du calcul du nombre de travailleuses enceintes à ne pas exposer au bruit, les risques de bases devraient correspondre aux risques des travailleuses enceintes non exposées au bruit. Ces données n'étant pas disponibles, les risques observés dans la population en général^{31;41} ou exceptionnellement, dans un ensemble de travailleuses enceintes⁴⁰ seront utilisés.

Calcul à partir du RR

$$NNT = 1 / (RB \times (1 - RR))$$

Calcul à partir du RC

$$NNT = \frac{1}{RB - \frac{RC \times RB}{1 - RB + (RC \times RB)}}$$

Les risques de base suivants sont utilisés :

AS : 18 %* (20 %⁴⁰, 12 – 26 %³¹)
MN : 0,4 %⁴¹
AC : 2,5 % (2 – 3 %⁴¹)
AAT : 7,6 %⁴¹
FPN : 5,6 %⁴¹
IPAG : 8,3 %⁴¹
PE : 5 %³¹
HTG : 3,7 %³¹

* Un risque de base de 18 % a été retenu parce que la proportion de 20 % suggérée par McDodald⁴⁰ comprenait toutes les morts fœtales incluant les mort-nés après 28 semaines.

