



www.cedres.bf

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

**ANALYSE DES EFFETS DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET
DE LA COMMUNICATION (TIC) SUR L'EMPLOI AU SENEGAL**

Ndiack FALL

**DECISIONS D'ADOPTION ET D'INTENSIFICATION DE L'UTILISATION
DES ENGRAIS CHIMIQUES DANS LA PRODUCTION CEREALIERE AU
BURKINA FASO**

Omer S. COMBARY

**BOOM PETROLIER ET REDUCTION DE LA PAUVRETE AU TCHAD :
UNE ANALYSE PAR LA MODELISATION EN EQUILIBRE GENERAL
CALCULABLE**

Ndoumtara NAKOUMDE

**POLLUTION SONORE, SOURCE DES INEGALITES SOCIALES DE
SANTE POUR LES RIVERAINS D'UNE SOURCE DE POLLUTION
PERMANENTE ET D'UNE SOURCE DE POLLUTION INTERMITTENTE**

Noël THIOMBIANO

**IDH ET PERFORMANCE COMPARATIVE DE L'ECONOMIE BURKINABE
DANS LA CEDEAO : REFLEXIONS THEORIQUES ET IMPLICATIONS
EMPIRIQUES**

Gountiéni D. LANKOANDE

**MEASURING SCHOOL PERFORMANCES OF THE PROVINCIAL
DIRECTION IN BURKINA FASO**

Wendpanga Jacob YOUNGBARE, Jacques TEGHEM

La **REVUE CEDRES-ETUDES** publie, semestriellement, en français et en anglais après évaluation, les résultats de différents travaux de recherche sous forme d'articles portant principalement sur des problèmes de nature économique, sociale et environnementale.

Avant toute soumission d'articles à la **REVUE CEDRES-ETUDES**, les auteurs sont invités à prendre connaissance des « recommandations aux auteurs » (téléchargeable sur www.cedres.bf).

Toute personne peut soumettre autant d'articles qu'elle le souhaite, qu'elle soit membre ou pas du **CEDRES**, pourvu qu'elle prenne connaissance et respecte les termes desdites « recommandations aux auteurs ».

En règle générale, le choix définitif des articles publiables dans la **REVUE CEDRES-ETUDES** est approuvé par le **CEDRES** après des commentaires favorables d'au moins deux (sur trois en générale) instructeurs et approbation du Comité Scientifique.

La plupart des numéros précédents (50 numéros) sont disponibles en version électronique sur le site web du **CEDRES** www.cedres.bf

ABONNEMENT A LA REVUE CEDRES-ETUDES

Tarif des abonnements au format papier (2 publications par an, frais de port par avion et DHL inclus)

	INSTITUTIONS	INDIVIDUELS
Burkina Faso	6 000 FCFA	4 000 FCFA
Afrique de l'Ouest	12 000 FCFA	8 000 FCFA
Autres destinations	18 000 FCFA	15 000 FCFA
Europe	25 000 FCFA	18 000 FCFA
Amérique du Nord	50 000 FCFA	45 000 FCFA
Autre destinations	50 000 FCFA	45 000 FCFA

Les abonnements sont envoyés à une adresse indiquée lors de la commande. Tous les abonnements sont payables en espèces ou par chèque libellé au nom du **CEDRES**.

La **REVUE CEDRES-ETUDES** est disponible au siège du **CEDRES** à l'Université de Ouagadougou dans toutes les grandes librairies du Burkina Faso et aussi à travers le site web : www.cedres.bf

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Dr Damien G. LANKOANDE, CEDRES

COMITE DE REDACTION

Pr Taladidia THIOMBIANO, Université Ouaga 2

Dr Damien G. LANKOANDE, CEDRES

Dr Alain SIRI, CEDRES

COMITE DE MONTAGE

Dr Damien G. LANKOANDE

M. Issiaka SOMBIE

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA REVUE

Pr Taladidia THIOMBIANO, Université Ouaga 2, Burkina Faso

Pr Jean Bernard OUEDRAOGO, CNRS, France

Pr Moustapha KASSE, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, Sénégal

Pr Roger TSAFACK, Université de Yaoundé II, Cameroun

Pr Abdoulaye DIAGNE, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, Sénégal

Pr Henri-François HENNER, Université Clermont Ferrand, France

Les opinions émises dans les articles publiés dans la *REVUE CEDRES-ETUDES* n'engagent que la responsabilité des auteurs

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)

03 BP 7210 Ouagadougou 03. Burkina Faso. Tel: (+226) 50 33 16 36

Fax : (+226 50 31 26 86) – Email : lecourrier@cedres.bf , Site web : www.cedres.bf



www.cedres.bj

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

REVUE CEDRES-ETUDES N° 56

2^{eme} SEMESTRE 2013

SOMMAIRE

EDITORIAL.....	iv
ANALYSE DES EFFETS DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (TIC) SUR L'EMPLOI AU SENEGAL.....	1
<i>Ndiack FALL</i>	
DECISIONS D'ADOPTION ET D'INTENSIFICATION DE L'UTILISATION DES ENGRAIS CHIMIQUES DANS LA PRODUCTION CEREALIERE AU BURKINA FASO.....	22
<i>Omer S. COMBARY</i>	
BOOM PETROLIER ET REDUCTION DE LA PAUVRETE AU TCHAD : UNE ANALYSE PAR LA MODELISATION EN EQUILIBRE GENERAL CALCULABLE.....	36
<i>Ndountara NAKOUMDE</i>	
POLLUTION SONORE, SOURCE DES INEGALITES SOCIALES DE SANTE POUR LES RIVERAINS D'UNE SOURCE DE POLLUTION PERMANENTE ET D'UNE SOURCE DE POLLUTION INTERMITTENTE.....	51
<i>Noël THIOMBIANO</i>	
IDH ET PERFORMANCE COMPARATIVE DE L'ECONOMIE BURKINABE DANS LA CEDEAO : REFLEXIONS THEORIQUES ET IMPLICATIONS EMPIRIQUES.....	75
<i>Gountiéni D. LANKOANDE</i>	
MEASURING SCHOOL PERFORMANCES OF THE PROVINCIAL DIRECTION IN BURKINA FASO.....	95
<i>Wendpanga Jacob YOUGBARE, Jacques TEGHEM</i>	

Sont publiés dans ce numéro, six articles empiriques traitant, tous, de diverses problématiques locales dans le contexte des états africains.

Le premier analyse les effets des TIC sur l'emploi au Sénégal. A l'aide d'une modélisation économétrique, l'auteur montre que les TIC ont eu des effets positifs sur le niveau global de l'emploi et de façon spécifique sur l'emploi féminin au Sénégal. En définitive, Cet article montre que l'adoption des TIC par les entreprises ne conduit pas à un chômage structurel généralisé mais suscite plutôt une évolution continue de la nature des emplois et une hausse correspondante des exigences professionnelles liées à des types d'emplois donnés.

Quant au second papier, il utilise un modèle Tobit pour analyser les déterminants des décisions d'adoption et d'intensification de l'utilisation des engrais chimiques dans la production de céréales au Burkina Faso. Les résultats révèlent que les potentialités agricoles de la zone de production, la possession d'une radio, le niveau d'éducation formel des actifs, la proximité avec une route aménagée en terre, le montant de crédit reçu et l'appartenance à un groupement de producteurs sont les principaux facteurs explicatifs de l'adoption et de l'intensification de l'utilisation des engrais chimiques.

S'agissant du troisième article, il fait appel à un modèle d'équilibre général calculable calibré sur les données de la matrice de comptabilité sociale du Tchad, pour montrer que la mise en place d'une politique de redistribution directe des revenus pétroliers à travers l'augmentation substantielle de salaires et de création d'emplois peut contribuer à lutter efficacement pour la réduction de la pauvreté au Tchad.

Le quatrième article examine, à travers un modèle de poisson, la contribution des pollutions sonores continue et intermittente aux inégalités sociales de santé au Burkina Faso, approchées par les atteintes auditives. Les résultats empiriques montrent qu'une exposition permanente à un bruit de haute intensité accroît deux fois plus la probabilité de développer une surdité auditive qu'une exposition transitoire. A travers cette étude, l'auteur montre qu'en dehors des interventions visant à améliorer l'égalité des chances à l'école et/ou plus globalement les conditions de vie, des politiques de prévention et de promotion ciblées vers les populations les plus exposées à la pollution sonore sont des pistes possibles pour réduire les inégalités sociales de santé.

Dans le cinquième papier, l'objectif est de procéder à une analyse critique de l'IDH et d'élaborer un indicateur qui se veut plus complet et à même de mieux traduire la position des pays comparés. Son apport majeur, est d'avoir pu montrer qu'avec les modifications introduites, l'économie burkinabè voit une amélioration de sa position, passant du 12^{ème} au 5^{ème} rang au niveau de la CEDEAO.

Dans le dernier papier, l'auteur a utilisé la méthode de « Data Envelopment Analysis » (DEA) pour mesurer l'efficacité et les indices de Malmquist des 45 provinces du Burkina Faso au cours de 2003 - 2004 à 2004 - 2005. Bien que la limitation du type de données ne permette pas une analyse très approfondie de l'efficacité, il ressort que la majorité des provinces techniquement inefficaces ont besoin d'augmenter le nombre d'écoles pour améliorer davantage leur efficacité.

Professeur Taladidia THIOMBIANO

POLLUTION SONORE, SOURCE DES INEGALITES SOCIALES DE SANTE POUR LES RIVERAINS D'UNE SOURCE DE POLLUTION PERMANENTE ET D'UNE SOURCE DE POLLUTION INTERMITTENTE

Noël THIOMBIANO¹

Résumé : Les inégalités liées à la santé, dont les origines sont multifactorielles et complexes, constituent des préoccupations de santé publique. Leur analyse, longtemps axée sur les situations sociales, économiques et culturelles de chaque individu, insiste aujourd'hui sur la nécessaire prise en compte des contextes sociaux, environnementaux et politiques dans lesquels ces personnes évoluent. Cet article examine, à travers un modèle de poisson, la contribution des pollutions sonores continue et intermittente aux inégalités sociales de santé au Burkina Faso, approchées par les atteintes auditives. Les données sanitaires sont issues des examens audiométriques administrés aux populations riveraines de l'aéroport de Ouagadougou et celles des centrales thermiques de la Société d'électricité du Burkina Faso. Elles sont complétées par des données socio-économiques et celles sur l'intensité du bruit mesuré dans les différentes zones d'étude à l'aide d'un sonomètre. Les résultats empiriques montrent qu'une exposition permanente à un bruit de haute intensité accroît 2 fois plus la probabilité de développer une surdité auditive qu'une exposition transitoire. Ces résultats révèlent que cette exposition au bruit et les facteurs individuels constituent les principales sources d'inégalités sociales de santé. En dehors d'interventions visant à améliorer l'égalité des chances à l'école et/ou plus globalement les conditions de vie, des politiques de prévention et de promotion ciblées vers les populations les plus exposées à la pollution sonore sont des pistes possibles pour réduire les inégalités sociales de santé.

Mots-clés : *pollution sonore, atteintes auditives, modèle de poisson, aéroport, SONABEL.*

NOISE DISTURBANCE, SOURCE OF SOCIAL HEALTH INEQUALITY FOR RESIDENTS OF AREAS OF CONTINUOUS AND DISCONTINUOUS NOISE

Summary: Social health inequalities, whose origins are multifactorial and complex, are indeed of public health concern. After focusing for a long time on social, economic and cultural situation of each individual, the analysis of those inequalities now insists on the need to take into account the social, environmental and political context in which people live. This article examines, through a fish model, the contribution of continuous and discontinuous noise disturbance in social health inequalities in Burkina Faso, through hearing impairment. The health data come from audiometric tests done on people living near the airport of Ouagadougou and those near thermal power plants of Burkina Faso Electricity Company. They also include socio-economic data and data on the intensity of the noise measured in the different study areas using a sound level meter. The observed results show that the risk of ear damage is twice higher with continuous exposure to high intensity noise than temporary exposure. These results highlight the fact that exposure to noise combined to individual factors are the main sources of social health inequalities. Apart from efforts undertaken to level the field for equal opportunities in school and / or more generally living conditions, other ways to bridge the gap of social health inequalities include the implementation of prevention and promotion programs for the most vulnerable people to noise disturbance.

Keywords: *noise disturbance, hearing impairment, fish model, airport, SONABEL.*

¹ Enseignant - Chercheur, UFR Sciences Economiques et Gestion, Université Ouaga II, Burkina Faso. Email : thiombianoel@yahoo.fr

Introduction

Le bruit de transport est devenu aujourd'hui une source importante de pollution sonore dans les villes, constituant un facteur majeur de gêne pour les populations (Schultz, 1978; Fidell et al., 1991; Passchier-Vermeer et Passchier, 2000; Seto et al., 2007 ; Havard et al., 2011) avec des effets négatifs sur la santé des populations (Faburel et Gueymard, 2008 ; Grazuleviciene et al., 2004; Niemann et al., 2006; Bluhm et al., 2007; Thiombiano, 2008).

Une exposition de longue durée au bruit est associée à des effets sur la santé liés au stress comme l'hypertension et l'infarctus du myocarde, traduisant ainsi l'impact important de cette pollution environnementale sur la santé publique. Un des impacts psychosociaux les plus importants de bruit communautaire est l'irritation et la perturbation de sommeil (Arana et Garcia, 1998; van Kempen et al., 2002; Babisch, 2008; Murphy et al., 2009). Par ailleurs, l'effet direct de l'énergie sonore sur l'ouïe humaine est bien établi et accepté. L'exposition au bruit continu de 85-90 dBA peut conduire à une perte progressive de l'audition et à des changements dans les seuils de réponse (Kryter, 1985). Des dommages similaires peuvent être causés par une exposition à un plus petit nombre d'événements sonores, si l'énergie sonore est grande (> 135 dB LCpk², Babisch, 2005). Les effets auditifs du bruit ont généralement été observés dans certaines professions industrielles, amenant la législation à exiger le port des protecteurs auditifs. Cependant, les effets sont également de plus en plus récurrents en raison du bruit de divertissement de musique amplifiée et les lecteurs MP3. Toutefois, les individus ne sont pas affectés à la même ampleur. En effet, nonobstant une amélioration globale et incontestable de la santé enregistrée au fil des années dans les différents pays notamment ceux industrialisés, une certaine inégalité sociale de santé demeure.

Dans la majorité des pays développés, les indicateurs sanitaires : (i) de mortalité (Avendano et al., 2006 ; Van der Heyden, 2009), (ii) d'incidence (Grinaud et al., 2011 ; Spadea et al., 2009 ; Menvielle et al., 2008), (iii) de prévalence (Farfel et al., 2010 ; Dolk et al. 2010) de nombreuses pathologies [accidents cardiovasculaires (Avendano et al., 2006 ; Grimaud et al., 2011), cancers (Van der Heyden et al., 2009 ; Avendano et al. Op. cit ; Grimaud et al., Op. cit. ; Spadea et al., 2009 ; Menvielle et al., 2008), diabète (Gulliford et al., 2010), asthme (Farfel et al., 2010,)], montrent que les populations défavorisées sont plus à risque que les populations plus aisées, à l'exception notable d'un contre-exemple du cancer du sein (Strand et al., 2007) et du colon (Herbert et Launoy, 2000).

Les origines des inégalités sociales de santé sont multifactorielles et complexes. L'analyse des inégalités face à la santé, longtemps axée sur les situations sociales, économiques et culturelles de chaque individu, insiste aujourd'hui sur la nécessaire prise en compte des contextes sociaux, environnementaux et politiques dans lesquels ces personnes évoluent (Rican et al., 2011). Il existe par conséquent, différents schémas explicatifs des inégalités sociales de santé observées. Ces différents facteurs explicatifs sont regroupés dans les études en trois grandes catégories que sont les déterminants dits « classiques », les hypothèses très récentes dites « expositions environnementales »

²dB LCpk est une mesure du niveau de crête de pression acoustique sur une période spécifiée

et pour finir les déterminants dits « contextuels » qui sont à l'origine d'un gradient spatial, lequel reflète aujourd'hui des inégalités contextuelles. Dans ce dernier cas, les recherches ont d'abord porté sur la proximité résidentielle des populations défavorisées (minorité ethnique...) en s'intéressant aux installations dangereuses (Perlin et al., 2001 ; Waller et al., 1999), aux décharges municipales (Anderton et al., 1994 ; Davidson et al., 2000), aux incinérateurs ainsi qu'aux sites de déchets toxiques abandonnés (cf. reviews Bowen, 2002 ; Downey et Hawkins, 2008 ; Norton et al., 2007 ; Briggs et al., 2008 ; et Mitchell, 2011). Elles ont toutes conclu que les groupes d'individus résidant à proximité de ces sources d'exposition étaient principalement défavorisés sur le plan socioéconomique (Waller et al., 1999 ; Davidson et al., 2000). Par ailleurs, ces groupes sont caractérisés par un pourcentage élevé de minorités ethniques (Bowen et al., 1995, Neumann et al., 1998), de faible revenu (Perlin et al., 1995) et d'un niveau de pauvreté élevé (Perlin et al., 2001, Perlin et al., 1999). Ainsi, en Caroline du Nord (USA), les décharges sont localisées dans des zones caractérisées par une faible valeur immobilière et une forte communauté de minorités ethniques (Norton et al., Op. cit.). Néanmoins, ces constats ne sont pas unanimes ; des résultats contradictoires ont été rapportés par Neumann et al., (Op. cit) en examinant la localisation des industries et la toxicité émise par certains produits. Ces travaux rapportent que la toxicité des émissions n'est pas associée aux caractéristiques socio-économiques des espaces dans lesquels elles sont localisées.

L'intérêt de cette étude sur les inégalités environnementales, source des inégalités sociales de santé repose sur les enjeux importants que représente la dégradation de l'environnement sur l'économie burkinabè et le bien-être de la population. L'évaluation économique des dommages environnementaux et inefficiences révèle que le coût annuel de la dégradation de l'environnement au Burkina Faso pour l'année 2008 est compris entre 18% et 22% du PIB, soit environ 760 milliards FCFA (Thiombiano et al., 2011). De façon spécifique, en 2004, le nombre d'années de vie productive perdues en raison d'incapacité (DALYS) est de l'ordre de 750'000 pour les maladies à transmission hydrique et 600'000 pour les maladies liées à la qualité de l'air intérieur. Dans la même logique, les riverains de l'aéroport de Ouagadougou et des centrales thermiques de la Société Nationale d'Electricité du Burkina (SONABEL) sont soumis à des niveaux de bruit supérieurs à 65 dBA (Thiombiano, 2008), seuil considéré comme intolérable par l'OMS et la législation nationale, conduisant très souvent à des atteintes auditives. Par ailleurs, l'étude de Thiombiano et al (op. cit.) révèle une certaine inégalité sociale des effets de la pollution atmosphérique sur la population. Selon eux, la pollution touche plus les pauvres. Au regard de toutes ces considérations, le présent article tente de répondre à la question suivante : l'atteinte auditive s'explique-t-elle par une inégalité sociale (facteurs socioéconomiques) ou par une inégalité environnementale au sein des populations riveraines de l'aéroport internationale de Ouagadougou et des centrales thermiques de la Société d'Electricité du Burkina Faso? L'étude portant sur les riverains de deux sources différentes, il s'agira aussi de vérifier à travers cette étude l'hypothèse de différence d'impacts (OCDE) entre un bruit intermittent et un bruit quasi-permanent en répondant à la question spécifique : y a-t-il une inégalité environnementale de santé liée à la source de pollution : une source fixe et une source mobile de pollution ?

L'objectif de cet article est d'analyser les inégalités sociales de santé liées au bruit des avions et des centrales thermiques. A cet effet, l'article utilise une approche pluridisciplinaire qui consiste à une analyse médicale des riverains des deux sources de pollution : mobile (avion) et fixe (centrales thermiques) et à une analyse socioéconométrique. En effet, un modèle de poisson est utilisé pour identifier les déterminants des atteintes auditives au sein de la population. Organisée en cinq parties, la suite de l'article passe dans un premier temps en revue les travaux théoriques et empiriques portant sur les déterminants des inégalités de santé, puis expose dans un second temps, le cadre théorique et analytique des sources d'inégalités sociales de santé. Les sources des données et les analyses descriptives sur les principales caractéristiques des enquêtés, font l'objet de la quatrième partie. Et les différentes sources d'inégalités de santé sont présentées dans la cinquième partie. La sixième partie tire les conclusions et les implications en termes de politiques économiques.

I. Déterminants des inégalités de santé dans la littérature

Les recherches théoriques et empiriques sur les déterminants des inégalités sociales ont produit une abondante littérature. Plusieurs études ont mis en évidence l'hypothèse selon laquelle les inégalités de chance : conditions dans lesquelles les individus naissent (Sternthal et al., 2011), grandissent (Klinnert et al., 1994 ; Chen et al., 2007), vivent (Rothon et al., 2011 ; Berkman et Glass, 2000), travaillent (Moulin et al. 2009 ; Khlal et al., 2008) et vieillissent (Kwag et al., 2011 ; Seeman, 2000) peuvent être à l'origine d'un mauvais état de santé (Goldberg et al., 2003), aussi bien en termes de mortalité que de morbidité. Il ressort de ces études que plus on se retrouve dans une position élevée dans la hiérarchie sociale, moins on est exposé à de mauvaises conditions de vie ou de travail. Il semble alors relativement logique de pointer ces circonstances de vie dans l'existence des inégalités sociales de santé et de les considérer comme déterminants (Kihal, 2011 ; Faburel et Gueymar, op.cit ; Havard et al. Op.cit). Cependant, le recours à cette seule explication a été remis en cause par différents travaux de recherche, notamment britanniques (Marmot, 1986). Ces travaux rapportent que même dans des bonnes conditions de travail (cohorte composée exclusivement de fonctionnaires à la carrière régulière, ayant un niveau minimal d'études, sans aucune prévalence de pauvreté ou de privation) un gradient social de santé persiste.

Par ailleurs, à la suite de ces travaux, d'autres chercheurs ont étudié le rôle des facteurs de risques individuels liés aux comportements et au mode de vie. La répartition sociale de ces facteurs a ainsi été avancée comme une des explications aux inégalités sociales de santé. Les facteurs de risque individuels qui ont été le plus mis en cause sont le tabagisme et la consommation d'alcool (Haustein, 2006 ; Haustein, 2005 ; Bloomfield et al., 2006), les habitudes alimentaires (Lopez-Azpiazu et al., 2003, Irala-Estévez et al., 2000), la sédentarité (Dowler, 2001 ; McNeill et al., 2006). Certains des facteurs présentant un gradient inverse avec le niveau socio-économique, les inégalités semblaient ainsi trouver une explication simple. Cependant, la répartition sociale de ces comportements individuels n'est pas le facteur explicatif majeur des inégalités constatées (Moquet, 2008). Les systèmes de soins mis en place pour faire face à la maladie ont été également identifiés comme des facteurs potentiels aggravant les disparités de santé, puisque l'accès aux soins et la répartition géographique des

équipements de soins, présentent un gradient social notable. En somme, les différents déterminants comportementaux et sociaux n'expliquent donc qu'une partie des inégalités sociales de santé (ISS) face à la mort et aux morbidités. Par conséquent, l'origine des ISS reste incomplètement comprise, en particulier la responsabilité propre des effets des expositions des sociétés à la pollution. Ceci a conduit les recherches à explorer un nouveau champ, les expositions environnementales (O'Neil et al., 2007). Ces auteurs illustrent cela par une double hypothèse : (i) les populations défavorisées sont plus sensibles à une exposition environnementale (Sexton, 1997, Rios et al., 1993), (ii) les populations défavorisées sont plus exposées à des nuisances environnementales (O'Neil et al., 2003). Cette corrélation entre les expositions et les ISS se traduit par un différentiel de susceptibilité individuelle et un différentiel d'exposition environnemental. Dans le premier cas, un état de santé dégradé (antécédent de maladies respiratoire et cardiovasculaire) et l'accumulation de facteurs de risques (addictions, habitude alimentaire inadéquate), peuvent augmenter la sensibilité aux expositions environnementales des populations défavorisées, comparativement à celle des populations plus aisées. Cette sensibilité couplée à une exposition environnementale peut entraîner le développement ou l'aggravation de nombreuses pathologies (Sexton, op cit. ; Sexton et al. (1993) ; Rios et al., (op. cit.). Toutefois, cette hypothèse reste aujourd'hui très peu documentée.

Dans le second cas, les études dites de « justice environnementale » ou « d'équité environnementale » tentent de démontrer, au travers de divers indicateurs d'expositions et de caractéristiques socio-économiques, qu'il y a une répartition inégale des effets de l'activité anthropique sur l'environnement (pollution de l'air, mauvaise qualité de l'eau, proximité de sites contaminés ou d'usines polluantes...) selon les différents groupes de la société. Les populations les plus exposées sont les populations minoritaires et les populations à bas revenu. Des résultats des études sur les émissions liées au transport (Pastor et al., 2005), en utilisant comme indicateur d'exposition à la pollution soit la densité du trafic (Guinier et al., 2003, Houston et al., 2004), soit la proximité d'un axe routier (Houston et al., op. cit.) montrent que les enfants de famille à revenu faible et appartenant à une minorité ethnique, ont 5 fois plus de risque de résider près du trafic très dense (Gunier et al., 2003) et de fréquenter des écoles à proximité des axes routiers (Green et al., 2004). Par ailleurs, d'autres études révèlent une corrélation positive entre les mesures des émissions de NO₂ (Mitchell et Dorling, 2003 ; Brainard et al., 2002), de CO et des particules totales en suspension TSP (Buzzelli et al., 2003) et le niveau de désavantage socio-économique des populations étudiées (le revenu, le taux de chômage, la valeur immobilière des logements, la possession ou non de véhicule), excepté le niveau d'éducation. Ce constat n'est plus valable, en utilisant le niveau d'éducation comme indicateur. Deux faits contradictoires sont à relever : d'une part, Woodruff et al. (2003) démontrent qu'il n'y a aucune association entre le niveau d'éducation et un indice de polluant (combinant : dioxyde d'azote NO₂, dioxyde de soufre SO₂, monoxyde de carbone CO et l'ozone O₃), et d'autre part, Korc, (1996) et Brajer et Hall (2005) mettent en évidence une relation entre un niveau d'O₃ élevé et une population de faible niveau d'éducation. En ce qui concerne l'O₃, les résultats restent contrastés, puisque Liu (1996) ont ainsi rapporté que les mesures d'O₃ étaient élevées aussi bien parmi les populations à revenu élevé que chez les populations à faible revenu.

En somme, ces différentes études traduisent une certaine hétérogénéité des approches entreprises (en termes d'indicateur d'exposition et de défaveur), des échelles d'analyse, des méthodologies mises en œuvre pour étudier l'injustice environnementale. Mitchell (2011) rappelle, qu'il n'y a pas de consensus pour analyser cette problématique de justice (ou d'équité) environnementale. Et, par conséquent, même si la majorité des auteurs ont conclu que les groupes, avec un faible niveau socio-économique, tendent à être exposés à la pollution en raison, notamment, de leur proximité résidentielle aux différentes sources de pollution (axes routiers à fort trafic, usines, décharges...), ces résultats doivent toujours être utilisés avec une grande réserve, et ne doivent surtout pas être généralisés, puisque ce qui est vrai aux Etats-Unis ou en Angleterre, ne l'est pas forcément en Afrique ou ailleurs.

Le présent article qui porte sur les effets de la pollution sonore au Burkina Faso, examine à travers le modèle de poisson les déterminants majeurs de la surdité auditive d'une part, et d'autre part, les inégalités environnementales de santé entre une source de pollution fixe et mobile.

II. Cadre analytique du problème de surdité auditive: le modèle de poisson

Afin de dégager les facteurs explicatifs du problème auditif des populations riveraines des sources polluantes, la présente étude recourt au modèle de comptage. Dans ce modèle, la variable endogène prend de petites valeurs positives ; plus spécifiquement dans le cas présent, cette variable discrète est le nombre d'oreilles atteintes par une perte auditive pour une personne donnée. Pour un individu i donné, il peut souffrir d'une surdité unilatérale, bilatérale ou pas du tout. Ainsi, la variable dépendante est une variable de comptage à savoir 0, 1, 2 oreilles atteintes.

Dans la littérature économétrique, la loi de Poisson est le modèle de base pour la représentation et l'analyse des données de comptage. La probabilité pour qu'un individu i ait y oreilles souffrant de surdité est donc :

$$P(y_i = y) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}; \lambda \in N, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

où λ est le paramètre de la distribution de Poisson, tel que :

$$E(y_i) = V(y_i) = \lambda \quad (2)$$

Comme λ est restreint à être positif, la paramétrisation la plus couramment usitée est la suivante : $\lambda_i = e^{x_i \beta} \Rightarrow \log \lambda_i = x_i \beta \quad (3)$

où x_i est un vecteur $(1, p)$ variables exogènes associé au vecteur de paramètres $\beta(p, 1)$. Le choix de la spécification log-linéaire s'explique alors essentiellement par la nécessité d'avoir des paramètres λ_i positifs. Les avantages de cette forme

fonctionnelle sont analogues à ceux du modèle économétrique habituel de la régression ; en particulier :

$$E(y_i/x_i) = \lambda_i = e^{x_i\beta} \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \text{Log}(y_i/x_i) = x_i\beta$$

β s'interprète comme une élasticité lorsque les variables exogènes (x_i) sont en logarithme. Toutefois, contrairement aux modèles log-linéaires traditionnels, β n'est pas l'élasticité de la variable endogène, mais son espérance mathématique.

Les effets marginaux d'une telle formulation sont :

$$\frac{\partial E(y/x)}{\partial x_j} = \beta_j e^{(x\beta)}$$

ou $\beta_j = \frac{\partial E(y/x)}{\partial x_j} \frac{1}{E(y/x)}$ (5)

Pour un échantillon de n individus, le modèle de comptage de Poisson peut *a priori* être estimé par les moindres carrés non linéaires ou par la méthode du maximum de vraisemblance.

L'estimation de β par la méthode du maximum de vraisemblance consiste en une fonction :

$$L = \prod_i P(y_i) \quad (6)$$

En remplaçant $P(y_i)$ par son expression de (1) dans (6) on obtient :

$$L = \prod_i \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \quad (7)$$

La log-vraisemblance de cette spécification est :

$$\begin{aligned} \log L &= \sum_i^n \{-\lambda_i + y_i \log \lambda_i - \log(y_i!)\} \\ &= \sum_{i=1}^n \{-e^{x_i\beta} + y_i \log \lambda_i - \log(y_i!)\} \\ &= \sum_{i=1}^n \{-e^{x_i\beta} + y_i x_i \beta - \log(y_i!)\} \\ &= -\sum_{i=1}^n e^{x_i\beta} + \beta \sum_{i=1}^n y_i x_i - \sum_{i=1}^n \log(y_i!) \end{aligned} \quad (8)$$

Les équations de vraisemblance sont :

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n x_i' (y_i - e^{x_i \beta}) \quad (9)$$

L'estimateur du maximum de vraisemblance $\hat{\beta}$ de β est solution des équations suivantes des moments empiriques (Lee, 1986 ; Ambapour, 2001) :

$$\sum_{i=1}^n x_i' y_i = \sum_{i=1}^n x_i' e^{x_i \beta} \quad (10)$$

Le Hessien est donné par :

$$\frac{\partial^2 \log L}{\partial \beta \partial \beta} = - \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i' x_i \quad (11)$$

Le Hessien est défini négatif pour x et tout β . On en déduit la matrice de variance-covariance asymptotique estimée de l'estimateur du maximum de vraisemblance :

$$\left[- \sum_{i=1}^n \hat{\lambda}_i x_i' x_i \right]^{-1} \text{ avec } \hat{\lambda}_i = e^{x_i \hat{\beta}} \quad (12)$$

Mais, certains auteurs estiment l'hypothèse selon laquelle :

$E(y_i/x_i) = V(y_i/x_i) = \lambda_i$ peu réaliste; c'est-à-dire que conditionnellement à x_i , la variance de l'observation y_i ne peut varier indépendamment de sa moyenne. Pour pallier ce handicap, des tests de la surdispersion (la variance supérieure à la moyenne), et des spécifications alternatives ont été proposés. La spécification la plus souvent utilisée est celle du modèle de régression de la loi binomiale négative (ou modèle NegBin, Negative Binomial Model) introduite par Hausman, Hall et Griliches (1984). Dans cette modélisation, y_i suit toujours une loi de Poisson mais son espérance mathématique est entachée d'un terme d'erreur noté ε_i . Ce dernier traduit diverses erreurs dans la spécification, comme l'oubli des variables explicatives indépendantes x_i , ou encore l'hétérogénéité non observable qui caractérise souvent les données individuelles ; y_i suit donc une loi de Poisson de paramètre :

$$\begin{aligned} \mu_i &= e^{x_i \beta + \varepsilon_i} \\ &= \lambda_i e^{\varepsilon_i} \end{aligned} \quad (13)$$

En posant $u_i = e^{\varepsilon_i}$, la distribution y_i qui est maintenant conditionnée à x_i et à u_i suit toujours une loi de Poisson :

$$P(y_i = y/x_i, u_i) = \frac{e^{-\lambda_i u_i} (\lambda_i u_i)^y}{y!} \quad (14)$$

Mais, la densité de y_i sachant x_i est obtenue en prenant l'espérance de l'expression (14) par rapport à la densité de u_i ; soit :

$$\begin{aligned} P(y_i = y/x_i) &= \int_0^{+\infty} P(y_i = y/x_i, u_i) g(u_i) du_i \\ &= \int_0^{+\infty} \frac{e^{-\lambda_i u_i} (\lambda_i u_i)^y}{y!} g(u_i) du_i \end{aligned} \quad (15)$$

On fait l'hypothèse que u_i suit une loi gamma $\gamma(\delta, \delta)$, $\delta > 0$ de densité $g(u_i)$, d'espérance $E(u_i) = 1$, sans perte de généralité tant que x_i contient un terme constant et de variance $V(u_i) = 1/\delta$. Avec cette normalisation,

$$g(u_i) = \frac{\delta^\delta}{\Gamma(\delta)} e^{-\delta u_i} u_i^{\delta-1} \quad (16)$$

et

$$\begin{aligned} P(y_i = y/x_i) &= \int_0^{+\infty} \frac{e^{-\lambda_i u_i} (\lambda_i u_i)^y}{y!} \frac{\delta^\delta}{\Gamma(\delta)} e^{-\delta u_i} u_i^{\delta-1} du_i \\ &= \frac{\delta^\delta \lambda_i^y}{\Gamma(y+1)\Gamma(\delta)} \int_0^{+\infty} e^{-(\lambda_i+\delta) u_i} u_i^{(y+\delta-1)} du_i \\ &= \frac{\delta^\delta \lambda_i^y \Gamma(y+\delta)}{\Gamma(y+1)\Gamma(\delta)(\lambda_i+\delta)^{\delta+y}} \\ &= \frac{\Gamma(y+\delta)}{\Gamma(y+1)\Gamma(\delta)} \left[\frac{\lambda_i}{\lambda_i+\delta} \right]^y \left[\frac{\delta}{\lambda_i+\delta} \right]^\delta \end{aligned} \quad (17)$$

Ainsi, la variable y_i/x_i suit une loi binomiale négative de paramètres (λ_i, δ) . Les premiers moments de cette loi sont :

$$\begin{aligned} E(y_i/x_i) &= \lambda_i \\ V(y_i/x_i) &= \lambda_i \left[1 + \frac{\lambda_i}{\delta} \right] \end{aligned} \quad (18)$$

Le modèle NegBin peut être estimé par le maximum de vraisemblance. La spécification de Poisson est testée par l'hypothèse nulle $H_0 : \delta = 0$ en utilisant soit la statistique de Wald, soit le test du rapport de vraisemblance, ou encore le test du multiplicateur de Lagrange (Greene, 2000).

Le vecteur x des variables explicatives contient le niveau de bruit (nivbruit) représentant la variable contextuelle ou environnementale ; les variables individuelles tels que l'âge (ageenq), l'historique (hist), la durée sur le site (dureesite) mesurée en années révolues, le sexe. Par ailleurs, dans le but de saisir l'inégalité de santé liée à la nature de la source de pollution, une variable muette a été introduite : la variable site, prenant 0 si l'individu est riverain de la source de pollution fixe (centrale thermique) et 1 si par contre, il est dans la zone sous influence de la pollution des bruits des avions.

III. Source des données et caractéristiques sanitaires des riverains de deux sites

Les données de cette étude sont issues des mesures audiométriques, des mesures du niveau de l'intensité du bruit et d'une enquête auprès des riverains des deux sources de pollution, objet de la présente étude.

3.1. Problèmes d'hypertension et d'audition au sein de l'échantillon d'étude

Le tableau 1 de contingence fait ressortir les pourcentages des deux pathologies (tension et audition) susceptibles d'être expliquées par la pollution sonore au sein de l'échantillon d'enquête constitué de 838 personnes réparties dans 200 ménages riverains des deux sources de pollution. Ces ménages ont été choisis de façon aléatoire.

Tableau n°1. Fréquences de problèmes d'audition et d'hypertension (en %)

		Problème d'audition			
		Oui	Non	ND	Total
Problème de tension	Oui	1,79	5,49	0,12	7,40
	Non	2,98	84,84	0,72	88,54
	ND	0,36	1,91	1,79	4,06
	Total	5,13	92,24	2,63	100,00

Source : Données d'enquête

Seulement 1,79% de l'échantillon affirme souffrir de problèmes de tension et d'audition. Globalement, 7,40% et 5,13% ont relevé avoir respectivement des problèmes de tension et d'audition. Ces différents taux laissent apparemment prévoir que dans la zone d'exposition au bruit des avions et de la centrale thermique Ouagadougou 1, la proportion des individus qui souffrent de ces maladies est assez faible. Cependant, cela peut être lié à une méconnaissance du phénomène de la perte auditive imputable à la pollution sonore et d'une faible fréquentation de nos populations aux différents centres sanitaires pour des visites périodiques. Cette situation pourrait être due à l'absence de couverture sociale pour la prise en charge des malades et à un système de mutuelles de santé embryonnaire.

Ces malades recourent respectivement aux soins traditionnels à 4%, aux soins modernes à 85% et aux deux à la fois à 11%. Pour ce faire, les montants révélés pour leur prise en charge par crise sont en moyenne de 19 090 F avec un écart type de 3 243 F. Pour la

plupart des patients, la crise est répétitive. Ainsi, dans l'échantillon, la fréquence moyenne annuelle de crise est de 4.

En Afrique, et plus particulièrement au Burkina Faso, la survenue d'une maladie dans une famille engendre une inactivité d'un ou de plusieurs autres membres. Ceux-ci sont affectés aux soins du malade. Ainsi, l'enquête fait ressortir que 24,6% des cas de maladies ont entraîné l'immobilisation d'un autre membre de la famille pour une durée moyenne de 6 jours par crise. Ainsi, en considérant le nombre d'arrêts de travail du patient et de son accompagnant, il ressort une moyenne de 12 jours par crise. Ce qui entraîne un manque à gagner pour la famille correspondant au revenu que ceux-ci auraient pu apporter au budget familial *ceteris paribus*. Ces résultats sont renforcés par des tests médicaux de la population concernée.

3.2. Bilan des résultats du test audiométrique

Les tests d'audiométrie réalisés avec le concours du service d'ORL de l'hôpital Yalgado Ouédraogo révèlent que parmi les personnes examinées, 34% souffrent des problèmes d'audition à des degrés divers.

La comparaison entre les résultats d'enquête (tableau 2) et ceux résultant du test audiométrique montrent une très grande disparité. Ce qui confirme une fois de plus que le problème d'audition évolue de façon insidieuse et est irréversible et ceci à l'insu des riverains ; ces derniers fréquentant très peu les centres hospitaliers pour d'éventuelles visites périodiques de santé.

Tableau n°2. Résultats comparés de problèmes auditifs en %

	Problème d'audition	
	Résultats d'audiométrie	Résultats d'enquête
Oui	34	5,13
Non	66	92,24

Source : Examen d'audiométrie

Les problèmes rencontrés peuvent être rangés par niveau d'otite et par niveau de perte auditive. Le tableau 3 fait la synthèse de ces résultats.

Tableau n°3 : Résultats par graduation de surdité

Type de problème	Fréquence en %	Perte auditive en dB. HL		
		Minimale	Moyenne	Maximale
Scotome unilatéral	13	33	41,5	50
Scotome bilatéral	47	20	42,14	60
Hypoacousie unilatérale	7	40	40	40
Hypoacousie bilatérale	20	31	35,5	40
Surdité unilatérale neurosensorielle	7	73	73	73
Surdité mixte	7	52	52	52
Total	100			

Source : Examen audiométrique

Sur 100 enquêtés ayant des problèmes d'audition, 60 souffrent d'un déficit auditif matérialisé par un fossé sur la courbe audiométrique aux fréquences de son de 4 kHz (scotome ou encoche) soit pour une oreille (scotome unilatéral), soit pour les deux oreilles (scotome bilatéral). La perte auditive moyenne pour ces individus est de 41,5 dB.HL pour le scotome unilatéral et de 42,14 pour le scotome bilatéral. Il est à noter cependant un écart type respectivement de 8,5 dB.HL et de 13 dB.HL pour les deux catégories de scotome rencontrées. Selon les spécialistes, ce type de surdité est caractéristique de celle due au bruit.

La perte modérée de l'audition ou hypoacousie touche sur 100 personnes, respectivement 20 personnes de deux oreilles et 7 personnes d'une seule oreille. Le déficit auditif moyen pour ces personnes se situe à 40 dB.HL pour ceux souffrant d'hypoacousie unilatérale et à 35,5 dB.HL pour l'hypoacousie bilatérale.

Du diagnostic audiométrique, il ressort également que 7% des personnes examinées endurent une surdité unilatérale de type neurosensoriel avec une perte auditive moyenne de l'ordre de 73 dB.HL. Aussi, la même proportion souffre d'une surdité mixte³ avec une décote moyenne d'audition de 52 dB.HL. Ces deux cas de surdité ont les décotes les plus prononcées au sein de l'échantillon d'enquête. Par ailleurs, 60% de personnes examinées et souffrant de perte auditive sont des femmes alors que l'échantillon de personnes examinées est constitué de 54,5% d'hommes et de 45,5% de femmes.

L'analyse de corrélation de Pearson par le test de Khi-Deux révèle une non dépendance entre le problème auditif et la durée de vie sur le site ; de même que le sexe de l'individu. Le phénomène touche alors l'individu indépendamment de son sexe et de sa durée de vie sur le lieu exposé, au regard des probabilités associées aux valeurs empiriques de Khi-Deux qui sont respectivement de 0,1600 et de 0,1634. Ces probabilités sont supérieures au seuil de tolérance le plus élevé communément admis (10%). Ce sont alors les aspects physiologiques comme le souligne Graeven (1974), qui sont à la base du problème. Cela est d'autant plus vrai que parmi les personnes examinées, il y a des personnes qui ont plus de 37 ans de vie sur le site et qui ne connaissent aucun problème ; comme il existe aussi de nouveaux venus (3 ou 4 ans) qui ont des problèmes. Mieux encore, dans l'échantillon, il y a eu des individus de la même famille et ayant la même durée de vie sur le site qui présentent des situations contradictoires : l'un connaît un problème auditif et l'autre non.

Le problème de surdité est aussi fonction de l'intensité de bruit (**Nivbruit**) et du site d'habitation (**Site**). En effet, le test de Khi-Deux fait ressortir une dépendance entre le niveau de bruit et ces deux variables exogènes, car les probabilités (0,049 et 0,0899) qui leur sont associées sont inférieures aux seuils de tolérance respectifs de 5% et 10%.

Le tableau 4 présente les résultats du test d'indépendance entre les variables exogènes et le problème d'audition.

³Une surdité est dite mixte si elle relève d'un problème de transmission et de perception.

Tableau n°4. Test de Khi-Deux entre le problème d'audition et les variables exogènes

Variables	Khi Deux	P associée
Durée de vie sur le site	23,85	0,1600
Age	8,73**	0,0330
Sexe	1,94	0,1634
Historique	3,74	0,1544
Nivbruit	7,45**	0,0499
Site	0,21*	0,0899
Profession	7,35	0,3930

Source : Données d'audiométrie

*Significatif au seuil de 10%, ** Significatif au seuil de 5%, *** Significatif au seuil de 1%

Ces différentes pathologies auditives entraînent des coûts pour les patients et leurs familles.

Les prix de prothèses varient selon le type de surdité et la qualité du matériel. Ils oscillent entre 300 000 F CFA et 1 200 000 F CFA pour les intra auditifs. Les surdités liées au problème de la pollution acoustique sont le plus souvent irréversibles. Par conséquent, l'estimation du coût doit tenir compte des coûts directs et indirects.

Les coûts de soins incorporent les frais de consultation, ceux des examens et surtout les coûts d'appareillage pour la correction de l'audition des sujets malades. Ces coûts varient selon le statut public ou privé des centres sanitaires. Le tableau 5 donne une synthèse de ces différents coûts directs.

Tableau n°5. Coûts directs liés au problème d'audition en F CFA

Rubrique		Milieu hospitalier	Clinique privée
Consultation médecin		2 000	10 000
Examen	Audiométrie	3 500	10 000
	Tympanométrie	5 000	12 000
Appareillage audioprothétique	Embout*	-	40 000
	Prothèse	-	[300 000 – 1 200 000]

Source : Construit à partir des interviews réalisées auprès des spécialistes de l'ORL

* A raison de 20 000 F l'unité

De façon globale, les soins dans les centres publics sont moins onéreux que dans les centres privés. Néanmoins, il ressort du tableau 5 une absence d'appareillage dans le milieu hospitalier public. Le matériel auditif n'est disponible qu'auprès des opérateurs privés. Ce qui rend les pauvres plus vulnérables.

Il faut noter que des coûts indirects viennent se greffer à ceux mentionnés dans le tableau 5. Il s'agit entre autres, des coûts de transaction (coût de déplacement et le

temps d'attente), la gêne ressentie du fait de la maladie et du port des prothèses et du dommage moral ou psychologique. A tous ces coûts, il faut ajouter ceux liés à la perte pécuniaire due à la morbidité du patient et de l'accompagnant. Dans le cas présent, ces coûts sont estimés en moyenne à 6 jours de perte de travail par épisode de maladie. Statistiquement, il est difficile de les appréhender. Ils ne seront pris en compte que par des techniques économétriques.

IV. Sources d'inégalité de santé : facteurs déterminants de la surdité auditive

Le test d'audiométrie effectué sur les riverains a révélé une corrélation positive entre leur situation auditive et le niveau de la pollution. Dans la présente section, le modèle de Poisson est utilisé pour analyser les facteurs déterminant le problème d'audition ainsi que leur ampleur sur la probabilité conditionnelle qu'un tel événement survienne.

A la lumière du cadre conceptuel, l'estimation du modèle de Poisson donne les résultats contenus dans le tableau 6 :

Tableau n°6. Résultats d'estimation du modèle de Poisson et de celui du NegBin

Variable	Modèle de Poisson		Modèle Binomial Négatif (NegBin)	
	Coefficient	Probabilité	Coefficient	Probabilité
NIVBRUIT	0,703042***	0.0008	0,703042***	0,0008
DUREESITE	0,014898	0.5969	0,014898	0,5969
AGEENQ	0,142088***	0.0049	0,142088***	0,0049
HIST	0,589627	0.3356	0,589627	0,3356
PRO1	3,469565*	0.0521	3,469565*	0,0521
PRO2	3,616540***	0.0100	3,616540***	0,0100
PRO3	4,547587**	0.0259	4,547587**	0,0259
PRO4	2,467137*	0.0521	2,467137*	0,0521
PRO5	0,241797	0.8482	0,241797	0,8482
PRO6	2,519155*	0.0688	2,519155	0,0688
PRO7	6,003365***	0.0092	6,003365***	0,0092
SEXE	-0,022588	0.9783	-0,022588	0,9783
SITE	-2,270166**	0.0112	-2,270166**	0,0112
EDUC	0,71797	0.6482	0,71797	0,71797
C	-65,85147***	0.0009	-65,85147***	0,0009
Mixture parameter	(α)		17,04828	0,9905
R-squared	0,604618		0,604618	
Adjusted R-squared	0,425930		0,405428	
Log likelihood	-28,83660		-28,83660	
Restr. log likelihood	-45,48958		-45,48958	
LR statistic (13 df)	33,30596		33,30596	
Probability(LR stat)	0,001533		0,405428	
Avg. log likelihood	-0,670619		-0,670619	
LR index (Pseudo-R2)	0,367083		0,376083	

Source : Estimation / Données enquête

*Significatif au seuil de 10%, ** Significatif au seuil de 5%, *** Significatif au seuil de 1%

L'estimation du modèle de Poisson donne dans l'ensemble des résultats concluants ; toutes les variables retenues pour expliquer la probabilité associée au nombre d'oreilles affectées par la surdité sont statistiquement et globalement différents de zéro au regard de la probabilité associée à la statistique du LR . Le pseudo R^2 est aussi acceptable. Il est de 0,37 dans le cadre de notre estimation. En outre, la quasi-totalité des variables explicatives sont statistiquement significatives tout au plus au seuil de 10% et ont les signes attendus. Pour vérifier le réalisme de la spécification du modèle de Poisson, nous avons estimé un modèle binomial négatif (NegBin) sur les mêmes observations, avec les mêmes variables explicatives. La procédure NegBin estime un paramètre supplémentaire α tel que : $V(y_i) = E(y_i)[1 + \alpha E(y_i)]$. L'estimation du NegBin permet alors de tester la contrainte d'égalité entre l'espérance et la variance de la variable endogène en ce qui concerne nos données, par le test de la significativité du paramètre α .

Ce dernier n'est pas significatif car la probabilité qui lui est associée (0,99) est supérieure au seuil de tolérance le plus élevé, généralement admis (10%). Ce résultat se confirme par le test du LR . La statistique du rapport de vraisemblance se calcule : $LR = 2(\log(\hat{\theta}) - \log(\theta^*))$. Elle suit une loi de Khi-Deux et vaut $2 \times (-28,837 + 28,837) = 0$. Au seuil de tolérance de 1%, la valeur théorique de Khi-Deux est de 6,635. Par conséquent, la contrainte correspondant à la spécification de Poisson est donc acceptée. De plus, l'on peut remarquer que les paramètres estimés ne sont pas très différents de ceux obtenus avec le modèle de Poisson. Ces résultats sont convergents avec ceux de Ambapour (2003). Il est à noter qu'une des spécifications couramment utilisées comme test de validité du modèle de Poisson est la forme exponentielle. Cependant, la nature à évidence discrète de la variable endogène (ses modalités étant : 0, 1, et 2) rend l'utilisation non envisageable.

L'analyse en termes de profils environnementaux à travers l'intensité du bruit et la nature de la source de pollution met en lumière l'inégalité contextuelle de santé entre les différents groupes socio-urbains. Le niveau de bruit (**Nivbruit**) avec une probabilité de significativité de 0,0008, est un facteur aggravant le risque de surdité avec un seuil de tolérance de 1%. Tout accroissement du niveau du bruit de 1% au-dessus de la moyenne accroît l'espérance mathématique conditionnelle du risque de surdité de 70%. Théoriquement, les premiers signes de la surdité liée au bruit se manifestent dans les hautes fréquences, principalement autour de 4 kHz. La configuration audiométrique habituelle est de type encoche centrée autour de 4 kHz, après soustraction de l'effet d'âge. Les résultats d'estimation sont donc convergents d'une part, avec la théorie et les résultats d'audiométrie et d'autre part, avec les résultats de tests de Khi-Deux. En effet, 60% des riverains examinés et souffrant d'une surdité, présentent une déperdition auditive à partir de la fréquence de son de 4 kHz (cf. tableau 3).

Aussi, les études lient souvent l'effet du bruit sur l'audition aux conditions d'exposition à celui-ci. Nous avons testé cet aspect par l'introduction de la variable indicatrice site qui est statistiquement significative à 5% car la probabilité qui lui est associée (0,011) est inférieure à 5%. La modalité de référence étant la SONABEL, le signe négatif

traduirait tout simplement que le passage d'un milieu à exposition permanente au bruit à un milieu de pollution temporaire, diminue le risque de surdité. Autrement dit, une longue exposition à un niveau de bruit élevé peut accroître 2,27 fois plus la probabilité de développer une surdité auditive qu'une exposition transitoire.

Quant aux facteurs individuels, l'analyse a porté sur l'âge, l'historique auditif et le type de profession exercée avec pour modalité de référence la profession « ménagère ». L'âge est positivement lié à l'espérance mathématique du problème auditif. Ainsi, plus on prend de l'âge, plus on augmente la probabilité de développer une surdité. Un accroissement de l'âge d'une année augmente la probabilité conditionnelle de survenue de la surdité de 14%. Ceci étant liée au vieillissement qui provoque la disparition progressive des cellules ciliées qui tapissent l'oreille interne. Ce phénomène qualifié de presbycusie est inéluctable. Dans ce cas, la configuration audiométrique ne se caractérise plus par une encoche centrée autour de 4 kHz, car l'effet d'âge s'ajoute éventuellement à l'effet bruit et affecte davantage les hautes fréquences supérieures à 4 kHz. En se référant aux résultats audiométriques et de tests de Khi-Deux, nous dirons que ces résultats sont concordants. Ils sont aussi analogues à ceux trouvés au Ghana par Boateng et Amedofu (2004).

Il en est de même pour les types de profession. La modalité de référence étant « ménage », le signe positif trouvé pour les autres modalités traduit le fait que ceux qui sont sous les zones polluées, les professions autres que celle de ménagère, accroissent la probabilité de risque de surdité. Or, dans les travaux récents (Sexton, 1997), il est devenu évident que les groupes économiquement défavorisés sont susceptibles d'être systématiquement à la fois plus exposés et plus vulnérables à la pollution environnementale. Ce résultat a priori paradoxal, ne l'est pas car selon les résultats des statistiques descriptives, la majeure partie des enquêtés travaillent en moyenne à 2,6 kilomètres de chez eux, soit toujours sous la zone d'influence des deux sources de pollution. Cet  tat de fait couplé d'une part, à leur pouvoir d'achat qui leur permet de fréquenter d'autres endroits pollués tels que les discothèques, et d'autre part, la soumission à d'autres bruits liés au lieu et/ou au type de travail justifient ce résultat.

Par ailleurs, à l'instar d'autres chercheurs (Mitchell et Dorling, 2003 ; Brainard et al., 2002 ; Buzzelli et al., 2003), le fait d'être alphab t s  ou pas (EDUC) n'a pas un effet statistiquement significatif sur le problème auditif lié à la pollution sonore. Cependant, le signe de son coefficient est positif. Ce résultat mis en parallèle avec la théorie du capital humain pourrait traduire le fait qu'un individu instruit aurait plus de revenu et sera plus exposé au bruit sonore.

En somme, les examens audiométriques ont révélé la présence de problème de surdité lié à la pollution sonore au sein de l'échantillon d'étude. Le modèle de Poisson a permis de mettre en exergue les différentes variables explicatives de cet état de fait. Il ressort effectivement que l'intensité de bruit est l'un des facteurs déterminants du problème de surdité que connaissent les riverains de la SONABEL et de l'aéroport.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'analyser les inégalités sociales de santé liées au bruit des avions et des centrales thermiques. Cette étude s'inscrit dans une lignée relativement récente d'analyses empiriques des inégalités de santé liées aux expositions environnementales. Comparée à la plupart des études précédentes qui portaient sur l'injustice de l'environnement dans l'exposition au bruit, notre étude est l'une des rares qui ont examiné les niveaux de bruit de deux sources de pollution (fixe et mobile) mesurés à l'aide d'un sonomètre dans les différentes zones autour de la résidence des participants. Par ailleurs, elle a utilisé une approche pluridimensionnelle, combinant des données socioéconomiques issues d'une enquête et des données audiométriques issues des examens médicaux. En conclusion, notre étude est l'une des premières à mettre en relation les données de dispersion du niveau du bruit à mesure réelle avec les résultats d'examens audiométriques réalisés sur les populations riveraines d'une source de pollution mobile d'une part, et d'autre part d'une source fixe.

Un modèle économétrique dit modèle de Poisson est spécifié où le niveau d'oreilles atteints de surdité est traité comme variable endogène, influencée par des variables contextuelles (niveau de bruit), des caractéristiques individuelles de l'enquêté. Une variable muette est incluse pour cerner la disparité d'impacts entre une source de pollution mobile et une fixe. Cette étude présente deux intérêts majeurs, celui de porter sur une approche multidimensionnelle et de permettre de mieux comprendre les inégalités sociales et environnementales de santé dans un pays en développement.

Il ressort de l'étude une corrélation entre le problème auditif et les niveaux de défaveur environnemental (intensité de pollution) et individuel. Cette interaction est confirmée quel que soit le niveau de défaveur considéré à savoir socioéconomique et contextuel. Cette étude démontre également les inégalités sociales dans l'exposition au bruit des avions et des centrales thermiques de la SONABEL. Par ailleurs, à l'image de la plupart des études précédentes de justice environnementale, les riverains de la source de pollution fixe sont susceptibles d'avoir plus de risque de développer des problèmes d'audition que ceux de la source mobile. En outre, les individus exerçant d'autres professions sont plus touchés que les femmes au foyer. Autrement dit, dans l'hypothèse que ces derniers ont plus de revenus que les ménagères à l'instar des différents résultats sur la pauvreté au Burkina Faso⁴, il y a ici alors un paradoxe d'inégalités de santé en défaveur des individus les plus fortunés.

En somme, l'atteinte auditive s'explique aussi bien par des inégalités sociales (catégories socioprofessionnelles) que des inégalités environnementales au sein de l'échantillon.

Par ailleurs, une analyse comparée des résultats des tests audiométriques et de la connaissance des riverains sur leur état de santé auditive dénote une méconnaissance du phénomène de la perte auditive imputable à la pollution sonore. Cela pourrait

⁴ Au Burkina Faso, les femmes et les jeunes seraient le plus souvent touchés par la pauvreté (Savadogo, in *La pauvreté au Burkina Faso : Une analyse critique des politiques et des stratégies d'intervention locales*)

découler d'une faible fréquentation des populations aux différents centres sanitaires pour des visites périodiques.

Les politiques de réduction des inégalités sociales de santé doivent intégrer les déterminants environnementaux tels que les nuisances sonores. Elles passent par ailleurs, par un soutien accru aux interventions transversales et globales dans lesquelles l'environnement immédiat (logement et lieu de travail), le social et la santé peuvent s'articuler harmonieusement. La population africaine en général et celle du Burkina Faso en particulier, frappée par une paupérisation grandissante aurait à gagner en fédérant leur énergie et leur revenu à travers la mise en place des mutuelles de santé. Ce qui l'incitera à fréquenter les centres sanitaires et partant de connaître son état de santé.

Références bibliographiques

- Ambapour, S. (2001): Dix ans d'ajustement en Afrique: application d'un modèle de comptage, DT 005.
- Anderton D, Anderson J, Oakes J, Fraser M. (1994): "Environmental equity: the demographics of dumping", *Demography*, vol 31, pp.229-248
- Arana M., Garcia A. (1998): "A social survey on the effects of environmental noise on the residents of Pamplona, Spain", *Applied Acoustics*, 53 (4): 245-253
- Avendano M., Kunst A.E., Huisman M., Lenthe F.V., Bopp M., Regidor E et al. (2006): "Socioeconomic status and ischaemic heart disease mortality in 10 western European populations during 1990s", *Heart*, 92 (4): 461-467
- Babisch W. (2008): "Road traffic noise and cardiovascular risk", *Noise Health*, 10 (38): 27-33.
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., & Ising, H. (2005): "Traffic noise and risk of myocardial infarction", *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 16(1), 33-40
- Berkman L. and Glass T. (2000): "Social integration, social networks, social support and health. In Berkman L., Kawachi I. Eds. *Social Epidemiology*. New York: Oxford University Press, pp 137-173
- Bloomfield K., Grittner U., Kramer S., Gmel G., (2006): Social inequalities in alcohol consumption and alcohol-related problems in the countries of EU concerted action "Gender, Culture and Alcohol Problems: a Multi-national Study". *Alcohol and Alcoholism*; 41 (1): 126-136
- Boateng C. A. et Amedofu G. K, (2004): "Industrial noise pollution and its effects on the hearing capabilities of workers: A study from saw mills, printing presses and corn mills", *African Journal of Health Sciences*, vol. 11, n°1-2, pp. 55-60
- Bowen W. (2002): "A analytical review of environmental justice research: what do we know?", *J Environ Manag*, 29 (1): 3-15
- Bowen W. M., Salling M.I., Haynes K.E., Cyran E.J. (1995): "Toward Environmental Justice: Spatial Equity in Ohio and Cleveland", *Annals of Association of American Geographers*, 85 (4): 641-663
- Brainard J.S., Jones A.P., Bateman I.J., Lovett A.A., Fallon P.J. (2002): "Modelling environmental equity: access to air quality in Birmingham, England", *Environment and Planning A*, 34 (4): 695-716
- Brajer V. et Hall J.V. (2005): Change in the Distribution of Air Pollution Exposure in Los Angeles Basin from 1990 to 1999, *Contemporary Economic policy*, 23(1): 50-58
- Briggs D., Abellan J.J., Fecht D. (2008) : "Environmental inequity in England : Small area associations between socio-economic status and environmental pollution", *Soc Sci Med*, 67 (10): 1612-1629
- Chen E., Chim L.S., Strunk R.C., Miller G.E. (2007): "The role of the Social Environment in Children and Adolescents with Asthma", *Am J Resp Crit Med*, 176 (7): 644-649

- Davidson P., Anderton D.L. (2000): "Demographics of dumping II: A national environmental equity survey and the distribution of hazardous materials handlers", *Demography*, 37 (4): 461-466
- Dolk H., Pattenden S., Bonellie S., Colver A., King A., Kurinczuk J.J. et al. (2010): "Socioeconomic inequalities in cerebral palsy prevalence in the United Kingdom: a register-based study", *Paediatr Perinat Epidemiol*, 24 (2): 149-155
- Dowler E. (2001): Inequalities in Diet and Physical Activity in Europe. *Public Health Nutrition*, 4 (2b): 701-709
- Downey L. et Hawkins B. (2008): "Race, income and environmental inequality in the United States", *Sociol Perspect*, 51, (4): 759-781
- Faburel G, Gueymard S (2008) : "Inégalités environnementales en régions Ile-de-France : le rôle structurant des facteurs négatifs de l'environnement et des choix politiques afférents". *Espace populations sociétés* ; vol 1 pp.159–72.
- Farfel A., Tirosh A., Derazne E., Garty B.Z., Afek A. (2010) : "Association between socioeconomic status and the prevalence of asthma", *Ann Allergy Asthma Immunol*, 104 (6):490-495
- Fidell S, Barber DS, Schultz TJ (1991): "Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise", *J Acoust Soc Am*, 89:221-233
- Goldberg M., Melchior M., Leclerc A., Lert F. (2003) : "Epidemiology and social determinants of health inequalities", *Rev Epidemiol Sante Publique*, 51 (4): 381-401
- Gunier R.B., Hertz A., Von Behren J. Reynolds P. (2003): Traffic density in California: socioeconomic and ethnic differences among potentially exposed children. *J Expo Environ Epidemiol*, 13 (3): 240-246
- Graeven, D. B. (1974): "The effects of Airplane Noise on Health: an Examination of Three hypotheses", *Journal of Health and Social Behavior*, vol. 15, n°4, pp. 336-343.
- Grazuleviciene R, Lekaviciute J, Mozgeris G, Merkevicus S, Deikus J (2004): "Traffic noise emissions and myocardial infarction risk", *Pol J Environ Stud*, 13: 737-741
- Green R.S., Smorodinsky S., Kim J.J. McLaughlin R., Ostro B. (2004) : « Proximity of California public schools to busy roads", *Environ Health Perspect*, 112 (1): 61-66
- Greene W.H. (2000) : *Econometric Analysis* (4th ed.), Upper Saddle River, NJ: Printice Hall.
- Grimaud O., Béjot J., Heritage Z., Vallée J., Durier J., Cadot E. et al. (2011): "Incidence of stroke and socioeconomic neighborhood characteristics: an ecological analysis of Dijon stroke registry", *Stroke*, 42 (5): 1201-1206
- Gulliford M.C., Dodhia H., Chamley M. McCormick K., Mohamed M., Naithani S., et al., (2010) : "Socio-economic and ethnic inequalities in diabetes retinal screening", *Diabet Med*, 27 (3): 282-288

- Hausman J.A., Hall B.A et Griliches Z. (1984): "Econometric Models for Count Data with an Application to Patents-R&D Relationship" *Econometrica*, 52, p. 909-938
- Haustein K.O. (2006): Smoking and poverty. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 13 (3), pp. 312-318
- Haustein K.O. (2005): Smoking and low socio-economic status. *Gesundheitswesen*, 67 (8-9): 630-637
- Havard S, Reich BJ, Bean K, et al. (2011): "Social inequalities in residential exposure to road traffic noise: an environmental justice analysis based on the RECORD Cohort Study", *Occup Environ Med* ; vol 68, pp. 366–374.
- Herbert C. et Launoy G. (2000): Les cancers. In : Leclers A., Fassin D., Grandjean H., Kaminski M., Lang T., eds. "Les inégalités sociales de santé"; Paris : INSERM, La Découverte ; pp.239-250
- Houston D., Wu J., Ong P. Winer A. (2004): Structural Disparities of Urban Traffic in Southern California: Implications for Vehicle-Related Air pollution Exposure in Minority and High-Poverty Neighborhoods. *J Urban Aff*; 26 (5): 565-592
- Irala-Estévez J.D., Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prättälä R, Martinez-Gonzalez M.A. (2000): A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur J Clin Nutr*, 54 (9): 706-714
- Khalat M., Ravaut J.M., Brouard N., Chau, N. (2008): Occupational disparities in accidents and roles of lifestyle factors and disabilities: a population based study in north-eastern France; *Public Health*, 122 (8), pp. 771-783
- Kihal W. (2011): *Inégalités de santé, environnement de voisinage et impact sanitaire de la pollution atmosphérique: apports d'une analyse multidisciplinaire à fine échelle. Application à l'agglomération Strasbourgeoise*. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, France.
- Klennert M.D., Mrazek P.J. et Mrazek D.A. (1994): "Early asthma onset: the interaction between family stressors and adaptive parenting", *Psychiatry*, 57 (1): 51-61
- Korc M. E. (1996): "A socioeconomic assessment of human exposure to ozone in the South Coast Air Basin of California", *J Air Waste Manag Ass*, 46 (6): 547-557
- Kryter K.D.(1985): *The effects of noise on Man*, 2nd ed. Academic Press, New York
- Kwang K.H., Martin P., Russell D., Franke W., Kohut M. (2011): "The impact of perceived stress, social support, and home-based physical activity on mental health among older adults", *Int J Aging Hum Dev*, 72 (2): 137-154
- Leon Bluhm G, Berglind N, Nordling E, et al. (2007): "Road traffic noise and hypertension", *Occup Environ Med*; (64) :122-126.
- Lopez-Azpiazu I, Sanchez-Villegas A, Johansson L, Petkeviciene J, Prättälä R, Martinez-Gonzalez M.A. (2003): Disparities in food habits in Europe: systematic review of educational and occupational differences in the intake of fat. *J Hum Nutr Diet*, 16 (5): 349-364

- Liu F (1996): "Urban ozone plumes and population distribution by income and race: a case study of New York and Philadelphia", *J Air Waste Manag Ass*, 46 (3): 207-215
- Mackenbach J.P., Stirbu I., Roskam A-JR, Schaap M.M., Menvielle G., Leinsalu M., et al. (2008): Socioeconomic inequalities in health in 22 European countries; *N Engl J Med*; 358 (23): 2468-2481
- Marmot, M.G. (1986): "Social inequalities in mortality: the social environment. London and New York", *Travistock Publications*, pp: 21-33
- McNeill L.H., Kreuter M.W., Subramanian S.V. (2006): Social environment and physical activity ; a review of concepts and evidence. *Soc Sci Med* 2006, 63(4) 1011-1022
- Menvielle G. et Kunst A. (2008) : "Social inequalities in cancer incidence and cancer survival : lessons from Danish studies", *Eur J Cancer*, 44 (14):1933-1937
- Mitchell G, (2011) : "Environmental justice: An overview", *Encyclopedia of Environmental Health*, 449-458
- Mitchell G., et Dorling D. (2003): "An environmental justice analysis in British air quality", *Environment and Planning A*, 35 (5): 909-929
- Moulin J.J., Labbe E., Sass C., and Gerbaud L. (2009): "Job insecurity, unemployment and health: results from the health examination centers of the French General Health Insurance" *Rev Epidemiol Sante Publique*, 57 (3): 141-149
- Moquet MJ. (2008) : Inégalités sociales de santé : des déterminants multiples. La santé de l'homme, (397) :17-19
- Murphy E., King E.A. et Rice H.J. (2009) : "Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland", *Environment International*, 35 (2): 298-302
- Neumann C.M., Forman D.L. et Rothlein J.E. (1998) : "Hazard screening of chemical releases and environmental equity analysis of populations proximate to toxic release inventory facilities in Oregon"; *Environ Health Perspect*, 106 (4): 217-226
- Niemann H., Bonnefoy X., Braubach M., Hecht K., Maschke C., Rodrigues C., et al. (2006): "Noise-induced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES study", *Noise & Health*, 8 (31): 63-79
- Norton J.M., Wing S., Lipscomb H.J., Kaufman J.S., Marshall S.W., Cravey A.J. (2007): "Race, Wealth, and Solid Waste facilities in North Carolina", *Environ Health Perspect*, 115 (9): 1344-1350
- O'Neill M.S., McMichael A.J., Schwartz J, Wartenberg D. (2007): Poverty, environment, and health: the role of environmental epidemiology and environmental epidemiologists. *Epidemiology*, 18 (6): 664-668
- O'Neill M.S., Jerrett M, Kawachi I, Levy J.I., Cohen A.J., Gouveia N., et al. (2003): Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environ Health Perspect*, 111 (16): 1861-1870
- Passchier-Vermeer W et Passchier WF (2000): "Noise exposure and public health", *Environ Health Perspect* ; 108(Suppl 1):123-131

- Pastor Jr. M., Morello-Frosch R., et Sadd J.L. (2005) : "The Air is Always Cleaner on the Other Side: Race, Space, and Ambient Air Toxics Exposures in California". *J Urban Aff*, 27 (2): 127-148
- Perlin S.A., Wong D. et Sexton K. (2001): "Residential proximity to sources of air pollution: interrelationships among race, poverty and age". *J. Air Waste Manag Assoc*, 51 (3): 406-421
- Perlin S.A., Sexton K. et Wong D.W. (1999): "An examination of race and poverty for populations living near industrial sources of air pollution". *J Exp Anal Environ Epidemiol*, 9 (1): 29-48.
- Rican S., Rey G., Lucas-Gabrielli V., Bard D., et al (2011) : "Désavantages locaux et santé : construction d'indices des inégalités sociales et territoriales de santé en France et leurs évolutions". *Environnement Risques & Santé*, 10 (3) : 211-215
- Rios R, Poje G.V. Detels R. (1993): Susceptibility to environmental pollutants among minorities. *Toxicol Ind Health*, (9 (5): 797-820
- Rothon C., Goodwin L., and Stansfeld S. (2011): "Family Social support, community "social capital" and adolescents' mental health and educational outcomes: a longitudinal study in England", *Soc Psychiatr Epidemiol*, Doi: 10.1007/S00127-011-0391-7
- Schultz T.J. (1978): "Synthesis of social surveys on noise annoyance", *J Acoust Am*, 64 (2): 377-405
- Seeman T.E. (2000): "Health promoting effects of friends and family on health outcomes in older adults". *Am J Health Promot*, 14 (6): 362-370
- Seto, E. Y. W.; Holt, A.; Rivard, T.; Bhatia, R., (2007), "Spatial distribution of traffic induced noise exposures in a US city: An analytic tool for assessing the health impacts of urban planning decisions", *Int. J. Health Geogr.*, 6 (24), 1-16
- Sexton K. (1997): Sociodemographic aspects of human susceptibility to toxic chemicals: Do class and race matter for realistic risk assessment? *Environmental Toxicology and Pharmacology* 4 (3-4): 261-269
- Spadea T., D'Errico A., Demaria M., Faggiano F., Pasian S., Zanetti R. et al., (2009): "Educational inequalities in cancer incidence in Turin, Italy", *Eur J Cancer Prev*, 18(3): 169-178
- Sternthal M.J., Coull B.A., Mathilda Chiu Y.H., Cohen S. et Wright R.J. (2011): "Association Among maternal childhood socioeconomic status, cord blood IgE levels, and wheeze in urban children", *J Allergy Clin Immunol*, 128 (2): 337-345
- Strand B.H., Kunst A., Huisman M., Menvielle G., Glickman M., Bopp M. et al. (2007): "The reversed social gradient : higher breast cancer mortality in the higher educated compared to lower educated. A comparison of 11 European populations during the 1990s". *Eur J Cancer*, 43 (7): 1200-1207
- Thiombiano N. (2008): *Analyse économique de la pollution sonore des avions et des centrales thermiques: cas de la ville de Ouagadougou*. Thèse de doctorat unique, université de Ouagadougou

Thiombiano T., Thiombiano N, Maradan D., Zein K., Lankoandé D., Ouédraogo B. et Sanon K. (2010): *Evaluation économique de l'environnement et des ressources naturelles au Burkina Faso*. Rapport d'étude.

Van der Heyden J.H.A., Schaap M.M., Kunst A.E., Esnaola S., Borrell C., Cox B., et al. (2009): "Socioeconomic inequalities in lung cancer mortality in 16 European populations", *Lung Cancer* 63 (3): 322-330

van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BA, de Hollander AE (2002): "The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: A meta-analysis", *Environ Health Perspect*, (110):307–317

Waller L.A., Louis T.A. et Carlin B.P. (1999): "Environmental justice and statistical summaries of differences in exposure distributions". *J Expo Anal Epidemiol*, 9 (1): 56-65

Woodruff T.J., Parker J.D., Kyle A.D. et Schoendorf K.C. (2003) : "Disparities in exposure to air pollution during pregnancy", *Environ Health Perspect*, 111(7): 942-948