

Inégalités sociales d'exposition aux facteurs de risques environnementaux : l'exemple de l'implantation des sites industriels à risque ou polluants dans la région Nord - Pas-de-Calais



Christophe DECLERCQ Hélène PROUVOST Gilles POIRIER

Inégalités sociales d'exposition aux facteurs de risque environnementaux : l'exemple de l'implantation des sites industriels à risque ou polluants dans la région Nord - Pas-de-Calais

Christophe DECLERCQ¹
Hélène PROUVOST¹
Gilles POIRIER²

avec le concours de
Sabine BROSH³

¹ Chargé(e) d'études, ORS Nord - Pas-de-Calais, Loos

² Statisticien-chargé d'études, ORS Nord - Pas-de-Calais, Loos

³ Rédactrice, ORS Nord - Pas-de-Calais, Loos

Ce travail a été réalisé avec le soutien du Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais. Nous remercions la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) Nord - Pas-de-Calais pour les données qu'elle nous a fournies.

Sommaire

1 Introduction	5
2 Méthodes	7
2.1 Territoire d'étude et échelle géographique	7
2.2 Sites industriels	7
2.3 Indice de défaveur sociale	7
2.4 Analyse statistique	9
3 Résultats	11
3.1 Indice de Townsend des communes	11
3.2 Établissements classés SEVESO	11
3.3 Rejets atmosphériques industriels	11
3.4 Émissions atmosphériques industrielles de SO ₂ , de particules en suspension, de NO _x et de COV non méthaniques	11
4 Discussion et conclusion	21
Références	23
Liste des tableaux	25
Table des figures	27

1 Introduction

Des travaux antérieurs de l'ORS Nord-Pas-de-Calais ont montré les fortes variations de l'état de santé de la population à l'intérieur de la région Nord-Pas-de-Calais [1, 2] et ont suggéré qu'une part de ces variations spatiales était liée à la situation sociale contrastée de la population des territoires de la région [1].

Plusieurs explications de l'impact de la situation sociale sur la santé ont été proposées [3], en particulier l'effet cumulé au cours de la vie de conditions matérielles défavorables. Parmi ces conditions, la qualité du cadre de vie et l'exposition aux facteurs de risque environnementaux pourraient jouer un rôle significatif [4].

Ces préoccupations s'inscrivent dans le contexte de la prise en compte des inégalités environnementales dans les politiques publiques. Ce souci est d'abord apparu aux États-Unis, au début des années 1980, dans le mouvement pour la justice environnementale, autour du constat, par des habitants et des militants pour les droits civiques, de l'implantation plus fréquente de sites industriels à risque à proximité des résidences de groupes minoritaires [5-7].

En Europe, cette thématique a d'abord été développée en Grande-Bretagne [8-11], en particulier autour des inégalités sociales d'exposition à la pollution atmosphérique. En France, la thématique des inégalités environnementales n'a émergé que récemment sur l'agenda scientifique [12-15]. Dans le contexte français, différent sur le plan politique et social de celui des pays anglo-saxons, les travaux empiriques visant à décrire ces inégalités sont malheureusement rares.

L'analyse des variations de l'exposition de la population aux installations à risque (émissions de polluants ou risque technologique) selon le statut so-

cial, ou selon les catégories de population, peut s'appuyer sur plusieurs types de méthodologie et se base généralement sur l'utilisation de systèmes d'information géographique [16-18] et de données socio-démographiques agrégées à l'échelle d'unités spatiales de taille variable.

La mesure de l'exposition utilisée peut être un indicateur plus ou moins direct :

- la coïncidence spatiale : caractéristiques socio-démographiques des unités spatiales hébergeant des installations à risque [9, 11, 19-22] ;
- des cercles (*buffers*) de diamètre variable autour des sites considérés, dont les caractéristiques socio-démographiques sont estimées à partir des unités spatiales pour lesquelles l'information est disponibles [7, 10, 23] ;
- la distance entre les sites concernés et le centroïde des unités spatiales considérées [23-26] ;
- la modélisation des niveaux d'exposition aux polluants à l'aide de techniques géostatistiques ou de modèles de dispersion plus ou moins sophistiqués [8-10, 27-30].

Dans le présent travail, nous avons utilisé les données de l'inventaire des sites industriels à risque technologique et des sites industriels émetteurs de polluants atmosphériques réalisé par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'environnement (DRIRE) Nord-Pas-de-Calais [31].

Dans une première approche à caractère exploratoire, nous avons analysé les relations entre l'implantation communale de ces sites et les caractéristiques sociales de la population des communes. Ce travail a été réalisé à la demande du Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, dans le cadre d'un projet visant à contribuer à mieux connaître l'exposition de la population de la région aux facteurs de risque environnementaux (projet SISENV).

2 Méthodes

2.1 Territoire d'étude et échelle géographique

L'étude porte sur les 1 546 communes de la région Nord - Pas-de-Calais. Les figures 2.1 et 2.2 présentent respectivement la localisation des villes de plus de 25 000 habitants et la densité de population (nombre d'habitants/km²) des communes de la région. Nous avons utilisé les contours des communes fournis par l'Institut Géographique National (IGN) et les données socio-démographiques fournies par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE).

2.2 Sites industriels

Nous avons utilisé les données inventoriées par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) Nord - Pas-de-Calais pour la réalisation de *L'industrie au regard de l'environnement en 2005*¹ [31]. Pour ce travail, nous avons retenu deux types de sites :

- les 83 établissements de la région Nord-Pas-de-Calais classés SEVESO au 31 décembre 2005, selon la transcription en droit français de la directive européenne² concernant la maîtrise des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses : le classement³ distingue, selon l'importance des risques, des établissements à *seuil haut* et des établissements à *seuil bas*. Nous avons analysé le nombre de sites par commune pour chacune des deux classes ;
- les 450 établissements industriels dont l'exploitation est soumise à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement et dont les rejets atmosphériques sont inventoriés dans l'IRE 2005⁴ : nous avons analysé le nombre de sites par commune, ainsi que les émissions cumulées par commune de dioxyde de soufre (SO₂), de particules en suspension, d'oxydes d'azote (NO_x) et de composés organiques volatils (COV) non méthaniques en 2005.

¹Dénoté IRE 2005 dans la suite du document.

²Directive 2003/105/CE modifiant la directive 96/82/CE, qui modifiait elle-même la directive 82/501/CEE.

³Arrêté et circulaire du 10 mai 2000 relatifs à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

⁴Fichier Microsoft Excel transmis par la DRIRE Nord - Pas-de-Calais.

2.3 Indice de défaveur sociale

Nous avons choisi de résumer les caractéristiques socio-économiques des communes en utilisant un indice composite de défaveur sociale [32]. Nous utilisons dans ce travail l'expression *défaveur sociale*, pour traduire le mot anglais *deprivation*, compris comme un « état observable et démontrable de désavantage relatif face à la communauté locale ou à l'ensemble de la société à laquelle appartient l'individu, la famille ou le groupe » [33]. Dans ce travail, nous avons calculé, pour chaque commune, l'indice de Townsend [33] construit à partir de quatre variables du recensement de 1999 : la proportion de chômeurs dans la population active, la proportion de résidences principales occupées par plus d'une personne par pièce, la proportion de résidences principales dont le ménage occupant n'est pas propriétaire et la proportion de ménages sans voiture.

Soit V_1 , le pourcentage de chômeurs dans la population active, V_2 , le pourcentage de résidences principales occupées par plus d'une personne par pièce, V_3 , le pourcentage de résidences principales dont le ménage occupant n'est pas propriétaire et V_4 , le pourcentage de ménages sans voiture ; l'indice de Townsend est I tel que :

$$I = \frac{\left\{ \log(V_1 + 1) - \text{moyenne}[\log(V_1 + 1)] \right\}}{\text{écart-type}[\log(V_1 + 1)]} + \frac{\left\{ \log(V_2 + 1) - \text{moyenne}[\log(V_2 + 1)] \right\}}{\text{écart-type}[\log(V_2 + 1)]} + \frac{\left\{ V_3 - \text{moyenne}(V_3) \right\}}{\text{écart-type}(V_3)} + \frac{\left\{ V_4 - \text{moyenne}(V_4) \right\}}{\text{écart-type}(V_4)}$$

Les valeurs élevées de l'indice indiquent une situation socioéconomique relativement défavorisée dans la commune et les valeurs basses, une situation relativement favorisée.

Figure 2.1 : Principales communes de la région Nord - Pas-de-Calais

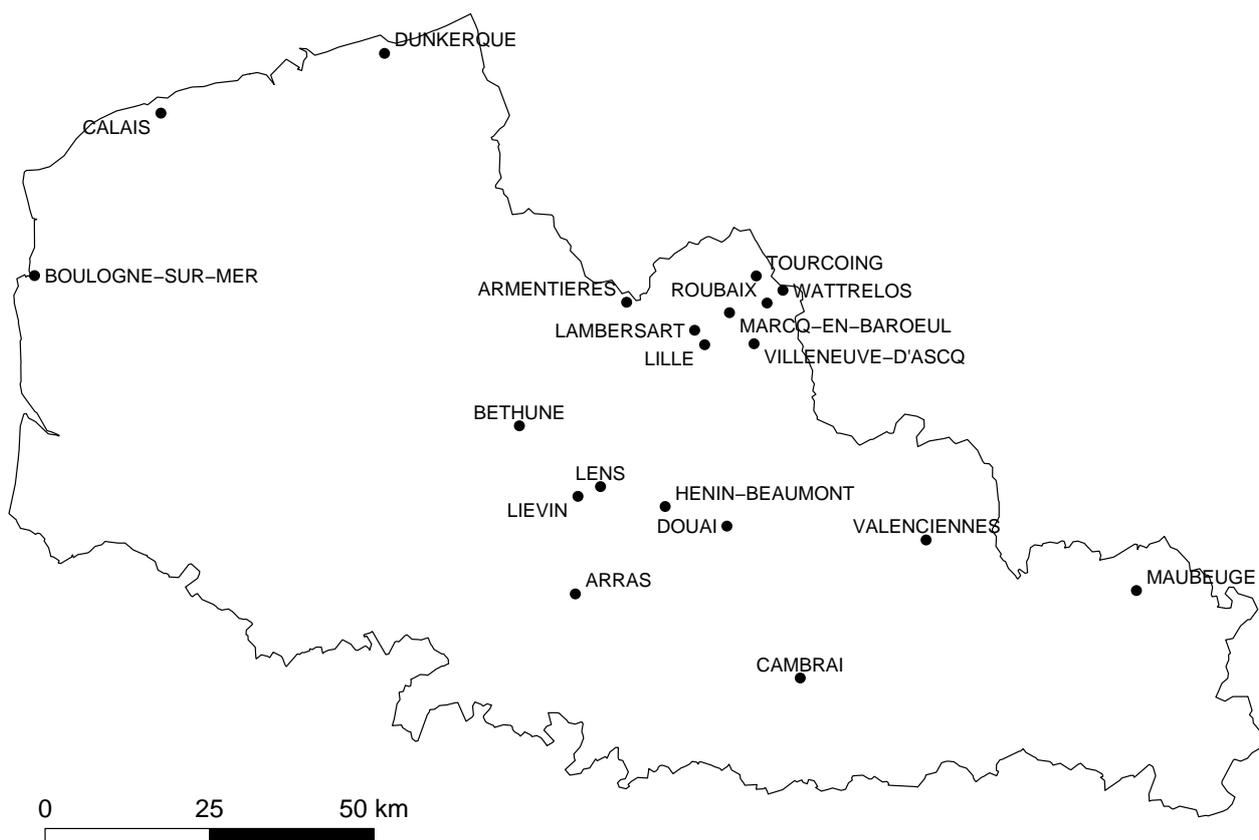
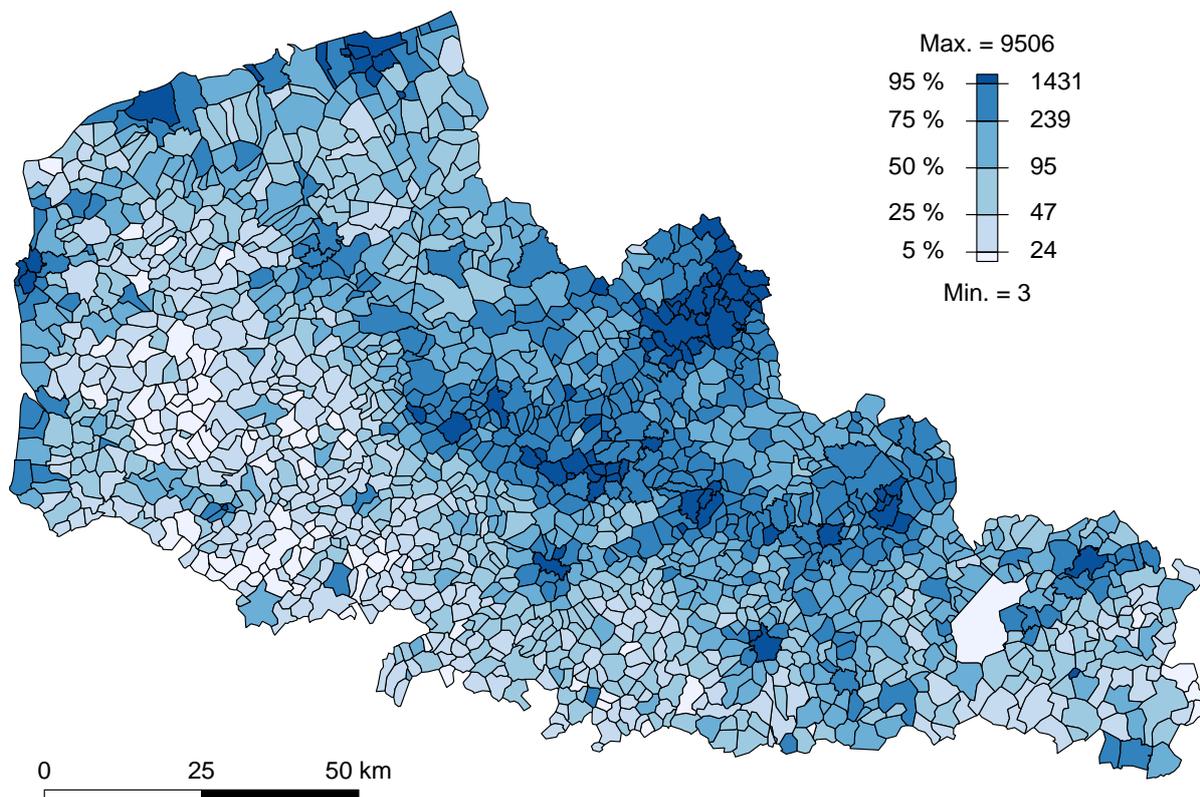


Figure 2.2 : Densité de population par commune en 1999 (nombre d'habitants/km²)



2.4 Analyse statistique

Nous avons analysé les variations de l'indice de Townsend des communes selon la présence ou non de sites SEVESO ou de sites de l'inventaire IRE 2005, et selon la quantité d'émissions cumulées par commune et

rapportées à la surface en km² de la commune, en utilisant le test de Dunnett [34] de comparaisons multiples à une catégorie de référence (aucun site ou pas d'émissions industrielles recensées dans l'IRE 2005). L'ensemble du traitement, de l'analyse et de la représentation graphique a été réalisé dans l'environnement R [35].

3 Résultats

3.1 Indice de Townsend des communes

L'indice de Townsend des communes de la région varie de $-10,5$ à $+11,2$ (tableau 3.1) : il est en moyenne (\pm écart-type) de $0,0$ ($\pm 3,1$).

Les contrastes géographiques observés (figure 3.1) sont importants : les valeurs les plus élevées de l'indice, qui témoignent d'une situation sociale relativement défavorisée, sont observées principalement dans le centre des grands pôles urbains de la région (Lille, Dunkerque, Calais, Boulogne, Arras, Cambrai) et dans le bassin minier.

3.2 Établissements classés SEVESO

Au 31 décembre 2005, 83 établissements industriels de la région Nord-Pas-de-Calais étaient classés SEVESO : 49 à seuil haut et 34 à seuil bas (tableau 3.2).

La nature des risques en cause est le plus souvent l'incendie (58 établissements) et/ou le risque toxique (54 établissements), et moins fréquemment le risque d'explosion (37 établissements).

Les 83 sites SEVESO de la région sont implantés dans seulement 63 communes (tableau 3.3) : dans 37 communes pour les sites à seuil haut et dans 30 communes pour les sites à seuil bas.

Quatre communes hébergent plus de deux sites sur leur territoire : Dunkerque (2 sites à seuil bas et 5 sites à seuil haut), Loon-Plage (5 sites à seuil haut), Calais (3 sites à seuil haut) et Templemars (3 sites à seuil bas).

D'une manière générale, les sites sont principalement concentrés dans l'agglomération de Dunkerque, l'agglomération de Lille et le bassin minier (figure 3.2).

L'indice de défaveur sociale de Townsend est significativement plus élevé dans les communes hébergeant un établissement classé SEVESO (moyenne \pm écart-type : $2,6 \pm 3,8$) ou deux établissements et plus ($4,2 \pm 3,3$) que dans les communes n'en hébergeant aucun ($-0,1 \pm 3,1$).

Cela est également vérifié quand on examine séparément l'implantation des établissements à seuil haut et celle des établissements à seuil bas (tableau 3.6 et figure 3.3).

3.3 Rejets atmosphériques industriels

Les 450 sites répertoriés dans l'inventaire IRE 2005 sont implantés dans 231 communes ; soit environ une commune sur six de la région. Ces 231 communes hébergent de 1 à 12 sites (tableau 3.4).

Les établissements sont principalement concentrés dans les agglomérations de Dunkerque, Lille et Calais, et dans le bassin minier (figure 3.4).

L'indice de Townsend est significativement plus élevé dans les communes hébergeant des sites industriels de l'inventaire IRE 2005 que dans les communes n'en hébergeant pas, et l'indice augmente avec le nombre de sites hébergés (tableau 3.6 et figure 3.5).

3.4 Émissions atmosphériques industrielles de SO₂, de particules en suspension, de NO_x et de COV non méthaniques

En 2005, les émissions atmosphériques des sites industriels de l'inventaire IRE représentaient au total environ 45 000 tonnes de SO₂, 7 500 tonnes de particules en suspension, 32 500 tonnes de NO_x et 14 000 tonnes de composés organiques volatils (COV) non méthaniques.

Les sites responsables de ces émissions étaient hébergés respectivement dans 137 communes pour les émetteurs de SO₂, 112 pour les émetteurs de particules en suspension, 162 pour les émetteurs de NO_x et 112 pour les émetteurs de COV non méthaniques.

Le niveau de ces émissions varie de moins d'une tonne à plusieurs milliers de tonnes selon les établissements. C'est également le cas quand on cumule les rejets par commune (tableau 3.5).

Ainsi, les rejets atmosphériques cumulés par commune ne dépassent 500 tonnes que dans respectivement 11 communes pour le SO₂, 3 communes pour les particules en suspension, 11 communes pour les NO_x et 8 communes pour les COV non méthaniques.

Les émissions de SO₂ (figure 3.6) et de particules en suspension (figure 3.7) sont très concentrées dans l'agglomération de Dunkerque et dans les communes de Bouchain et Hornaing. Les émissions de NO_x (figure 3.8) et de COV non méthaniques sont plus dispersées dans l'espace régional mais sont principalement concentrées dans l'agglomération de Dunkerque et dans le bassin minier.

Tableau 3.1 : Caractéristiques des communes

	Moy. (écart-type)	Min.	P25	Médiane	P75	Max.
Population (nombre d'habitants)	2 585 (8 365)	16	279	632	1 934	212 566
Surface (km ²)	8,1 (6,0)	0,2	4,4	6,5	10,1	97,9
Densité (nombre d'habitants/km ²)	327 (735)	3	47	95	239	9 506
% de chômeurs parmi les actifs	13,0 (5,5)	0,0	9,0	12,3	15,9	36,5
% de résidences occupées par plus d'une personne par pièce	5,9 (2,9)	0,0	3,9	5,7	7,7	22,0
% de résidences dont le ménage occupant n'est pas propriétaire	24,7 (12,9)	1,7	15,7	21,4	29,8	80,0
% de ménages sans voiture	15,6 (6,9)	0,0	10,6	14,3	19,4	43,1
Indice de Townsend	0,0 (3,1)	-10,5	-2,0	-0,4	1,6	11,2

Moy. : moyenne, **Min.** : minimum, **Max.** : maximum

P25 : 25^{ème} percentile, **P75** : 75^{ème} percentile

Figure 3.1 : Indice de défaveur sociale de Townsend par commune en 1999

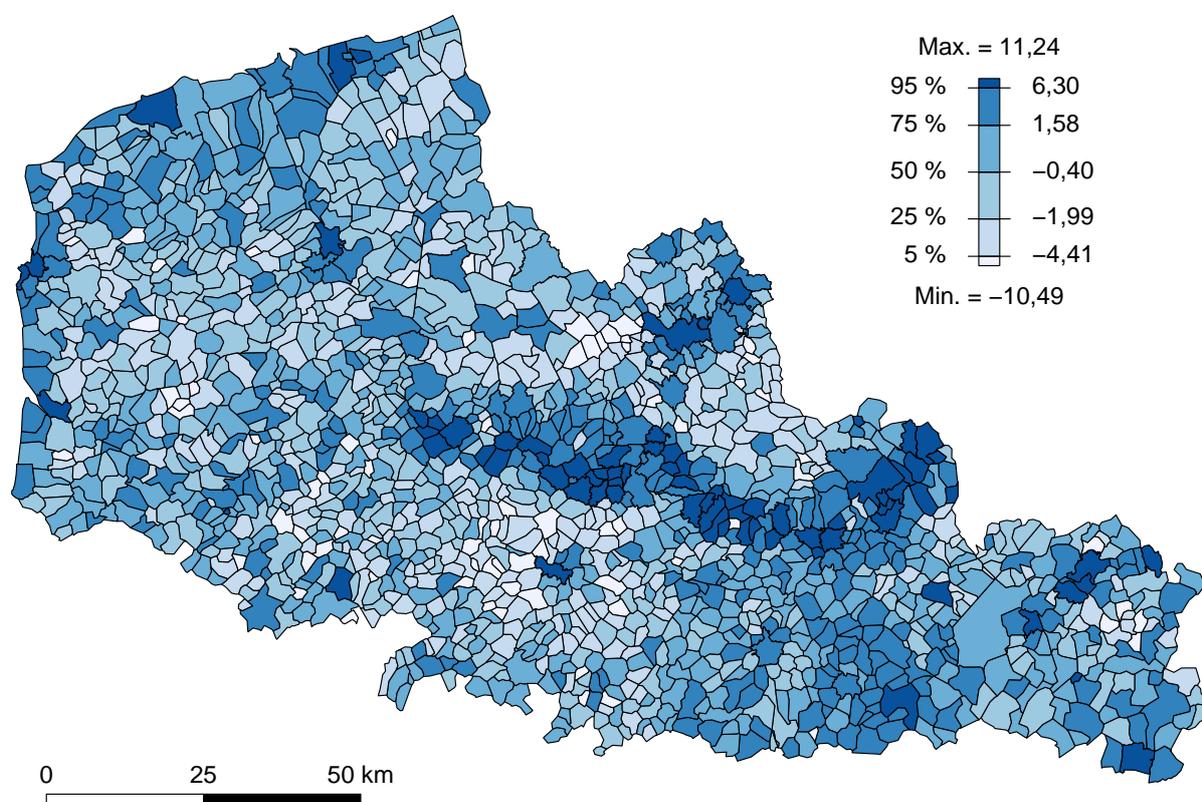


Tableau 3.2 : Établissements classés SEVESO dans la région Nord-Pas-de-Calais au 31 décembre 2005 selon le seuil et la nature du risque

Nature du risque	Seuil		
	Bas	Haut	Ensemble
Explosion	1	3	4
Explosion/Incendie	5	4	9
Explosion/Incendie/Toxique	4	15	19
Explosion/Toxique	3	2	5
Incendie	9	7	16
Incendie/Toxique	5	9	14
Toxique	7	9	16
Total Explosion	13	24	37
Total Incendie	23	35	58
Total Toxique	19	35	54
Ensemble	34	49	83

Tableau 3.3 : Nombre d'établissements classés SEVESO dans la région Nord-Pas-de-Calais au 31 décembre 2005 par commune selon le seuil

Seuil	Aucun	1	2	3	4	5	6	7
Haut	1 509	32	2	1	-	2	-	-
Bas	1 516	27	2	1	-	-	-	-
Ensemble	1 483	53	6	2	-	1	-	1

Figure 3.2 : Nombre d'établissements classés SEVESO par commune au 31 décembre 2005 dans la région Nord-Pas-de-Calais

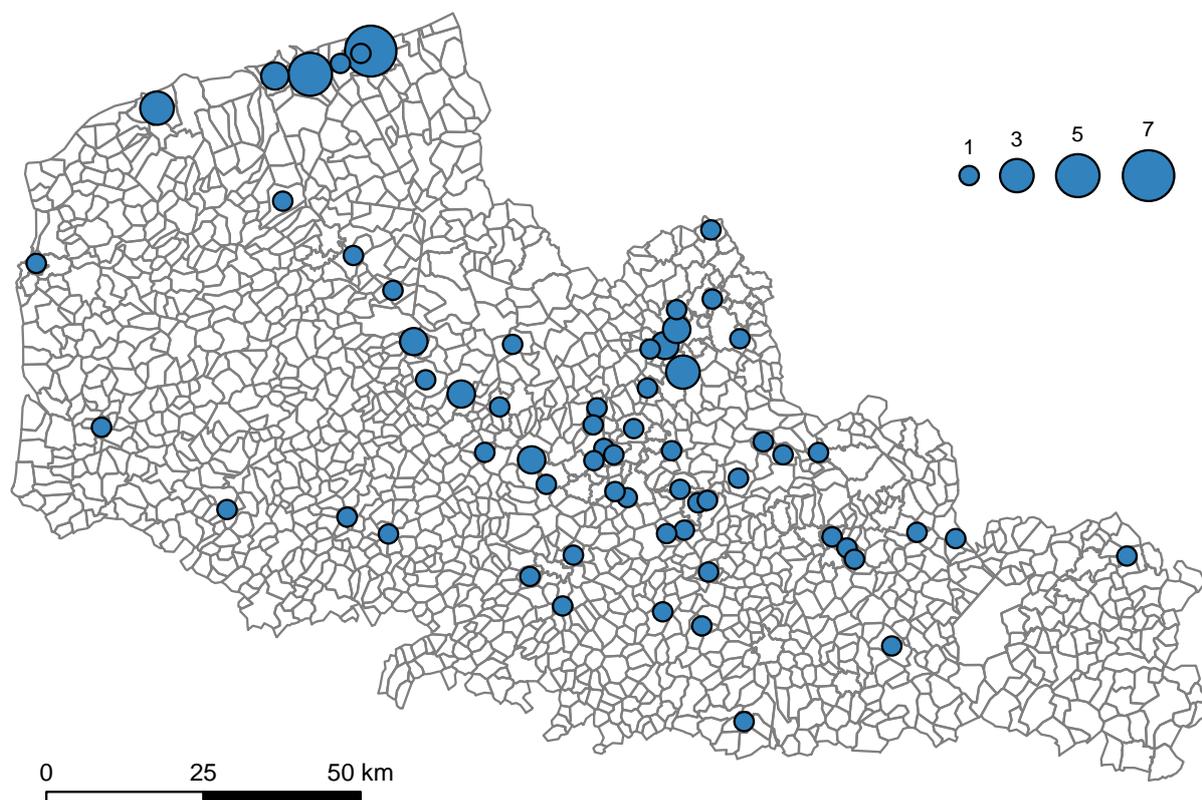


Figure 3.3 : Indice de Townsend selon le nombre de sites SEVESO

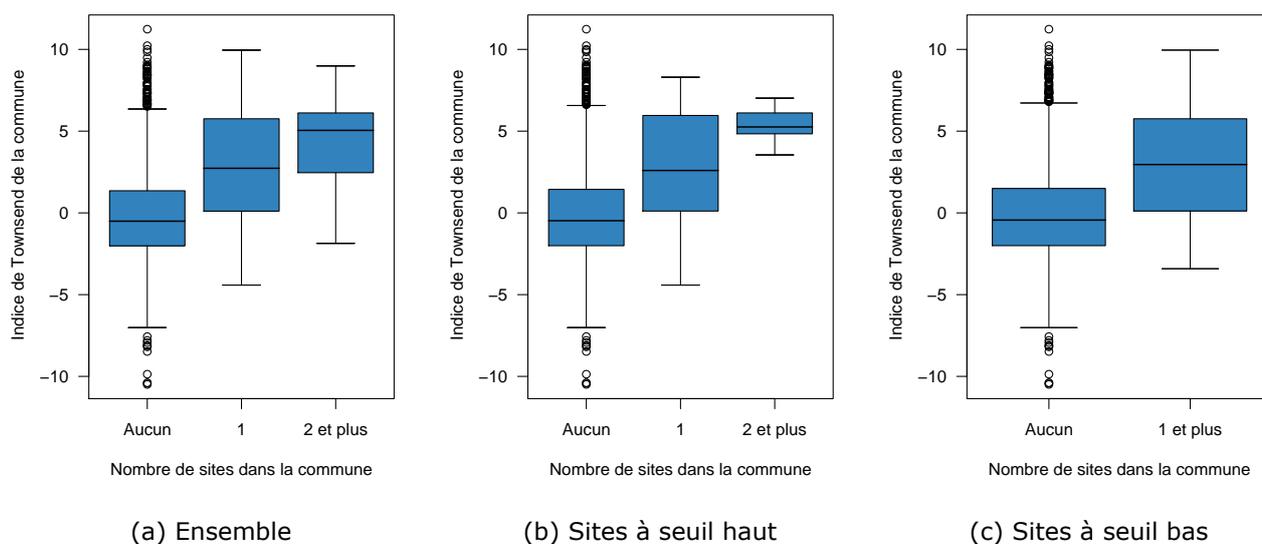


Tableau 3.4 : Distribution du nombre d'établissements de l'inventaire IRE 2005 dans les communes de la région Nord - Pas-de-Calais

Nombre de sites	Aucun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de communes	1315	133	53	19	10	7	3	-	2	2	-	-	2

Figure 3.4 : Nombre de sites industriels de l'inventaire IRE 2005 par commune de la région Nord-Pas-de-Calais

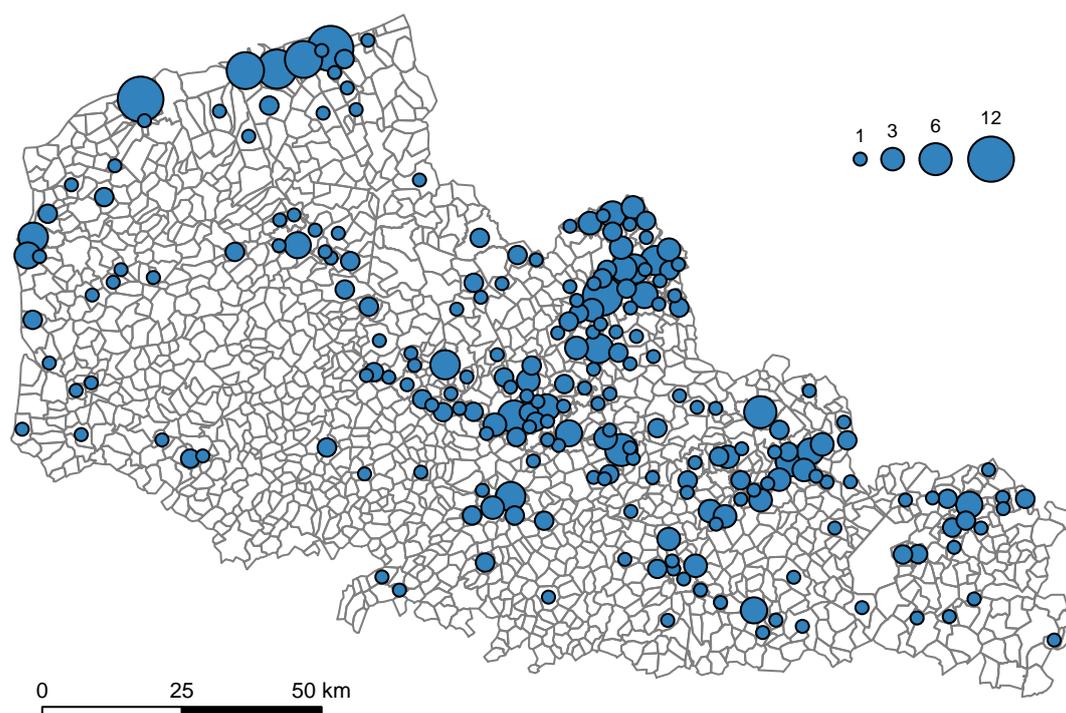


Figure 3.5 : Indice de Townsend selon le nombre de sites de l'inventaire IRE 2005 par commune

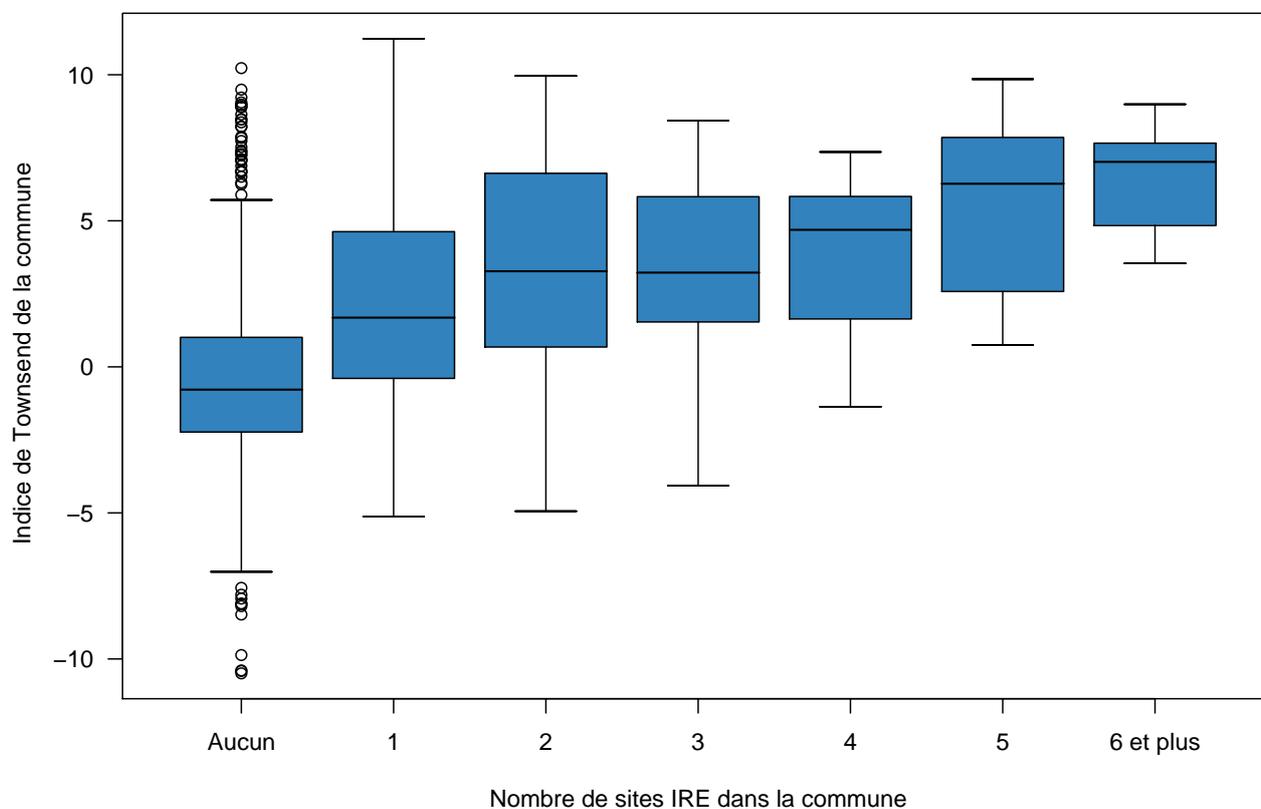


Tableau 3.5 : Émissions atmosphériques industrielles (tonnes par an) de SO₂, de particules en suspension, de NO_x et de COV non méthaniques en 2005 cumulées par commune dans les communes hébergeant un site émetteur

Polluant	N	Min.	P25	Médiane	P75	Max.
SO ₂	137	0,0	0,4	3,0	62,2	10 620,0
Particules en suspension	112	0,0	0,5	2,5	21,4	3 110,0
NO _x	162	0,0	3,9	10,9	77,7	8 000,0
COV non méthaniques	112	0,0	3,0	19,0	83,5	2 782,0

Figure 3.6 : Émissions atmosphériques industrielles de SO₂ (tonnes) cumulées par commune en 2005

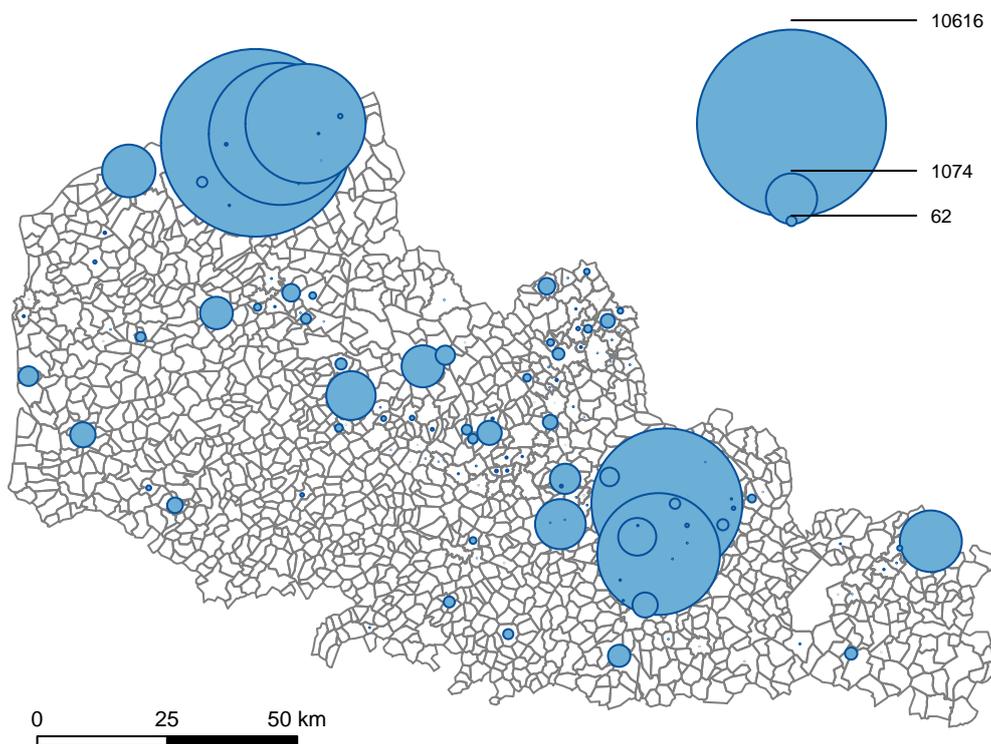


Figure 3.7 : Émissions atmosphériques industrielles de particules en suspension (tonnes) cumulées par commune en 2005

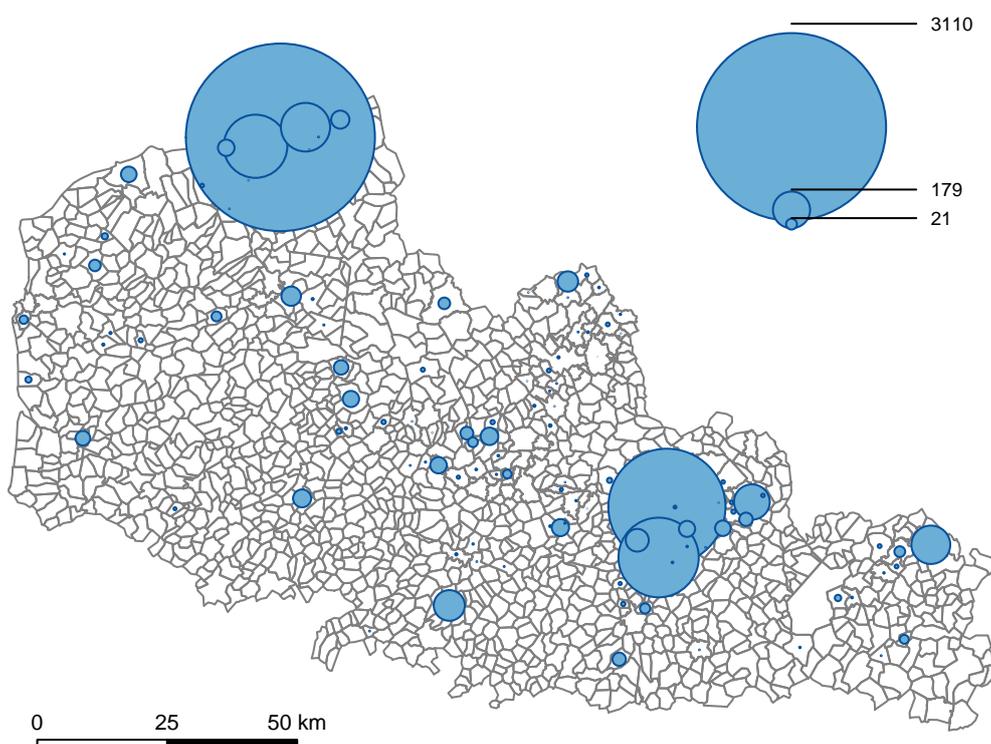


Figure 3.8 : Émissions atmosphériques industrielles de NO_x (tonnes) cumulées par commune en 2005

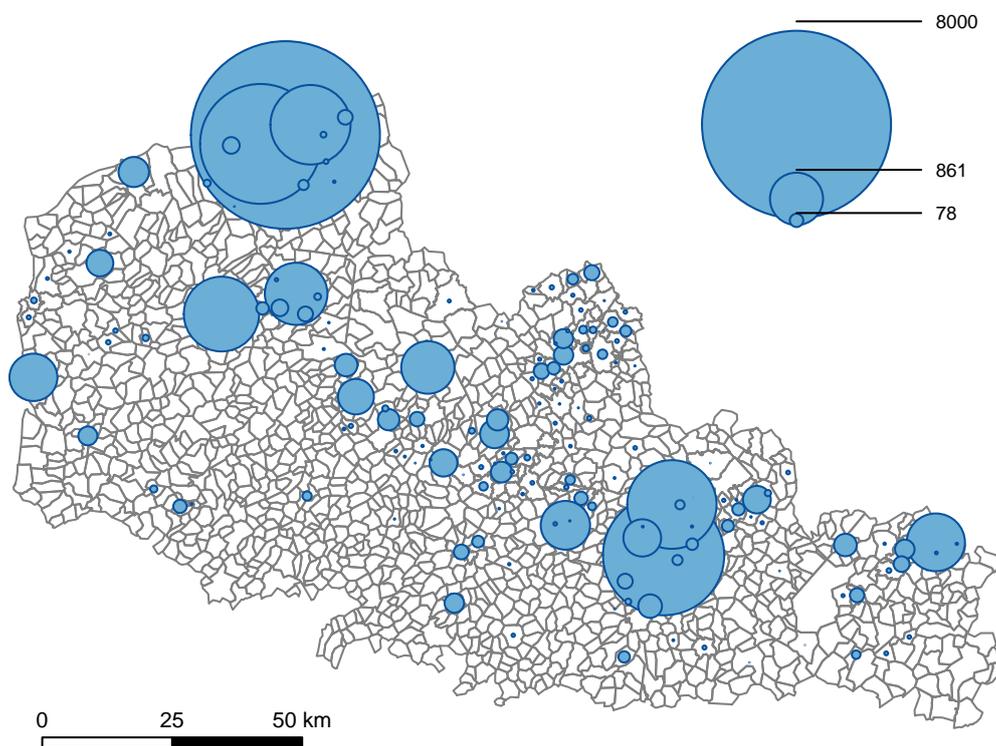


Figure 3.9 : Émissions atmosphériques industrielles de COV non méthaniques (tonnes) cumulées par commune en 2005

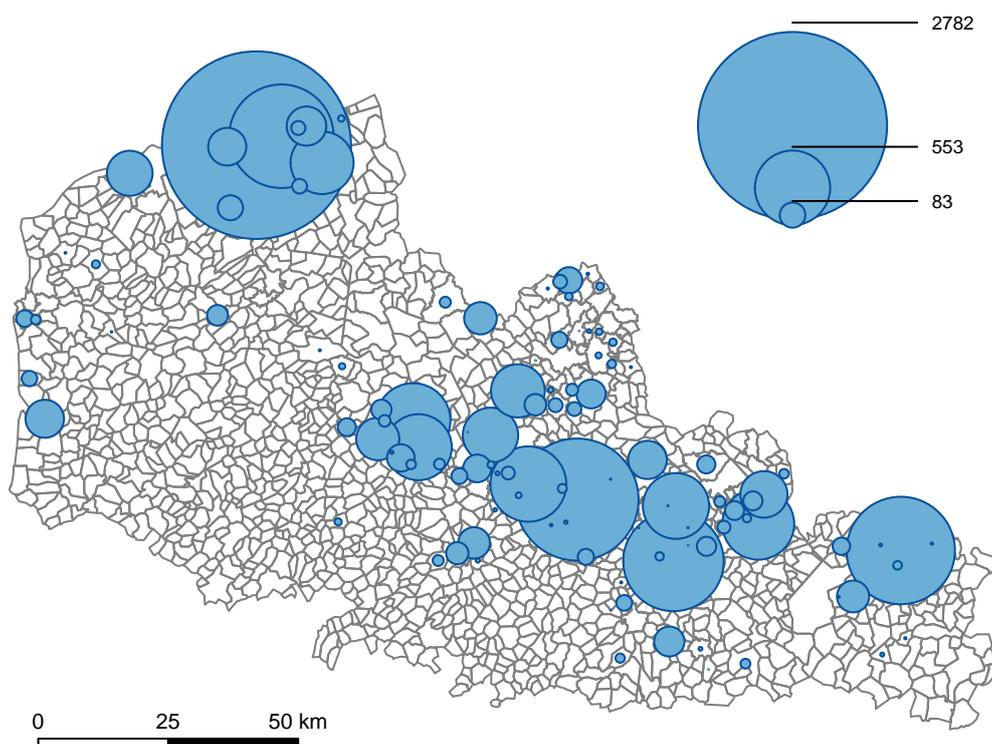
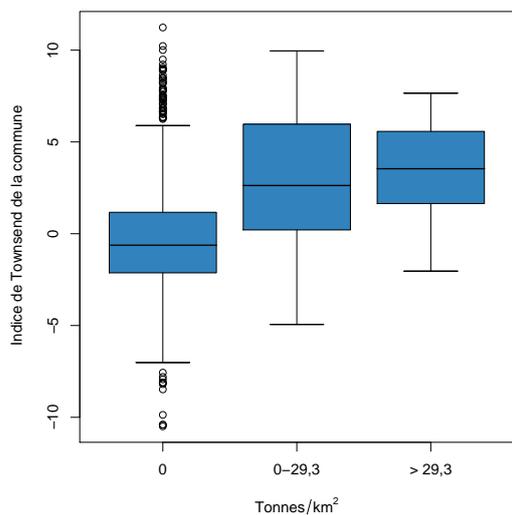
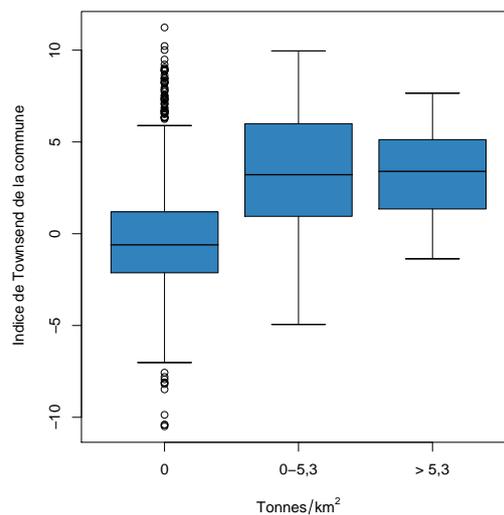


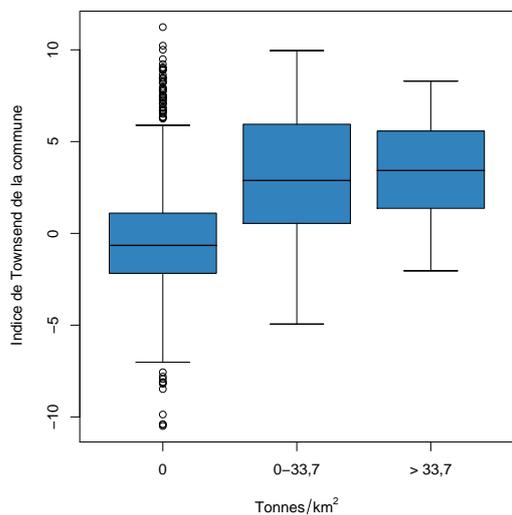
Figure 3.10 : Indice de défaveur sociale de Townsend selon les émissions atmosphériques industrielles cumulées par commune (tonnes/km²)



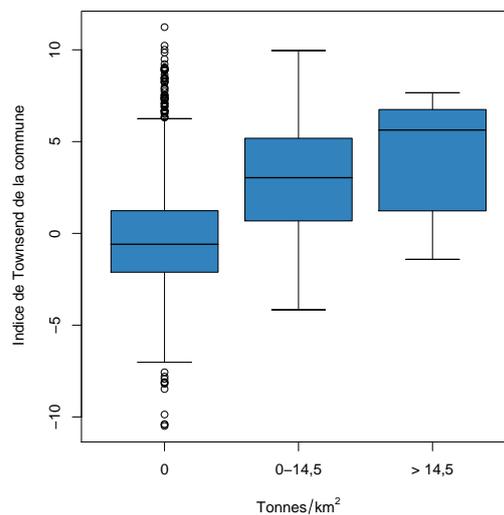
(a) SO₂



(b) Particules en suspension



(c) NO_x



(d) COV non méthaniques

Tableau 3.6 : Variations de l'indice de Townsend selon les caractéristiques des communes

	N	Moy. (écart-type)	Min.	P25	Médiane	P75	Max.	p
Nombre de sites SEVESO (ensemble)								
Aucun	1483	-0,1 (3,1)	-10,5	-2,0	-0,5	1,4	11,2	-
1	53	2,6 (3,8)	-4,4	0,1	2,7	5,8	10,0	***
2 et plus	10	4,2 (3,3)	-1,9	2,7	5,0	6,1	9,0	***
Nombre de sites SEVESO (seuil haut)								
Aucun	1509	-0,1 (3,1)	-10,5	-2,0	-0,5	1,4	11,2	-
1	32	2,6 (3,5)	-4,4	0,1	2,6	5,9	8,3	***
2 et plus	5	5,4 (1,3)	3,5	4,8	5,3	6,1	7,0	***
Nombre de sites SEVESO (seuil bas)								
Aucun	1516	-0,1 (3,1)	-10,5	-2,0	-0,4	1,5	11,2	-
1 et plus	30	2,9 (4,0)	-3,4	0,2	3,0	5,6	10,0	***
Nombre de sites de l'inventaire IRE 2005								
Aucun	1315	-0,5 (2,8)	-10,5	-2,2	-0,8	1,0	10,2	-
1	133	2,1 (3,5)	-5,1	-0,4	1,7	4,6	11,2	***
2	53	3,1 (3,7)	-4,9	0,7	3,3	6,6	10,0	***
3	19	3,0 (3,6)	-4,1	1,5	3,2	5,8	8,4	***
4	10	3,9 (2,9)	-1,4	1,9	4,7	5,8	7,4	***
5	7	5,4 (3,5)	0,7	2,6	6,3	7,9	9,8	***
6 et plus	9	6,4 (2,0)	3,5	4,8	7,0	7,7	9,0	***
Émissions industrielles de SO₂ (tonnes/km²)								
0	1409	-0,3 (2,9)	-10,5	-2,1	-0,6	1,2	11,2	-
0-29,3	121	2,9 (3,7)	-4,9	0,2	2,6	6,0	10,0	***
>29,3	16	3,6 (2,8)	-2,0	1,7	3,5	5,4	7,7	***
Émissions industrielles de particules en suspension (tonnes/km²)								
0	1434	-0,3 (3,0)	-10,5	-2,1	-0,6	1,2	11,2	-
0-5,3	96	3,2 (3,5)	-4,9	1,0	3,2	6,0	10,0	***
>5,3	16	3,1 (2,7)	-1,4	1,5	3,4	5,1	7,7	***
Émissions industrielles de NO_x (tonnes/km²)								
0	1384	-0,4 (2,9)	-10,5	-2,2	-0,7	1,1	11,2	-
0-33,7	146	3,0 (3,6)	-4,9	0,5	2,9	5,9	10,0	***
>33,7	16	3,5 (2,9)	-2,0	1,5	3,4	5,4	8,3	***
Émissions industrielles de COV non méthaniques (tonnes/km²)								
0	1434	-0,2 (3,0)	-10,5	-2,1	-0,6	1,2	11,2	-
0-14,5	97	2,8 (3,4)	-4,2	0,7	3,0	5,2	10,0	***
>14,5	15	4,0 (3,2)	-1,4	1,2	5,6	6,7	7,7	***

p : comparaisons avec la catégorie « Aucun » ou « 0 » (test de Dunnett)

- : catégorie de référence * : $p < 0,05$ ** : $p < 10^{-2}$ *** : $p < 10^{-3}$

N : nombre de communes par catégorie

Moy. : moyenne, **Min.** : minimum, **Max.** : maximum

P25 : 25^{ème} percentile, **P75** : 75^{ème} percentile

Nous avons analysé les variations de l'indice de Townsend selon que la commune hébergeait ou non un émetteur industriel de SO₂ de particules en suspension, de NO_x ou de COV non méthaniques, et selon la quantité d'émissions, rapportée à la surface de la commune, en deux catégories : inférieure ou égale, ou supérieure au 99^{ème} percentile de la distribution des émissions sur l'ensemble des communes soit res-

pectivement 29,3 tonnes par km² pour le SO₂, 5,3 pour les particules en suspension, 33,7 pour les NO_x et 14,5 pour les COV non méthaniques.

Pour les quatre familles de polluants examinées, l'indice de Townsend est significativement plus élevé pour les communes hébergeant un ou plusieurs émetteurs industriels (tableau 3.6 et figure 3.10).

4 Discussion et conclusion

Nous avons utilisé les données de l'inventaire réalisé en 2005 par la DRIRE Nord - Pas-de-Calais pour décrire la localisation, à l'échelle des communes, des sites industriels à risque technologique (établissements SEVESO) et des émetteurs industriels de polluants atmosphériques, en particulier de SO₂, de particules en suspension, de NO_x et de COV non méthaniques. La concentration spatiale de ces sites dans l'espace régional est forte, en particulier dans l'agglomération dunkerquoise et dans le bassin minier.

D'autre part, les caractéristiques socio-démographiques des communes où sont implantés ces sites industriels sont particulières : la situation sociale, mesurée à l'aide de l'indice de défaveur sociale, y est significativement moins bonne. Ces constatations statistiques (concentration spatiale, inégalités sociales d'exposition) sont cohérentes avec les préoccupations des acteurs (associations, élus) que nous avons pu rencontrer lors d'une étude sur les enjeux en santé environnement dans la Communauté Urbaine de Dunkerque [36].

Cependant, l'échelle utilisée, la commune, est relativement grossière et la localisation dans une commune plutôt qu'une autre d'un site implanté aux frontières d'une commune est problématique. Nous avons examiné la possibilité d'utiliser les données du Registre Français des Émissions Polluantes de la Direction des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Écologie et du Développement durable¹ ou du registre européen EPER (*European Pollutant Emission Register*)² [37], qui sont géoréférencées. Cependant, la qualité et la précision du géoréférencement nous ont paru insuffisamment documentées.

La DRIRE Nord - Pas-de-Calais a fait réaliser en 2007 un travail de géoréférencement des installations classées de la région. L'utilisation de ces données permettrait de poursuivre et d'améliorer l'approche débutée dans le présent travail. Il serait alors possible d'utiliser les données socio-démographiques disponibles à l'échelle infra-communale (IRIS), comme nous avons pu le faire dans un travail récent sur l'exposition au NO₂ de la population de Lille Métropole [30].

Il serait alors possible de travailler plus directement sur la proximité de la population avec les sites industriels, à l'aide des techniques que nous avons mentionnées en introduction : distance entre le centre des

IRIS et localisation des sites, caractéristiques socio-démographiques des populations vivant à proximité des sites industriels (cercles de rayon donné ou *buffers*). D'autre part, travailler à une résolution spatiale plus fine devrait permettre de mettre en évidence des inégalités plus fortes, sans doute sous-estimées à l'échelle communale [17, 38].

La proximité d'un site est cependant un indicateur très indirect de l'exposition de la pollution aux facteurs de risque environnementaux. Un pas de plus vers une meilleure connaissance de l'exposition de la population aux polluants serait d'utiliser des données surfaciques d'émissions, cumulant l'ensemble des sources avec une résolution spatiale fine, sur l'ensemble du territoire régional. L'utilisation du cadastre des émissions réalisé dans le Nord - Pas-de-Calais [39] pourrait donc ouvrir des perspectives très intéressantes.

Ce type d'approche devrait être complété par une estimation plus précise de l'exposition de la population aux polluants basée sur la modélisation des concentrations de polluants résultant de la dispersion des rejets atmosphériques. S'il est envisageable d'appliquer des modèles simplifiés à grande l'échelle sur les principaux rejets [27, 29, 40], il paraît raisonnable d'envisager l'application de ce type de méthodologie sur un territoire plus restreint [28].

Étant donné la forte concentration spatiale des sites polluants, le choix des territoires à envisager en priorité serait relativement aisé : en particulier l'agglomération dunkerquoise et l'est du bassin minier (arrondissements de Douai et de Valenciennes). Une première expérience de modélisation de la dispersion des rejets industriels a été réalisée dans les agglomérations de Dunkerque en 2005 et Calais en 2006, sous l'égide du SPPPI (Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions industrielles) Côte d'Opale Flandre³. Dans un travail antérieur, nous avons déjà recommandé la réalisation de ce type de travail dans l'est du bassin minier [41].

Le présent travail constitue donc un premier pas dans l'exploration des inégalités sociales d'exposition aux facteurs de risque environnementaux dans la région Nord - Pas-de-Calais. Il devrait être poursuivi par des travaux complémentaires avec les partenaires que nous avons mentionnés (DRIRE, ATMO Nord - Pas-de-Calais, SPPPI), mais aussi avec ceux qui ont sollicité la collaboration de l'ORS sur ce thème, en particulier

¹<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

²<http://www.eper.cec.eu.int/>

³http://www.spppi-cof.org/www/fr/accueil/bilan_des_etudes/principales_actions_et_etudes_realisees.aspx

l'Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque (AGUR) et les équipes universitaires et de santé publique du sud de l'Angleterre, de Haute Normandie et du Nord - Pas-de-Calais, associées dans le projet européen COSIN (Coastal Deprivation, Social and health Inequalities) en cours d'élaboration.

La description des inégalités sociales d'exposition est en effet une étape nécessaire à la compréhension des processus à l'origine de ces inégalités, et à leur prise en compte dans les politiques publiques de prévention et de développement.

Références

- [1] Declercq C, Labbe E, Obein L, Poirier G, Lacoste O. *Inégalités socio-spatiales de mortalité dans la région Nord - Pas-de-Calais*. Lille : Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais ; 2004.
- [2] Declercq C, Poirier G. *Atlas de la mortalité par cancer dans la région Nord - Pas-de-Calais (1991-1999)*. Loos : Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais ; 2007.
- [3] Goldberg M, Melchior M, Leclerc A, Lert F. Épidémiologie et déterminants sociaux des inégalités de santé. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2003 ; 51 : 381-401.
- [4] O'Neill MS, Jerrett M, Kawachi I, Levy JI, Cohen AJ, Gouveia N, Wilkinson P, Fletcher T, Cifuentes L, Schwartz J. Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 1861-70.
- [5] Sexton K, Adgate JL. Looking at environmental justice from an environmental health perspective. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9: 3-8.
- [6] Phillips CV, Sexton K. Science and policy implications of defining environmental justice. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9: 9-17.
- [7] Bullard RD, Mohai P, Saha R, Wright B. *Toxic wastes and race at twenty, 1987-2007. Grassroots Struggles to Dismantle Environmental Racism in the United States*. Cleveland: United Church of Christ Justice and Witness Ministries; 2007.
- [8] ESRC Global Environmental Change Programme. *Environmental justice. Rights and means to a healthy environment for all*. Brighton: University of Sussex; 2001.
- [9] Walker G, Fairburn J, Smith G, Mitchell G. *Environmental quality and social deprivation*. Bristol: Environment Agency; 2003.
- [10] Wheeler BW. Health-related environmental indices and environmental equity in England and Wales. *Environment and Planning A* 2004; 36: 803-822.
- [11] *Pollution and poverty-breaking the link*. London: Friends of the Earth; 2001.
- [12] Diebolt W, Helias A, Bidou D, Crepey G. *Les inégalités écologiques en milieu urbain. Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement*. Paris : La Documentation Française ; 2005.
- [13] Les inégalités environnementales. In : *Rapport sur l'état de l'environnement en France-Édition 2006*. Orléans : Institut Français de l'Environnement ; 2006 : 419-430.
- [14] Charles L, Emelianoff C, Ghorra-Robin C, Roussel I, Roussel FX, Scarwell H. Les multiples facettes des inégalités écologiques. *Développement Durable et Territoire* 2007 ; Dossier 9. Accessible à : <http://developpementdurable.revues.org/document3892.html>. Consulté le 15 novembre 2007.
- [15] Laigle L, Oehler V. *Les enjeux sociaux et environnementaux du développement urbain : la question des inégalités écologiques*. Paris : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment ; 2004.
- [16] Sheppard E, Leitner H, McMaster RB, Tian H. GIS-based measures of environmental equity: exploring their sensitivity and significance. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9: 18-28.
- [17] Maantay J. Mapping environmental injustices: pitfalls and potential of geographic information systems in assessing environmental health and equity. *Environ Health Perspect* 2002; 110 Suppl 2: 161-171.
- [18] Nuckols JR, Ward MH, Jarup L. Using geographic information systems for exposure assessment in environmental epidemiology studies. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1007-1015.
- [19] Davidson P, Anderton DL. Demographics of dumping. II: A national environmental equity survey and the distribution of hazardous materials handlers. *Demography* 2000; 37: 461-466.
- [20] Fricker RD, Hengartner NW. Environmental equity and the distribution of toxic release inventory and other environmentally undesirable sites in metropolitan New York City. *Environmental and Ecological Statistics* 2001; 8: 33-52.

- [21] Faber DR, Krieg EJ. Unequal exposure to ecological hazards: environmental injustices in the Commonwealth of Massachusetts. *Environ Health Perspect* 2002; 110 Suppl 2: 277–288.
- [22] Elliott MR, Wang Y, Lowe RA, Kleindorfer PR. Environmental justice: frequency and severity of US chemical industry accidents and the socioeconomic status of surrounding communities. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58: 24–30.
- [23] Perlin SA, Sexton K, Wong DW. An examination of race and poverty for populations living near industrial sources of air pollution. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9: 29–48.
- [24] Waller LA, Louis TA, Carlin BP. Environmental justice and statistical summaries of differences in exposure distributions. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9: 56–65.
- [25] Perlin SA, Wong D, Sexton K. Residential proximity to industrial sources of air pollution: interrelationships among race, poverty, and age. *J Air Waste Manag Assoc* 2001; 51: 406–421.
- [26] Jacobson JO, Hengartner NW, Louis TA. Inequity measures for evaluations of environmental justice: a case study of close proximity to highways in NYC. *Environment and Planning A* 2005; 37: 21–43.
- [27] Lopez R. Segregation and black/white differences in exposure to air toxics in 1990. *Environ Health Perspect* 2002; 110 Suppl 2: 289–295.
- [28] Dolinoy DC, Miranda ML. GIS modeling of air toxics releases from TRI-reporting and non-TRI-reporting facilities: impacts for environmental justice. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1717–24.
- [29] Apelberg BJ, Buckley TJ, White RH. Socioeconomic and racial disparities in cancer risk from air toxics in Maryland. *Environ Health Perspect* 2005; 113: 693–699.
- [30] Declercq C, Prouvost H. *Inégalités sociales d'exposition au NO₂ ambiant sur le territoire de Lille Métropole Communauté Urbaine*. Loos : Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais ; 2007.
- [31] *L'industrie au regard de l'environnement en 2005*. Douai : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement ; 2006.
- [32] Carstairs V. Socio-economic factors at areal level and their relations with health. In: Elliott P, Wakefield J, Best N, Briggs D, eds. *Spatial epidemiology. Methods and applications*. Oxford: Oxford University Press; 2000: 51–67.
- [33] Townsend P. Deprivation. *Journal of Social Policy* 1987; 16: 125–146.
- [34] Dunnett CW. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. *Journal of the American Statistical Association* 1955; 50: 1096–1121.
- [35] R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2007.
- [36] Prouvost H. *Santé et environnement : une exploration des enjeux sur le territoire de la Communauté Urbaine de Dunkerque*. Lille : Observatoire Régional de Santé Nord - Pas-de-Calais ; 2003.
- [37] *EPER European Pollutant Emission Register. EPER review report 2004*. European Commission; 2007.
- [38] Krieger N, Chen JT, Waterman PD, Soobader MJ, Subramanian SV, Carson R. Choosing area based socioeconomic measures to monitor social inequalities in low birth weight and childhood lead poisoning: The Public Health Disparities Geocoding Project (US). *J Epidemiol Community Health* 2003; 57: 186–199.
- [39] *Cadastre des émissions de polluants atmosphériques dans le Nord - Pas-de-Calais*. Lille : ATMO Nord - Pas-de-Calais ; 2006.
- [40] Rosenbaum AS, Axelrad DA, Woodruff TJ, Wei YH, Ligocki MP, Cohen JP. National estimates of outdoor air toxics concentrations. *J Air Waste Manag Assoc* 1999; 49: 1138–1152.
- [41] Prouvost H, Declercq C, Foutry L, Dupont J, Trédez G, Poirier G, Lacoste O. *Les enjeux en santé environnementale dans le Bassin Minier Nord - Pas-de-Calais*. Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais 2007.

Liste des tableaux

3.1	Caractéristiques des communes	12
3.2	Établissements classés SEVESO dans la région Nord - Pas-de-Calais au 31 décembre 2005 selon le seuil et la nature du risque	13
3.3	Nombre d'établissements classés SEVESO dans la région Nord - Pas-de-Calais au 31 décembre 2005 par commune selon le seuil	13
3.4	Distribution du nombre d'établissements de l'inventaire IRE 2005 dans les communes de la région Nord - Pas-de-Calais	14
3.5	Émissions atmosphériques industrielles (tonnes par an) de SO ₂ , de particules en suspension, de NO _x et de COV non méthaniques en 2005 cumulées par commune dans les communes hébergeant un site émetteur	15
3.6	Variations de l'indice de Townsend selon les caractéristiques des communes	19

Table des figures

2.1	Principales communes de la région Nord - Pas-de-Calais	8
2.2	Densité de population par commune en 1999 (nombre d'habitants/km ²)	8
3.1	Indice de défaveur sociale de Townsend par commune en 1999	12
3.2	Nombre d'établissements classés SEVESO par commune au 31 décembre 2005 dans la région Nord - Pas-de-Calais	13
3.3	Indice de Townsend selon le nombre de sites SEVESO	14
3.4	Nombre de sites industriels de l'inventaire IRE 2005 par commune de la région Nord - Pas-de-Calais	14
3.5	Indice de Townsend selon le nombre de sites de l'inventaire IRE 2005 par commune	15
3.6	Émissions atmosphériques industrielles de SO ₂ (tonnes) cumulées par commune en 2005	16
3.7	Émissions atmosphériques industrielles de particules en suspension (tonnes) cumulées par commune en 2005	16
3.8	Émissions atmosphériques industrielles de NO _x (tonnes) cumulées par commune en 2005	17
3.9	Émissions atmosphériques industrielles de COV non méthaniques (tonnes) cumulées par commune en 2005	17
3.10	Indice de défaveur sociale de Townsend selon les émissions atmosphériques industrielles cumulées par commune (tonnes/km ²)	18

Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais

235, avenue de la recherche
B.P. 86 59373 LOOS CEDEX

Tél : +33 (0)3 20 15 49 20

Fax : +33 (0)3 20 15 10 46

<http://www.orsnpdc.org>



L'ORS est membre du GIE
Groupement Régional de Promotion de la Santé



Décembre 2007