

**ANR PRSP 2010 - 0002**

**Equit'Area**

Programme 2010 - 2013

<b>A</b>	<b>IDENTIFICATION</b> .....	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>RESUME CONSOLIDE PUBLIC</b> .....	<b>3</b>
	B.1 Instructions pour les résumés consolidés publics .....	3
	B.2 Résumé consolidé public en français .....	3
	B.3 Résumé consolidé public en anglais.....	4
<b>C</b>	<b>MEMOIRE SCIENTIFIQUE</b> .....	<b>6</b>
	C.1 Résumé du mémoire .....	6
	C.2 Enjeux et problématique, état de l'art .....	6
	C.3 Approche scientifique et technique.....	8
	C.4 Résultats obtenus .....	9
	C.5 Exploitation des résultats.....	9
	C.6 Discussion .....	9
	C.7 Conclusions.....	10
	C.8 Références.....	11
<b>D</b>	<b>LISTE DES LIVRABLES</b> .....	<b>13</b>
<b>E</b>	<b>IMPACT DU PROJET</b> .....	<b>13</b>
	E.1 Indicateurs d'impact .....	13
	E.2 Liste des publications et communications.....	14
	E.3 Liste des éléments de valorisation.....	15
	E.4 Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires) .....	16

## A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	Equit'Area
Titre du projet	Agrégation socio-spatiale des expositions à des nuisances environnementales à risque sanitaire. Une étude pilote dans quatre agglomérations urbaines
Coordinateur du projet (société/organisme)	Séverine Deguen, Enseignant Chercheur, DSET-EHESP- Rennes
Période du projet (date de début – date de fin)	Du 28/08/2010 au 28/02/2014
Site web du projet, le cas échéant	<a href="http://www.equitarea.org">www.equitarea.org</a>

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Madame séverine Deguen
Téléphone	02 99 02 28 05
Adresse électronique	<a href="mailto:Severine.deguen@ehesp.fr">Severine.deguen@ehesp.fr</a>
Date de rédaction	22/04/2014

Si différent du rédacteur, indiquer un contact pour le projet	
Civilité, prénom, nom	
Téléphone	
Adresse électronique	

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	Atmo Nord Pas de Calais, Air Rhone Alpes, Air parif, Air PACA, bruitParif, Grand Lyon, CSTB, CépiDc
---	---

## B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

### B.1 INSTRUCTIONS POUR LES RESUMES CONSOLIDES PUBLICS

### B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

**Titre d'accroche** - l'environnement, un déterminant des inégalités sociales de santé ?

**Sous-titre argumentaire** - L'estimation de la contribution des expositions environnementales aux inégalités sociales de santé représente depuis quelques années un enjeu majeur de Santé publique, en raison du caractère évitable et injuste de cette situation.

**Titre de la partie Enjeux et objectifs** - Comment se combinent les facteurs social, sanitaire et environnemental sur un territoire ?

**Enjeux et Objectifs** - De nombreuses recherches visant à démontrer l'existence de liens entre l'environnement et les inégalités sociales liées à une maladie se sont développées ces dernières décennies. Elles ont, entre autres, mis en évidence deux mécanismes par lesquels les expositions environnementales pourraient contribuer à ces inégalités : le « *différentiel de vulnérabilité* » (ou de susceptibilité) qui veut qu'à niveau semblable d'exposition, le risque sanitaire encouru par les populations défavorisées est plus élevé en raison d'un état de santé plus dégradé ou d'un moindre accès aux soins et le « *différentiel d'exposition* », les populations socio économiquement défavorisées pourraient être à la fois davantage exposées à un plus grand nombre de nuisances et/ou à des niveaux d'expositions plus élevés. Ces deux mécanismes peuvent opérer de manière indépendante ou synergique.

**Titre de la partie Méthodes / Approches** – Une approche spatiale conduite à l'échelle infra-communale

**Méthodes et Approches** – Il s'agit d'une étude géographique conduite à l'échelle infra-communale (l'IRIS : Ilots Regroupés pour l'Information Statistique), définie par l'INSEE. Les quatre grandes agglomérations des métropoles suivantes : Lille, Paris, Lyon et Marseille ont été étudiées. La mortalité néonatale (décès <28 jours) et infantile (décès <1 an) constituent les 2 événements sanitaires d'intérêt. Nous avons choisi des nuisances environnementales pour lesquelles les liens avec ces événements sanitaires étaient connus, pour lesquelles l'existence de gradients socio-économiques était documentée et pour lesquelles les données étaient disponibles. Les nuisances retenues sont : (i) la pollution atmosphérique urbaine, (ii) la proximité d'installations industrielles émettrices de polluants et (iii) les nuisances sonores. Un indicateur de défaveur socioéconomique a été construit à l'échelle de l'IRIS à partir des données socioéconomiques et démographiques disponible auprès de l'INSEE. Les données sanitaires ont été recueillies auprès des mairies des communes composant nos 4 agglomérations d'intérêt.

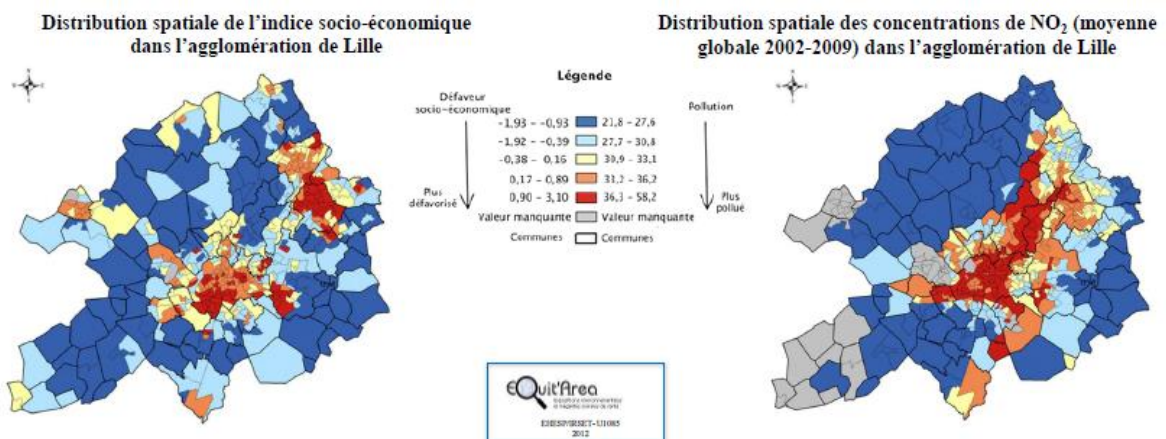
**Résultats** - Tout d'abord, les résultats de ce projet confirment l'existence d'inégalités sociales de santé au regard de la mortalité infantile et néonatale : les quartiers les plus pauvres présentant un risque plus élevé. Il permet également de démontrer l'existence d'inégalités environnementales avec une spécificité locale : les quartiers lillois les plus défavorisés sont localisés dans les zones les plus polluées alors qu'un gradient inverse est observé à Paris. Quant à Lyon, une situation intermédiaire est observée puisque ce sont les quartiers des classes de défaveur socioéconomique intermédiaire (ni les plus riches, ni les plus pauvres) qui sont localisés dans les zones les plus polluées. Enfin, notre étude

suggère que les nuisances environnementales et en particulier l'exposition au bruit et à la pollution atmosphérique combinées aux caractéristiques socioéconomiques du quartier de résidence pourraient expliquer une partie de la variabilité spatiale de la mortalité infantile et néonatale ; résultats qui doivent être encore consolidés par l'étude de d'autres nuisances environnementales

**Conclusion** - En conclusion, l'étude révèle une spécificité des relations avec l'évènement de santé, ici la mortalité infantile et néonatale, la défaveur socio-économique et la nuisance environnementale selon l'agglomération étudiée ; ceci reflétant probablement les différentes politiques d'aménagement du territoire.

**Productions scientifiques** – Ce projet a débouché sur plusieurs publications scientifiques dont l'objectif principal était de mettre en relation les différentes données estimées à l'échelle de l'IRIS afin d'étudier l'existence d'inégalités territoriales et de faire des comparaisons entre les agglomérations afin de dégager à la fois les spécificités de chacune d'elles et les dimensions communes.

### Illustrations-



### Informations factuelles

Le projet de recherche Equit'Area s'inscrit dans le financement des recherches Fondamentales coordonné par Séverine Deguen. Le projet associe les 4 associations de surveillance de la qualité de l'air (Atmo Nord Pas de Calais, airparif, Air Rhone Alpes et Air PACA), le CST, Bruit Parif, le Grand Lyon, et le CépiDc. Le financement de l'ANR couvre la période Aout 2010 à Février 2014 (soit une durée de 42 mois) ; l'aide accordée était de 255 035€.

### B.3 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

**Project title**– Environmental nuisance, a determinant of social health inequalities?

Since several years, the role of environmental nuisances in the social health inequalities is suspected. It constitutes today a major public health goal in particular because of the avoidable and inequitable situation.

**Objective title**- How combine the social, sanitary and environmental factors on a territory?

Several studies demonstrated the relationship between environmental exposures, socioeconomic position and health event. Two different mechanisms documented how the environmental exposure could contribute to the increase of the social health inequalities. Firstly, subgroup of population, particularly the most deprived, may live in more polluted places (differential exposure). Secondly, poor population may be more vulnerable to environmental nuisances due to their poor health status and access to health professionals consistently to their less socioeconomic position (differential vulnerability).

### **Title of the method section** – a spatial approach conducted at fine geographical scale

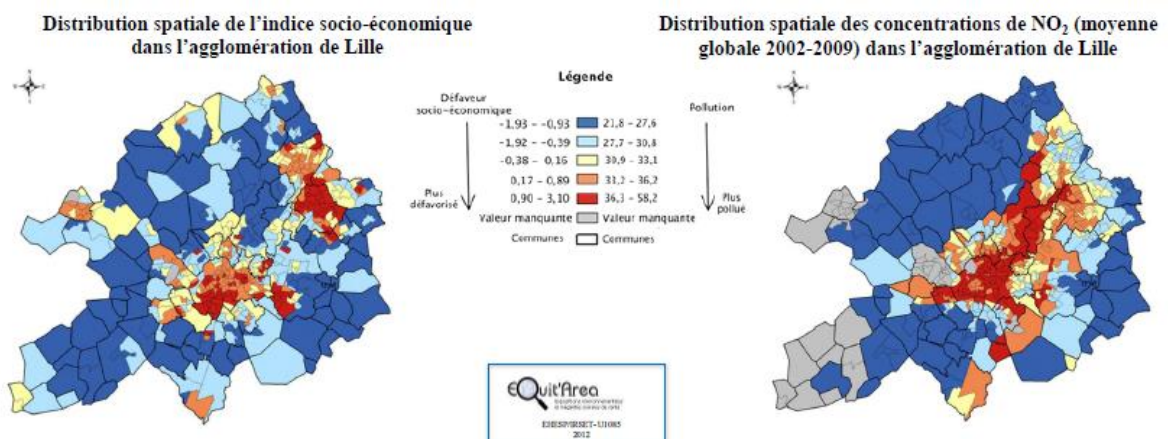
The ecological study was conducted at census block scale (named IRIS in France). The 4 largest French metropolitan areas were included in the study, namely Lille, Paris, Lyon and Marseille. The neonatal (death < 28 days) and infant (death < 1 year) mortality are the 2 health events of interest. The environmental nuisances which were related with the 2 health events and, for which socioeconomic gradients have been documented and data were available, have been selected: namely, atmospheric pollution, proximity to industrial sites and noise. A composite deprivation index was developed at the census block scale using the socioeconomic and demographic data of the French national census. The health data were collected with the city hall of the municipalities composing the 4 metropolitan areas.

**Principle results** – First, our study confirmed previous researches revealing the existence of social health inequalities regarding infant and neonatal mortality; the most deprived census blocks exhibiting the highest risk of mortality. Secondly, our study revealed also the existence of environmental inequities with a territorial specificity: in the Lille metropolitan area, the deprived census blocks are located in the most polluted place whereas an inverse situation was observed in Paris. In Lyon, the intermediate deprived census blocks are the most exposed to environmental nuisances. Finally, our results suggested that environmental nuisances combined with deprivation status would increase the risk of neonatal and infant mortality.

**Conclusion** – The comparison of the four metropolitan areas highlighted territorial specificity when studying relation between health event, deprivation status and environmental exposures; it probably reflects the different local policy of urban planning.

**Scientific publications** – Several articles were published in order to valorize the data analysis of environmental exposures, socioeconomic deprivation and health event and investigate the territorial inequalities in France.

### **Illustrations-**



### **Informations factuelles**

The research project Equit'Area, coordinated by Severine Deguen received a financial support from the ANR (255 035€) during the period august 2010 – February 2014. The partners of the Project are Atmo Nord Pas de Calais, airparif, Air Rhone Alpes et Air PACA), le CST, Bruit Parif, le Grand Lyon, et le CépiDc.

## C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

### *Mémoire scientifique confidentiel : non*

#### C.1 RESUME DU MEMOIRE

Les expositions environnementales sont rapportées dans la littérature comme des facteurs pouvant contribuer aux inégalités sociales de santé (ISS). L'estimation de la contribution des expositions environnementales et d'un cumul de celles-ci aux ISS représente à l'heure actuelle un enjeu de recherche majeur en Santé publique, en raison du caractère évitable et injuste de cette situation. C'est dans ce contexte que le projet de recherche **Equit'Area** s'est développé au sein de l'EHESP en 2008. Tout d'abord, les résultats de ce projet confirment l'existence d'inégalités sociales de santé au regard de la mortalité infantile et néonatale et à partir d'une caractérisation du niveau socio-économique à l'échelle de l'IRIS et non à l'échelle individuelle. Il permet également de démontrer l'existence d'inégalités environnementales avec une forme de la relation reliant les expositions environnementales à la défaveur socioéconomique qui est spécifique au territoire d'étude. Enfin, notre étude suggère que les nuisances environnementales et en particulier l'exposition au bruit et à la pollution atmosphérique combinées aux caractéristiques socioéconomiques du quartier de résidence pourraient expliquer une partie de la variabilité spatiale de la mortalité infantile et néonatale. En conclusion, l'étude révèle une spécificité des relations avec l'évènement de santé, ici la mortalité infantile et néonatale, la défaveur socio-économique et la nuisance environnementale selon l'agglomération étudiée ; ceci reflétant probablement les différentes politiques d'aménagement du territoire.

#### C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

**Contexte de santé publique** - En dépit de nombreux facteurs de risques déjà identifiés, une meilleure connaissance des déterminants économiques, sociaux et culturels des disparités de santé manque encore afin d'améliorer l'interprétation des observations et de leur évolution. Cette connaissance est aussi nécessaire en vue d'engager des politiques et des actions de prévention pertinentes. Une part des inégalités sociales de santé (quel que soit l'évènement sanitaire étudié) demeure à ce jour inexplicée. Si divers travaux ont déjà été engagés dans ce sens, l'influence des expositions environnementales sur les inégalités sociales de santé reste en France un terrain encore mal connu. Déterminer comment ces expositions environnementales peuvent pour partie expliquer les inégalités de santé constitue donc aujourd'hui un objectif de recherche en santé publique.

Par ailleurs, le nouveau-né est connu pour être particulièrement sensible à la qualité de son environnement (1) ; Les deux périodes de grande susceptibilité étant la grossesse et la première année de vie. Pendant la grossesse la période embryonnaire induit des changements rapides et spectaculaires afin que l'embryon devienne un fœtus humain. Les organes les plus importants du corps se forment. De par ces transformations, elle constitue une période de sensibilité accrue aux agents tératogènes et aux expositions environnementales pouvant entraîner des issues de grossesses défavorables. Son état de santé durant cette période pourra influencer sa santé à l'âge adulte, selon le concept de l'«Origine Développementale de la Santé et des Maladies» proposé il y a 20 ans par David Barker qui mettait en lien le poids de naissance et le risque ultérieur de pathologie coronarienne (2). Un nombre important d'études et de revues ont été réalisées à ce sujet, globalement il y a un lien évident sur les effets néfastes de la pollution de l'air sur les issues de grossesse, néanmoins la force de l'association diffère selon les issues de grossesse (3-5), les périodes d'exposition et les polluants (6).

**Des liens entre environnement et inégalités sociales de santé** - De nombreuses recherches visant à démontrer des liens entre environnement et inégalités sociales liées à une maladie se sont développées

ces dernières décennies. Elles ont, entre autres, mis en évidence deux mécanismes par lesquels les expositions environnementales pourraient contribuer à générer des inégalités sociales de santé (7) : le « *différentiel de vulnérabilité* » (ou de susceptibilité) qui veut qu'à niveau semblable d'exposition, le risque sanitaire encouru par les populations défavorisées est plus élevé en raison d'un état de santé plus dégradé ou d'un moindre accès aux soins et le « *différentiel d'exposition* », les populations socio-économiquement défavorisées pourraient être à la fois davantage exposées à un plus grand nombre de nuisances et/ou à des niveaux d'expositions plus élevés. Ces deux mécanismes peuvent opérer de manière indépendante ou synergique.

*Différentiel d'exposition* : L'existence d'inégalités environnementales a été d'abord documentée aux Etats-Unis, depuis plus d'une trentaine d'années ; ces études de « justice environnementale » visaient initialement à mettre en lumière que les populations afro-américaines subissaient des nuisances environnementales auxquelles elles ne pouvaient se soustraire faute de ressources suffisantes (8,9). Ces inégalités se développent progressivement en Europe depuis les années 2000 (10–14) plutôt sous l'angle de la précarité sociale et des expositions aux risques environnementaux. Selon l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) (15), la problématique des inégalités environnementales et de ses conséquences reste insuffisamment documentée en Europe. Un grand nombre d'études aux Etats-Unis et au Canada ont démontré que les personnes les plus défavorisées sont fréquemment plus exposées à la pollution atmosphérique liée au trafic (axes routiers avec un important flux de voitures) ou aux émissions industrielles (complexes industriels, usines de traitement des déchets, décharges (9,14,16–24). C'est seulement récemment que la question de l'inégale répartition de la pollution parmi les populations de statut socio-économique différent a été abordée en Europe, pour exemple aux Pays-Bas (25), en Finlande (26) , en Suede (13), en Allemagne (27), au Royaume-Uni (28,29), en Italie (30) et en France (31,32). La majorité des études Américaines démontrent que les plus défavorisés se retrouvent en situation de proximité ou d'exposition avec des agents physiques dangereux ou potentiellement dangereux. En Europe, les premiers résultats sont davantage controversés (16), notamment pour la qualité de l'air , la nuisance environnementale la mieux documentée. En effet, alors que certaines études rapportent que les populations à faible statut socio-économique sont plus exposés aux polluants atmosphériques (25,33), d'autres conduites dans de grandes agglomérations marquées par un intense trafic automobile comme Rome, trouvent des résultats inverses (30). A Strasbourg en France, une étude de Havard et al a démontré que les classes moyennes étaient les plus exposées à la pollution issue du trafic routier (32), situation que l'on retrouve également dans l'agglomération de Lyon (34) (travaux equit' Area détaillés par la suite).

*Différentiel de vulnérabilité* : Comme le souligne un rapport de l'OMS-Euro (35), le différentiel de vulnérabilité se définit lorsque les conditions d'exposition environnementale se traduisent davantage en effets sanitaires négatifs. Les facteurs attribués aux inégalités sociales (tels que la situation sanitaire et la sensibilité biologique) influencent la faculté de réaction à l'exposition. Même si l'exposition est similaire, les groupes défavorisés peuvent être plus vulnérables aux effets sanitaires néfastes, par exemple, à cause des interactions entre de nombreux facteurs de risque. Une étude à Rome a démontré que les populations issues des classes favorisées sont les plus exposées à la pollution de l'air. Or l'étude a démontré que ce ne sont pas les classes favorisées qui développent des problèmes de santé liés au niveau élevé de pollution mais plutôt les classes défavorisées exposées à un plus faible niveau (30). Les travaux existants provenant du Canada (36), de la Norvège (37), du Brésil (38) ou des Etats-Unis ont constaté que le statut socio-économique modifiait la sensibilité de la population face aux effets de la pollution, avec des problèmes de santé plus fréquents dans des populations résidant dans les quartiers les plus défavorisés même s'ils ne sont pas plus exposés à la pollution (39). Martins et al. en 2004 montrent que prendre en compte le statut socioéconomique réduit la relation entre l'exposition

aux particules et la mortalité (38). Krewski et al. (2003) démontrent que le risque relatif estimé liés à l'exposition aux particules inférieur à 2,5µm est plus élevé pour les populations avec un faible niveau d'éducation que pour ceux avec un niveau d'éducation élevé (40).

**Enjeux et objectifs** – Dans ce contexte, les enjeux et les objectifs du présent projet de recherche étaient de conduire une étude visant à améliorer les connaissances en France sur l'existence d'inégalités environnementales et d'explorer le rôle des nuisances environnementales dans les inégalités sociales de santé. De plus, au regard de la diversité des résultats obtenus en Europe sur ce sujet, intégrer plusieurs agglomérations françaises dans Equit'Area a semblé pertinent afin de mettre en évidence ce qui pouvait relever de spécificités locales au sein d'une agglomération et ce qui pouvait constituer une/des dimension(s) commune(s) aux agglomérations. Les évènements sanitaires retenus étaient la mortalité infantile et néonatale. Enfin, peu d'études portaient sur d'autres expositions environnementales que la pollution atmosphérique alors que les liens entre le bruit ou la proximité aux industries polluantes, par exemple, et les issues de grossesses sont bien documentés ; c'est deux nuisances environnementales ont donc été prises en comptes dans le projet Equit'Area en plus de la pollution atmosphérique. Enfin, considérer l'exposition à une seule exposition environnementale à la fois apparaît peu réaliste, une réflexion méthodologique a été conduite sur la construction d'un indicateur de multiexposition environnementales afin de mesurer la pression environnementale subie par certains groupes de population sur leur lieu de résidence.

### **C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**

**Design d'étude** - Cette étude multicentrique est de type écologique. L'unité géographique retenue est l'IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique), définie par l'INSEE. L'existence documentée d'une hétérogénéité entre le nord et le sud de la France, dans la survenue d'évènements sanitaires, dans la distribution des caractéristiques socio-économiques et démographiques, et dans les expositions environnementales, nous a conduits, dans ce projet à privilégier les 4 grandes agglomérations des métropoles suivantes : Lille, Paris, Lyon et Marseille.

**Données exploitées**- Nous avons choisi des nuisances environnementales pour lesquelles la littérature documente leur association avec un ou des évènements sanitaires, pour lesquelles l'existence de gradients socio-économiques était connue et pour lesquelles les données étaient disponibles. Les nuisances retenues sont : (i) la pollution atmosphérique urbaine, (ii) la proximité d'installations industrielles émettrices de polluants et (iii) les nuisances sonores. Les estimations à l'échelle de l'IRIS des différentes nuisances ont été obtenues par modélisations, elles même calées sur des mesures. Un indicateur de défaveur socioéconomique a été construit à l'échelle de l'IRIS par analyse multidimensionnelle mise en œuvre à partir des données socioéconomiques et démographiques disponible auprès de l'INSEE. Les données sanitaires ont été recueillies auprès des mairies des communes composant nos 4 agglomérations d'intérêt.

**Méthodes statistiques**- Un package R visant à construire l'indice de défaveur socioéconomique en routine a été créé ; il est disponible sur le site du projet Equit'Area. Des méthodes statistiques d'analyses spatiales ont été mises en œuvre dans le cadre de ce projet afin de prendre en compte le design écologique : modèle bayésien, modèle GAM et modèle de détection de cluster SatSCAN.



## C.4 RESULTATS OBTENUS

Voici quelques extraits des résultats principaux obtenus.

Etude comparative entre Lille et Lyon du rôle de l'exposition aux NO<sub>2</sub> dans les inégalités sociales de santé : Une étude géographique (modèle GAM) a comparé les associations entre exposition aux NO<sub>2</sub>, niveaux de défaveur et risque de mortalité infantile entre les agglomérations de Lille et de Lyon. Les résultats révèlent l'existence d'inégalités socio spatiales de santé à Lille sans rôle statistiquement significatif des expositions aux NO<sub>2</sub> alors que sur l'agglomération de Lyon, une interaction significative entre le niveau de défaveur et le NO<sub>2</sub> a été mise en évidence. Plus précisément, le risque de mortalité infantile augmenterait pour les IRIS dits « moyennement » défavorisés lorsque les niveaux de NO<sub>2</sub> augmentent.

Etude d'analyse de cluster visant à explorer les relations entre défaveur socioéconomique, mortalité infantile et exposition au bruit : nos résultats révèlent l'existence de cluster de risque plus élevé de mortalité infantile dans le sud-est de l'agglomération de Lyon (RR = 1.44; p = 0.09). Après ajustement sur le bruit et/ou la défaveur socioéconomique ou prise en compte d'un effet modificateur potentiel de l'effet du bruit selon le niveau socioéconomique, le cluster disparaît ou change de localisation géographique ; notre étude suggère donc que le bruit combiné aux caractéristiques socioéconomiques du quartier de résidence pourraient expliquer une partie de la variabilité spatiale de la mortalité infantile.

Création d'un indicateur de multi- exposition environnementale : Basé sur des méthodes d'analyse multidimensionnelle, un indicateur de multi-exposition environnementale a été développé sur l'agglomération de Lyon, seule agglomération pour laquelle nous disposons d'un panel de nuisances environnementales (NO<sub>2</sub>, bruit, proximité aux industries polluantes). Cet indice permet d'évaluer la pression environnementale subie par des populations résidant dans certains groupes d'IRIS. Les premiers résultats permettent d'identifier 3 groupes d'IRIS : 1) proche des industries quels que soient les niveaux de bruits et de pollution de l'air, 2) Faibles niveaux de bruit et de pollution atmosphérique et absence d'industries et 3) forts niveaux de bruit et de pollution atmosphérique et absence d'industries.

## C.5 EXPLOITATION DES RESULTATS

Les résultats du projet, leur richesse et la rigueur méthodologique mise en œuvre ont permis :

- La soutenance de 2 doctorats dont les manuscrits sont disponibles sur le site internet
- La publication de nombreux articles directement ou indirectement lié au financement accordé par l'ANR ; en effet, ce financement a permis notamment l'acquisition de bases de données sans lesquelles aucune analyse statistique n'aurait pu démarrer. Ces résultats ont également fait l'objet de plusieurs communications orales et affichées.
- Une partie des résultats a été intégrée dans l'évaluation du PNSE2 et constituera prochainement un chapitre du rapport sur l'état de l'environnement en France.

## C.6 DISCUSSION

Ce projet a atteint plusieurs objectifs initialement fixé ; le site [www.equitarea.org](http://www.equitarea.org) rassemble les résultats obtenus et publiés dans des articles scientifiques, présentent les manuscrits des étudiants qui ont été impliqués dans ce projet et qui le sont encore, ainsi que l'élargissement à l'agglomération de Nice que nous avons débuté depuis 2014.

Des difficultés ont été rencontrées et les objectifs n'ont donc pas tous, à ce jour, été atteints sur les 4 agglomérations étudiées.

- Les événements sanitaires d'intérêt initialement au nombre de trois (morts-nés, mortalité néonatale et mortalité infantile) ont été réduits à 2, excluant les morts-nés ; le changement de définition au milieu de la période d'étude du projet n'aurait pas permis une analyse fiable.
- Un frein très important à notre étude qui a considérablement ralenti l'avancée de notre travail, est lié au recueil des données sanitaires. Tout d'abord, il a fallu sur place consulter les registres de décès un par un et constituer nos propres bases de données sanitaires car la majorité des mairies n'étaient pas informatisées. De plus, en plus des accords CCTIRS et CNIL que nous avons obtenu pour conduire cette étude, certaines mairies nous ont réclamé l'autorisation du procureur pour recueillir ces données. Toutes ces démarches supplémentaires, n'ont planifié initialement, explique le fait que les données sanitaires de certaines communes de la petite couronne parisienne n'ont pas encore été recueillies.
- Des difficultés ont également été rencontrées concernant l'accès aux données de bruit. La collaboration avec le service de l'acoustique du CSTB et le Grand Lyon a permis de mettre en place une méthodologie pour l'estimation de plusieurs indicateurs de bruit à l'échelle de l'IRIS. La collaboration établie avec BruitParif sur Paris a permis l'estimation de ces mêmes indicateurs à Paris - Petite couronne. Les contacts ont été établis avec le service « bruit » de Lille Métropole et les indicateurs de nuisances sonores à l'échelle de l'IRIS sur l'agglomération de Lille seront disponibles au cours du mois de septembre 2014. L'accès aux données est différé pour l'agglomération de Marseille ; des problèmes rencontrés par Marseille métropole les conduisent à renouveler la campagne de mesure de bruit réalisée en 2006 ; les données seront disponibles fin 2014 – 2015. Les difficultés d'accès aux données environnementales ont retardé l'extension de la méthodologie développée pour mesurer la multi-exposition sur les autres agglomérations que celle de Lyon.

En plus de l'élargissement du projet sur une nouvelle zone d'étude, grâce à un financement de la ville de Nice, nous explorons aujourd'hui la possibilité d'étendre notre réflexion sur le cancer du sein. En effet, étendre notre travail à cet événement sanitaire conduira à de nouvelles pistes de réflexion méthodologique puisque d'une part l'incidence du cancer du sein est inversement associée aux caractéristiques socioéconomiques et d'autre part, les expositions environnementales devront être reconstruites rétrospectivement. Ainsi, ce nouveau projet, en explorant les relations entre environnement et cancer s'intègre pleinement dans le nouveau Plan Cancer en cherchant à améliorer les connaissances sur les mécanismes par lesquels l'environnement interviendrait dans l'augmentation du risque du cancer du sein.

## **C.7 CONCLUSIONS**

Le projet Equit'Area et ses extensions se poursuivent fort des expériences acquises durant ces 3 dernières années. Ces années ont permis notamment de mettre au point des méthodologies d'analyse tout à fait originales et pertinentes au regard du design écologique du projet.

Les prochaines étapes consistent

- à finaliser le recueil des données sanitaires dans les 3 départements de la petite couronne parisienne
- Poursuivre le travail engagé sur l'agglomération de Nice
- Etendre les expositions environnementales dans le projet (exploitation de la proximité aux espaces verts déjà analysée sur l'agglomération de Lyon ; exploitation de la base BASOL/BASIAS débutée sur l'agglomération de Lille)
- Investiguer de nouvelle problématique sanitaire, notamment la survenue du cancer du sein.

## C.8 REFERENCES

1. Blaxter M, Social Science Research Council (Great Britain), Great Britain. Dept. of Health and Social Security. The health of children a review of research on the place of health in cycles of disadvantage [Internet]. 1981 [cited 2013 Apr 3]. Available from: <http://catalog.hathitrust.org/api/volumes/oclc/11260413.html>
2. Barker DJP. The origins of the developmental origins theory. *J Intern Med*. 2007 May;261(5):412–7.
3. Glinianaia SV, Rankin J, Bell R, Pless-Mulloli T, Howel D. Particulate air pollution and fetal health: a systematic review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Camb Mass*. 2004 Jan;15(1):36–45.
4. Maisonet M, Correa A, Misra D, Jaakkola JJK. A review of the literature on the effects of ambient air pollution on fetal growth. *Environ Res*. 2004 May;95(1):106–15.
5. Sram RJ, Binkova B, Dejmek J, Bobak M. Ambient Air Pollution and Pregnancy Outcomes: A Review of the Literature. *Environ Health Perspect*. 2005 Apr;113(4):375–82.
6. Shah PS, Balkhair T. Air pollution and birth outcomes: A systematic review. *Environ Int*. 2011 Feb;37(2):498–516.
7. Deguen S, Zmirou-Navier D. Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality--A European review. *Eur J Public Health*. 2010 Feb;20(1):27–35.
8. Evans GW, Kantrowitz E. Socioeconomic status and health: the potential role of environmental risk exposure. *Annu Heal*. 2002;23(0163-7525 (Linking)):303–31.
9. Morello-Frosch R, Pastor M, Porras C, Sadd J. Environmental justice and regional inequality in southern California: implications for future research. *EnvironHealth Perspect*. 2002 Apr;110 Suppl 2(0091-6765 (Linking)):149–54.
10. Brainard JS, Jones AP, Bateman IJ, Lovett AA, Fallon PJ. Modelling environmental equity: access to air quality in Birmingham, England. *Environ Plan*. 2002;34(4):695–716.
11. Mitchell G, Dorling D. An environmental justice analysis of British air quality. *Environ Plan*. 2003;35(5):909–29.
12. Mitchell G. Forecasting environmental equity: air quality responses to road user charging in Leeds, UK. *J Environ Manage*. 2005 Nov;77(3):212–26.
13. Chaix B, Gustafsson S, Jerrett M, Kristersson H, Lithman T, Boalt A, et al. Children's exposure to nitrogen dioxide in Sweden: investigating environmental injustice in an egalitarian country. *J Epidemiol Community Health*. 2006 Mar;60(3):234–41.
14. Norton JM, Wing S, Lipscomb HJ, Kaufman JS, Marshall SW, Cravey AJ. Race, wealth, and solid waste facilities in North Carolina. *EnvironHealth Perspect*. 2007;115(9):1344–50.
15. Rapport OCDE ENV/EPOC/WPNEP. Environment and distributional issues: analysis, evidence and policy implications. 2004.
16. Bowen W. An analytical review of environmental justice research: what do we really know? *Environ Manage*. 2002 Jan;29(1):3–15.
17. Marshall JD. Environmental inequality: Air pollution exposures in California's South Coast Air Basin. *Atmos Environ*. 2008 Jul;42(21):5499–503.
18. Yanosky JD, Schwartz J, Suh HH. Associations between measures of socioeconomic position and chronic nitrogen dioxide exposure in Worcester, Massachusetts. *J Toxicol Environ Health A*. 2008;71(24):1593–602.
19. Brochu PJ, Yanosky JD, Paciorek CJ, Schwartz J, Chen JT, Herrick RF, et al. Particulate air pollution and socioeconomic position in rural and urban areas of the Northeastern United States. *Am J Public Health*. 2011 Dec;101 Suppl 1:S224–230.
20. Bell ML, Ebisu K. Environmental inequality in exposures to airborne particulate matter components in the United States. *Environ Health Perspect*. 2012 Dec;120(12):1699–704.
21. Finkelstein MM, Jerrett M, Sears MR. Environmental inequality and circulatory disease mortality gradients. *J Epidemiol Community Health*. 2005 Jun;59(6):481–7.
22. Jerrett M, Burnett RT, Kanaroglou P, Eyles J, Finkelstein N, Giovis C, et al. A GIS - environmental justice analysis of particulate air pollution in Hamilton, Canada. *Environ Plan*. 2001;33(6):955–73.

23. Buzzelli M, Jerrett M. Geographies of susceptibility and exposure in the city: environmental inequity of traffic-related air pollution in Toronto. *Can J Reg Sci* [Internet]. 2007 Jun 22 [cited 2012 Sep 24]; Available from: <http://www.highbeam.com/doc/1G1-176978845.html>
24. Crouse DL, Ross NA, Goldberg MS. Double burden of deprivation and high concentrations of ambient air pollution at the neighbourhood scale in Montreal, Canada. *Soc Sci Med* 1982. 2009 Sep;69(6):971–81.
25. Kruize H, Driessen PPJ, Glasbergen P, van Egmond KND. Environmental equity and the role of public policy: experiences in the Rijnmond region. *Environ Manage*. 2007 Oct;40(4):578–95.
26. Rotko T, Kousa A, Alm S, Jantunen M. Exposures to nitrogen dioxide in EXPOLIS-Helsinki: microenvironment, behavioral and sociodemographic factors. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2001 Jun;11(3):216–23.
27. Kohlhuber M, Mielck A, Weiland SK, Bolte G. Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany. *Environ Res*. 2006 Jun;101(2):246–55.
28. Fairburn J, Butler B, Smith G. Environmental justice in South Yorkshire: locating social deprivation and poor environments using multiple indicators. *Local Environ*. 2009;14(2):139–54.
29. Walker G. Beyond Distribution and Proximity: Exploring the Multiple Spatialities of Environmental Justice. In: Holifield R, Porter M, Executive GWC of EJS, editors. *Spaces Environ Justice* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010 [cited 2012 Oct 24]. p. 23–46. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781444322767.ch1/summary>
30. Forastiere F, Stafoggia M, Tasco C, Picciotto S, Agabiti N, Cesaroni G, et al. Socioeconomic status, particulate air pollution, and daily mortality: differential exposure or differential susceptibility. *Am J Ind Med*. 2007 Mar;50(3):208–16.
31. Laurian L. Environmental Injustice in France. *J Environ Plan Manag*. 2008;51(1):55–79.
32. Havard S, Deguen S, Zmirou-Navier D, Schillinger C, Bard D. Traffic-related air pollution and socioeconomic status: a spatial autocorrelation study to assess environmental equity on a small-area scale. *Epidemiology*. 2009 Mar;20(2):223–30.
33. Namdeo A, Stringer C. Investigating the relationship between air pollution, health and social deprivation in Leeds, UK. *Environ Int*. 2008 Jul;34(5):585–91.
34. Padilla CM, Deguen S, Lalloue B, Blanchard O, Beaugard C, Troude F, et al. Cluster analysis of social and environment inequalities of infant mortality. A spatial study in small areas revealed by local disease mapping in France. *Sci Total Environ*. 2013 Jun 1;454-455:433–41.
35. Social and gender inequalities in environment and health [Internet]. [cited 2013 Oct 11]. Available from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-determinants/gender/publications/social-and-gender-inequalities-in-environment-and-health>
36. Jerrett M, Burnett R, Brook J, Kanaroglou P, Giovis C, Finkelstein N, et al. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. *J Epidemiol Community Health*. 2004 Jan;58(1):31–40.
37. Naess O, Piro FN, Nafstad P, Smith GD, Leyland AH. Air pollution, social deprivation, and mortality: a multilevel cohort study. *Epidemiology*. 2007 Nov;18(6):686–94.
38. Martins M, Fatigati F, Véspoli T, Martins L, Pereira L, Martins M, et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 2004 Jan;58(1):41–6.
39. O'Neill M., Jerrett M, Kawachi I, Levy J, Cohen A, Gouveia N, et al. Health, Wealth, and Air Pollution: Advancing Theory and Methods. *Environ Health Perspect*. 2003 Sep 2;111(16):1861–70.
40. Krewski D, Burnett RT, Goldberg MS, Hoover BK, Siemiatycki J, Jerrett M, et al. Overview of the reanalysis of the Harvard Six Cities Study and American Cancer Society Study of Particulate Air Pollution and Mortality. *J Toxicol Environ Health A*. 2003 Oct 22;66(16-19):1507–51.

## D LISTE DES LIVRABLES

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
Site internet Equit'Area	1	<a href="http://www.equitarea.org">www.equitarea.org</a>	Site interne	S deguen - EHESP	Le site internet
Package R	2	Package R visant à créer un indice de défaveur socioéconomique	Procédure implémentée sous R	S Deguen et B Lalloué - EHESP	

## E IMPACT DU PROJET

### E.1 INDICATEURS D'IMPACT

#### *Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)*

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	2	2
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)		3
France	Revue à comité de lecture		
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)		3
Actions de diffusion	Articles vulgarisation		
	Conférences vulgarisation		
	Autres		

#### *Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)*

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	

<b>Brevet nationaux en cours d'obtention</b>	
<b>Licences d'exploitation (obtention / cession)</b>	
<b>Créations d'entreprises ou essaimage</b>	
<b>Nouveaux projets collaboratifs</b>	<p>2 nouveaux projets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projet de recherche « <b>SCREEN'IN</b> : Socio-economic Status, Cancer Risk, Exposure to Environmental Nuisances, and spatial INequalities ». Lettre d'intention soumise à la ligue de lutte contre le cancer-en attente de réponse mai 2014</li> <li>- Projet de recherche « <b>CHILD</b> : vulnérabilité sociale et environnementale du nouveau-né – une étude à fine échelle géographique sur l'agglomération de Lyon ». Financement de la fondation de France. (Budget de 160Keuros)</li> </ul>
<b>Colloques scientifiques</b>	
<b>Autres (préciser)</b>	

## **E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS**

### **Etude d'analyse spatiale conduite au sein de l'EHESP et exploitant les indicateurs de bruit développés par le CSTB (en co-auteurs de cet article : J Defrance et C Rougier)**

Kihal-Talantikite W, Padilla CM, Lalloue B, Rougier C, Defrance J, Zmirou-Navier D, Deguen S.  
An exploratory spatial analysis to assess the relationship between deprivation, noise and infant mortality: an ecological study. Environ Health. 2013 Dec 16;12(1):109.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24341620>

### **Etude conduite au sein de l'EHESP visant à proposer une méthode de multiexposition environnementale à l'échelle départementale**

Tarik Benmarhnia, Lucie Laurian, Severine Deguen  
Measuring Spatial Environmental Deprivation: A New Index and its Application in France  
Environmental Justice. April 2013, 6(2): 48-55.  
<http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/env.2013.0001>

### **Etude comparative entre Lyon et Lille visant à étudier la distribution spatiale de mortalité infantile au regard de l'exposition aux NO2 et de la défaveur socioéconomique. Cet article exploite les données modélisées par les AASQAs de Nord pas de Calais (C Beaugard) et de Rhône Alpes (F Troude).**

Padilla CM, Deguen S, Lalloue B, Blanchard O, Beaugard C, Troude F, Navier DZ, Vieira VM.  
Cluster analysis of social and environment inequalities of infant mortality. A spatial study in small areas revealed by local disease mapping in France. Sci Total Environ. 2013 Apr 4;454-455C:433-441. doi: 10.1016/j. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23563257

### **Etude développée au sein de l'EHESP visant à décrire une méthodologie de création d'un indicateur de défaveur socioéconomique**

Lalloué B, Monnez JM, Padilla C, Kihal W, Le Meur N, Zmirou-Navier D, Deguen S. A statistical procedure to create a neighborhood socioeconomic index for health inequalities analysis. Int J Equity Health 2013 Mar 28;12(1):21. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23537275>

### **Communications – congrès nationaux**

- Lalloué Benoît, Deguen Séverine, Jean-Marie Monnez, Cindy Padilla, Wahida Kihal, denis Zmirou-Navier and Nolwenn Le Meur.

SESIndexCreatorR : un package R pour la création et la visualisation d'indices socioéconomiques. Deuxièmes Rencontres R.

- B.Lalloué, J.-M.Monnez, C.Padilla, D.Zmirou-Navier & S.Deguen. Méthodologie de création d'un indice de défaveur contextuelle Un outil permettant l'analyse des inégalités sociales de santé. 44 Journées de Statistique. 21-25 mai 2012. Bruxelles.
- C. Padilla, B Lalloue, D Zmirou-Navier, S Deguen. Mortalité infantile, défaveur et proximité aux industries polluantes – Analyse spatiale conduite à fine échelle-Agglomération de Lille – France. Congrès National de Santé et Environnement SFSE/IRSET - 15-16 décembre 2010. Rennes.

#### **Communications – congrès internationaux**

- C Padilla, B Lalloue, D Zmirou-Navier, S Deguen. Proximity to industrial plants, neighbourhood socio economic characteristics and the risk of infant mortality- Lyon metropolitan Area – France. 23th Congress of the International Society for Environmental Epidemiology, September, 13<sup>th</sup>-16<sup>th</sup> 2011. Barcelone.
- Padilla, Cindy, Kihal Wahida, Lalloué Benoit, Zmirou-Navier Denis, Veira MVeronica, Deguen, Séverine. Environmental inequalities in France – A spatio-temporal analysis conducted at a small geographical level in four French metropolitan areas. Environmental Health. Science and policy to protect future generations. 3 – 6 march 2013 – Boston.
- Padilla Cindy, Vieira Veronica, Lalloué Benoit, Kihal Wahida, Zmirou-Navier Denis, Deguen Séverine.  
Neonatal mortality, outdoor air pollution and social inequalities – A spatial analysis conducted at a small geographical level in three French metropolitan areas. Conference of ISEE, ISES and ISIAQ. Basel, Switzerland 19 – 23 August 2013

### **E.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION**

- Site Equit'Area : [www.equitarea.org](http://www.equitarea.org)
- Package R : <http://CRAN.R-project.org/package=SesIndexCreatorR>

## E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)

### Aide pour le remplissage

- (1) **Adresse email** : indiquer une adresse email la plus pérenne possible
- (2) **Poste dans le projet** : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)
- (3) **Durée missions** : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l'ANR) effectuées sur le projet
- (4) **Devenir professionnel** : CDI, CDD, chef d'entreprise, encore sur le projet, post-doc France, post-doc étranger, étudiant, recherche d'emploi, sans nouvelles
- (5) **Type d'employeur** : enseignement et recherche publique, EPIC de recherche, grande entreprise, PME/TPE, création d'entreprise, autre public, autre privé, libéral, autre (préciser)
- (6) **Type d'emploi** : ingénieur, chercheur, enseignant-chercheur, cadre, technicien, autre (préciser)
- (7) **Lien au projet ANR** : préciser si l'employeur est ou non un partenaire du projet
- (8) **Valorisation expérience** : préciser si le poste occupé valorise l'expérience acquise pendant le projet.

Les informations personnelles recueillies feront l'objet d'un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l'étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l'objet d'aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact>).